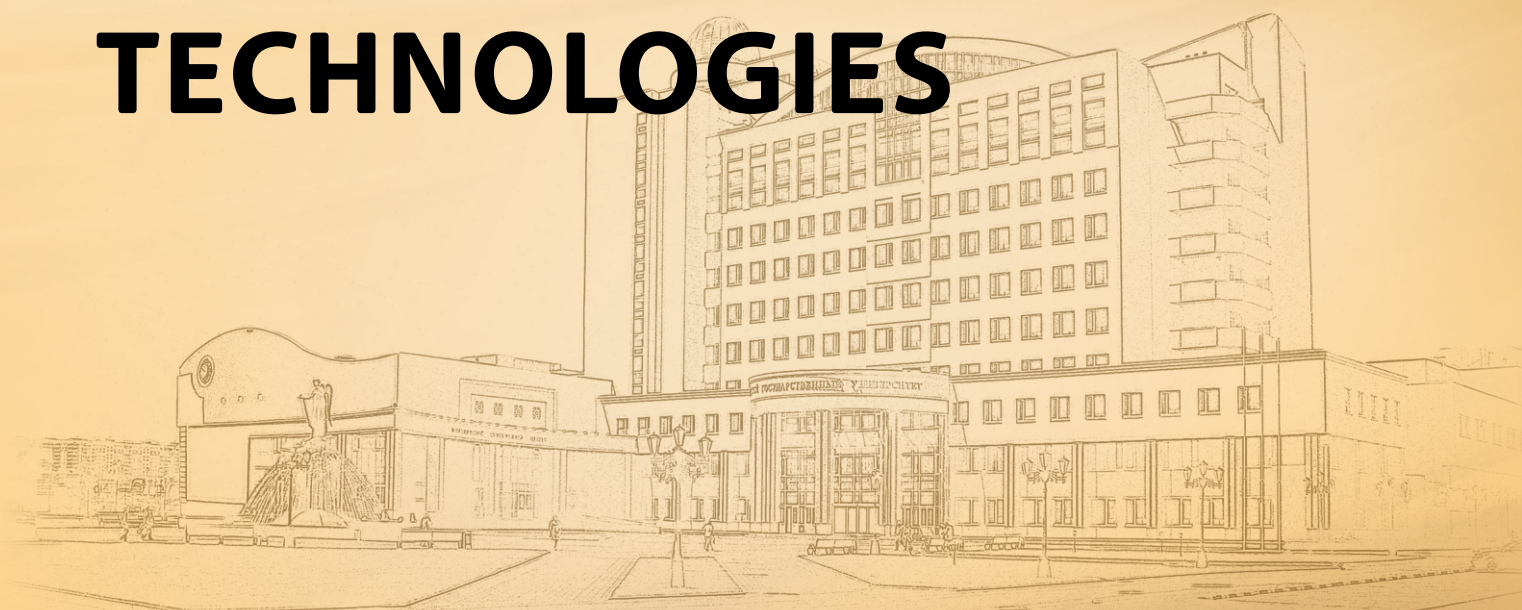


НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА

SCIENTIFIC JOURNAL

ECONOMICS. INFORMATION TECHNOLOGIES



2026. Том 53, № 3



ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА

2026. Том 53, № 3

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. Лыщикова, 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. Корректур, компьютерная верстка и оригинал-макет Ю.В. Мишенина. Редактор англоязычных текстов Е.С. Данилова. Гарнитура Times New Roman, Arial Narrow, Arial. Уч.-изд. л. 23,5. Дата выхода 30.09.2026. Оригинал-макет подготовлен центром полиграфического производства НИУ «БелГУ». Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

СОДЕРЖАНИЕ

- 489 Приветственное слово главного редактора журнала Е.Г. Жиликова
и заместителя главного редактора Е.А. Стрябковой

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

- 490 Горочная В.В.
Динамика инновационных кластеров в периферийных регионах как результат взаимодействия
экономической самоорганизации и геоэкономической турбулентности
- 512 Раковская-Самойлова А.Х., Дружникова Е.П., Титова И.Н., Мочалова Я.В.
Пространственное неравенство деловой активности регионов России: анализ на основе показателей
малого и среднего предпринимательства
- 520 Юрченко К.Г.
Национальные проекты и социально-экономическая динамика регионов Юга России: двухконтурная оценка влияния
в контексте достижения национальных целей

ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

- 533 Калимуллина О.В., Калимуллин Р.М., Мершиева А.Р.
Вертикаль развлечений как драйвер удержания в цифровых экосистемах: анализ интеграции, монетизации
и поведенческих механизмов на примере российских платформ
- 547 Рыжов И.В., Волков А.Т.
Объекты интеллектуальной собственности как предмет договора франчайзинга с учетом мирового опыта

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

- 558 Кузнецова А.С., Лавриненко Е.А.
Решение стратегических задач рещоринга на основе применения алгоритма кластерного анализа
- 571 Лабозин А.О.
Кризисные аномалии малого промышленного бизнеса России: динамика численности и реальной выручки

ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ

- 582 Степченкова О.С., Афонина М.В.
Интеграция токенизированных реальных активов в криптовалютный портфель

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 594 Стукалин А.В., Константинов И.С., Черноморец А.А., Белов С.П., Гайворонский В.А.
Метод битовой фаззификации признаков в индекс SFI: математическое описание, кодирование
и экспериментальная валидация

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

- 607 Иванов А.А.
Разработка методики и автоматизированной системы поддержки принятия решений для оценки конкурентоспособности
предприятий индустрии питания
- 619 Кислицын Е.В., Матвеев А.А.
Информационно-адаптивные организационные системы: формализация модели управления ИТ-компанией
- 633 Конев К.А.
Поддержка принятия решений в сфере обеспечения качества на основе использования цифровых двойников
- 650 Акапьев В.Л., Борисенко А.В., Ковалева Е.Г.
Web-ориентированные компьютерные системы для управления информационными ресурсами
в образовательных учреждениях
- 661 Грива Е.В., Сидоров А.А.
Событийно-онтологическое представление клиентского пути для поддержки принятия решений в коммерческих процессах
- 674 Федько В.С., Ковалева О.А., Ковалев С.В.
Системный анализ методов планирования мероприятий по повышению уровня доступности финансовых услуг в регионе

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 689 Куценко С.М., Салтанаева Е.А.
Проектирование сканера уязвимостей веб-приложений с использованием модульной архитектуры
- 698 Конников Е.А., Анзина С.Д.
Метод извлечения структурно-динамических признаков текста на основе второй производной семантической траектории

ECONOMICS. INFORMATION TECHNOLOGIES

2026. Volume 53, No. 3

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. Stryapkova, 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. Vladika, 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. Volchikov, 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. Misherina. Proofreading, computer imposition, page layout by Y.V. Misherina. English text editor E.S. Danilova. Typeface Times New Roman, Arial Narrow, Arial. Publisher's signature 23.5. Date of publishing 30.09.2026. Dummy layout has been prepared by Belgorod National Research University Centre of Polygraphic Production. Address: 85 Pobeda St., Belgorod, 308015, Russia

CONTENTS

- 489 **Welcoming address by Evgeniy G. Zhilyakov, Editor-in-Chief,
and Elena A. Stryabkova, Deputy Editor-in-Chief**

REGIONAL AND MUNICIPAL ECONOMY

- 490 **Gorochnaya V.V.**
Dynamics of Innovation Clusters in Peripheral Regions as a Result of Interaction between Economic Self-Organization and Geo-Economic Turbulence
- 512 **Rakovskaya-Samoylova A.Kh., Druzhnikova E.P., Titova I.N., Mochalova Ya.V.**
Spatial Inequality of Business Activity in Russian Regions: Analysis Based on Small and Medium-Sized Enterprises
- 520 **Yurchenko K.G.**
National Projects and Socio-Economic Dynamics of the Regions of Southern Russia: A Dual-Track Impact Assessment in the Context of Achieving National Goals

INVESTMENT AND INNOVATIONS

- 533 **Kalimullina O.V., Kalimullin R.M., Mershieva A.R.**
Entertainment Vertical as a Driver of Retention in Digital Ecosystems: Analysis of Integration, Monetization, and Behavioral Mechanisms on the Example of Russian Platforms
- 547 **Ryzhov I.V., Volkov A. T.**
Intellectual Property Objects as the Subject of a Franchise Agreement, Taking into Account International Experience

SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

- 558 **Kuznetcova A.S., Lavrinenko E.A.**
Solving Strategic Reshoring Problems Based on the Application of a Cluster Analysis Algorithm
- 571 **Labozin A.O.**
Crisis Anomalies in Small Industrial Business of Russia: Dynamics of Number and Real Revenue

FINANCES OF THE STATE AND ENTERPRISES

- 582 **Stepchenkova O.S., Afonina M.V.**
Integration of Tokenized Real Assets into a Cryptocurrency Portfolio

COMPUTER SIMULATION

- 594 **Stukalin A.V., Konstantinov I.S., Chernomorets A.A., Belov S.P., Gaivoronsky V.A.**
A Method of Bitwise Fuzzification of Features into the SFI Index: Mathematical Description, Coding, and Experimental Validation

SYSTEM ANALYSIS AND MANAGEMENT

- 607 **Ivanov A.A.**
Development of a Methodology and an Automated Decision Support System for Assessing the Competitiveness of Food Industry Enterprises
- 619 **Kislitsyn E.V., Matveev A.A.**
Information-Adaptive Organizational Systems: Formalization of an IT Company Management Model
- 633 **Konev K.A.**
Decision Support for Quality Assurance Based on the Use of Digital Twins
- 650 **Akapyev V.L., Borisenko A.V., Kovaleva E.G.**
Web-Based Computer Systems for Managing Information Resources in Educational Institutions
- 661 **Griva E.V., Sidorov A.A.**
Event-Ontological Representation of the Client's Path to Support Decision-Making in Commercial Processes
- 674 **Fedko V.S., Kovaleva O.A., Kovalev S.V.**
Systemic Analysis of Methods for Planning Measures to Increase the Availability of Financial Services on a Regional Level

INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES

- 689 **Kutsenko S.M., Saltanaeva E.A.**
Design of a Web Application Vulnerability Scanner Using Modular Architecture
- 698 **Konnikov E.A., Anzina S.D.**
A Method for Extracting Structural and Dynamic Features of Text Based on the Second Derivative of the Semantic Trajectory

**Приветственное слово
главного редактора журнала Е.Г. Жилякова
и заместителя главного редактора Е.А. Стрябковой**

**Welcoming address by Evgeniy G. Zhilyakov, Editor-in-Chief,
and Elena A. Stryabkova, Deputy Editor-in-Chief**

Уважаемые авторы, читатели и коллеги!

В год 150-летнего юбилея Белгородского государственного национального исследовательского университета от имени редакционной коллегии журнала «Экономика. Информатика» сердечно поздравляем вуз с этой знаменательной датой.

За это время НИУ «БелГУ» прошёл путь от кузницы педагогических кадров до крупного научно-исследовательского университета благодаря неустанному созидательному труду. Журнал «Экономика. Информатика» видит свою миссию в том же – в созидании нового: будь то теоретические исследования современной экономики или прикладные решения в области информационных технологий. Мы уверены: настоящее научное познание отвечает на вызовы времени и открывает горизонты будущего.

Полтора века истории – это прежде всего связь времён, где каждое поколение закладывало фундамент, на котором мы стоим сегодня. Наш журнал, выросший из научных изданий НИУ «БелГУ», продолжает эту эстафету, соединяя академические достижения прошлого с актуальными научными поисками настоящего и бережно передавая исследовательские традиции от старших к младшим.

Подлинное развитие науки – в диалоге университета и общества. Юбилейные торжества наглядно показали это, когда за одним столом объединились усилия науки, образования и реального сектора экономики. Журнал – также площадка конструктивного взаимодействия, поскольку мы дорожим каждой рукописью, каждым научным взглядом, каждой точкой зрения, которые встречаются на наших страницах.

Сегодня, подводя итоги 150-летнего пути, мы вместе с НИУ «БелГУ» строим планы на будущее и надеемся, что журнал «Экономика. Информатика» и впредь останется хранителем научной преемственности, пространством живого диалога и созидания нового знания.

**С наилучшими пожеланиями,
главный редактор журнала «Экономика. Информатика»,
доктор технических наук, профессор Е.Г. Жиляков,
заместитель главного редактора журнала «Экономика. Информатика»,
доктор экономических наук, профессор Е.А. Стрябкова.**



РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА REGIONAL AND MUNICIPAL ECONOMY

УДК 332.1

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-490-511

EDN CYADGM

Динамика инновационных кластеров в периферийных регионах как результат взаимодействия экономической самоорганизации и геоэкономической турбулентности

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. Статья направлена на концептуализацию и раскрытие системных взаимосвязей между кластерогенезом и разворачиванием геоэкономической турбулентности в периферийных регионах. Выявляется схожесть самоорганизующихся механизмов обоих процессов и их противоположная направленность по отношению к региональному циклу социально-экономического и инновационного воспроизводства, в основе которых лежат принцип диспаритета нелинейных и диссипативных свойств системы, циклическая динамика разворачивания и ее многоэтапное каскадное воспроизведение. Результат взаимодействия конструктивных и деструктивных самоорганизующихся процессов изучен с позиции возможных фазовых циклических особенностей их взаимного наложения с использованием метода логического моделирования. Текущие тенденции динамики экономического и инновационного развития, выявленные в западных приграничных регионах России (в том числе сменяющие друг друга «волны» кластеризации и распада кластерных структур) рассмотрены как результирующее динамическое соотношение конструктивных и деструктивных (турбулентных) автоколебаний в их территориальной и временной суперпозиции. На основе количественных и качественных данных по кластеризации в западных приграничных регионах России осуществлён прогноз образования новых кластеров, в том числе в контексте их влияния на уровень инновационной безопасности регионов в меняющихся условиях. Составлены рекомендации по управлению процессом кластеризации в исследуемых регионах с учетом усугубляющейся геоэкономической нестабильности в текущих условиях.

Ключевые слова: кластер, экономическая кластеризация, геоэкономическая турбулентность, самоорганизация, инновационная безопасность, западное порубежье России

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. Динамика инновационных кластеров в периферийных регионах как результат взаимодействия экономической самоорганизации и геоэкономической турбулентности. *Экономика. Информатика*, 53(3): 490–511. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-490-511. EDN CYADGM

Dynamics of Innovation Clusters in Peripheral Regions as a Result of Interaction between Economic Self-Organization and Geo-Economic Turbulence

Vasilisa V. Gorochnaya

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

Abstract. The article is to conceptualize and to reveal the systemic relations between cluster genesis and the geo-economic turbulence developing in peripheral areas. The study reveals similarity of self-organizing mechanisms of both processes and their opposite impact on the regional cycle of socio-economic and innovative reproduction. Both processes are based on the principle of disparity of nonlinear and dissipative properties of the system, cyclic dynamics of development and its multi-stage cascade reproduction. In this paper, we study the result of interaction between constructive and destructive self-organizing processes from the perspective of possible phase cyclic features of their mutual overlap with the use of logic modeling methods. Current trends in the dynamics of economic and innovative development identified in the western border regions of Russia (including successive ‘clustering waves’ and the collapse of some cluster structures) are considered to be the resulting dynamic ratio of constructive and destructive (turbulent) self-oscillations in their territorial and temporal superposition. On the basis of quantitative and qualitative data on clustering in the western border regions of Russia, a forecast of the formation of new clusters has been made, taking into account the context of their impact on the level of innovation security of regions in the changing conditions. The study results in recommendations for managing the clustering process in the studied regions, taking into account the growing geo-economic instability in the current conditions.

Keywords: cluster, economic clustering, geo-economic turbulence, self-organization, innovation security, Russian western borderlands

Acknowledgements: the study was 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. Dynamics of Innovation Clusters in Peripheral Regions as a Result of Interaction between Economic Self-Organization and Geo-Economic Turbulence. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 490–511 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-490-511 EDN CYADGM

Введение

Появившись в научном обороте в качестве ассоциативного обозначения ситуации неустойчивости, неопределённости, категория «экономической турбулентности» стала предметом многостороннего дискурса, как в аспектах характера и степени воздействия на основные экономические показатели, так и в аспекте управления [Горочная, 2018b; Доброчеев, 2012; Муруева, 2017; Носова и др., 2016]. В ряде работ указывается на метафоричность использования понятия «турбулентность» в отношении современного перехода к нестабильности и затруднительной прогнозируемости социальных и экономических процессов [Бурлачков, 2009; Горочная, 2018b; Щекотин, 2015]. Однако происходит и всё более глубокое изучение внутренних механизмов турбулентности в экономике с выявлением основных детерминант и переменных, определяющих специфику протекания турбулентных процессов, как на основе аналогии с динамикой естественных сред [Мантенья, Стенли, 2009], так и через изучение их собственно экономической [Агапова, Майоров, 2020; Григорян, 2016], в том числе геоэкономической природы [Голова, Суховой, 2017].

В современном мире сложившаяся и усугубляющаяся ситуация в системе взаимоотношений «Россия – Запад» в ряде исследований идентифицируется в качестве турбулентной и несущей

наибольшие угрозы для западных приграничных регионов России, в прошлом активно включённых в трансграничную активность и ныне испытывающих дефицит возможностей территориальной производственной кооперации, а потому подверженных периферизации [Голова, Суховей, 2017; Горочная, 2014; Горочная, 2018с; Доброчеев, 2012; Лачининский, 2018]. Кроме того, усиление факторов неопределённости и риска в целом, переход к ограниченности возможностей прогнозирования развития социальных и экономических явлений делает проблему турбулентности одной из основных в современной экономической науке, поскольку она создаёт дополнительные сложности и новые условия игры для субъектов принятия экономических решений – как на уровне предприятия, так и на региональном и глобальном уровнях [Бурлачков, 2009; Журавлёва, Манохина, 2013; Мочалов, 2018; Полити, 2017].

Случаи взаимозависимости с территориальными процессами (в том числе межгосударственной экономической конфронтацией, меняющей структуру товарных, ресурсных, миграционных, финансовых потоков и ставящей ограничения на сложившиеся трансграничные кооперационные связи) говорят о наличии пространственного вектора развёртывания турбулентных явлений. На данную взаимосвязь указывает, в частности, Р. Бреннер, проводя хронологию экономического развития послевоенного западного мира с целью выявить и обосновать причины смены активного роста 1950-х его продолжительным затуханием в последующих десятилетиях [Бреннер, 2014]. Несмотря на то, что его работа выполнена в рамках неомарксистской парадигмы и не оперирует понятием рыночной самоорганизации, а также не даёт чёткого определения экономической турбулентности на основе присущих аналогичным естественным явлениям атрибутивных признаков, в ней зафиксированы значимые наблюдения. В особенности, к ним можно отнести сочетание цикличности смены поколений технологического развития производства с одной стороны – и их асинхронность в географическом отношении, что приводит в итоге к повышенному конкурентному давлению на глобальном рынке и снижению прибыльности в регионах более раннего освоения [Бреннер, 2014]. В целом концепция технологических укладов за последние десятилетия осознаётся как прямое продолжение и «частный случай» концепции «длинных волн» Кондратьева [Кондауров, 2018; Коротаев, Гринин, 2013; Носонов, Куликов, 2013; Носонов, 2014; Таранов, Таранова, 2017]. Соответственно, именно цикличность как таковая и пространственная асинхронность волн (как проявления турбулентности) выступают значимыми факторами, определяющими возможности инновационного развития регионов. В целом турбулентность в экономике имеет волновую природу, связанную с рассинхронизацией различных циклов в пространственном и временном измерении [Клепач, Доброчеев, 2015].

Особенно чувствительным по отношению к турбулентной динамике оказывается инновационное развитие региона [Багаряков, 2012; Голова, Суховей, 2017; Горочная, 2019b; Mikhaylova, Gorochnaya, 2019]. Данное обстоятельство во многом объясняется тем, что инновационное воспроизводство само по себе является циклическим явлением, во многом определяемым ритмикой циклов Китчина и тесно взаимосвязанных с ними циклами динамики деловой среды [Горочная, 2019a], человеческого капитала региона, социокультурных и социально-политических циклов [Горочная и др., 2020; Шорохова, 2017; Mikhaylova, 2016; Rocha et al., 2020; Konstantakis et al., 2015], что ставит проблему мультицикличности инновационного развития как основной объект воздействия разрушительной турбулентной динамики и в то же время – как ресурс для противостояния таковой [Горочная, 2020].

Таким образом, турбулентность может быть осмыслена не только как временное явление, задаваемое внешними условиями, но и как перманентное системное свойство, связанное с неравномерным распространением волновых явлений по территории и рассогласованием циклов, поскольку она непосредственно сопряжена с процессами диффузии инноваций и механизмами, препятствующими синхронности в смене производственно-технологических укладов. А потому она соприкасается с проблемами как общей экономической, так и в особенности инновационной безопасности, в том числе – на региональном уровне [Горочная, 2018a; Щекотин, 2015; Mikhaylova, 2016], что актуально не только в текущей ситуации повышенных внешних рисков, но и перманентно в силу действия внутрисистемных факторов.

К одному из таковых относится центр-периферийная дихотомия и само проявление свойства периферийности в территориальных системах, придающее лаговые эффекты и затрудняющее передачу импульсов инновационного развития от центров и воспроизводство циклической динамики инновационного развития. Периферизацией обуславливается рассинхронизация скоростей и усиливающееся территориальное неравенство, поскольку периферия характеризуется более разреженным экономическим, научно-образовательным и инновационным пространством, соответственно, снижается её генеративность и восприимчивость к импульсам от центров, медленнее протекают процессы диффузии инноваций. Относительность и иерархичность многоуровневых центр-периферийных систем способствует тому, что и лаговое запаздывание, и рассинхронизация циклической динамики инновационного воспроизводства так же происходят в несколько этапов. Сопряжённость количественных показателей инновационного развития по стадиям инновационного цикла и по отношению к центрам ещё наблюдается в полупериферии и практически затухает к периферии, что наблюдается как на уровне агломерационных центров с прилегающими территориями регионов [Горочная, 2025], так и на уровне всего западного порубежья России в целом как зоны, выступающей периферийной по отношению к федеральному центру, но имеющей собственные центры развития [Горочная, 2026].

Тем самым ситуация взаимного наложения внешней турбулентной динамики и периферийности оказывает наиболее разрушительное воздействие на инновационный сектор как таковой, в том числе – на те самоорганизующиеся образования (кластерные, сетевые), которые составляют его основу. В настоящее время лишь в единичных исследованиях поднимаются вопросы защиты кластеров от турбулентных явлений и использование их потенциала в укреплении региональной резистентности [Яшева, Вайлунова, 2022; Giannakis & Papadas, 2021; Liu et al., 2023; Vassakis et al., 2015].

Однако именно в данной сфере обнаруживается достойное отдельного изучения обстоятельство: как процессы кластеризации, так и турбулентные «воронки», образующиеся от циклических несостыковок – имеют в своей основе самоорганизующиеся механизмы. Будучи по своей природе самоорганизующимся процессом и тем самым отличаясь от простой (стохастической по своему возникновению и проявлению) волатильности [Агапова, Майоров, 2020; Бурлачков, 2009], турбулентность развёртывается через временные и пространственные автоколебания, задаваемые по своей скорости и амплитуде соотношением нелинейных и диссипативных свойств системы (выступающих в качестве управляющих параметров) [Горочная, 2018b]. Однако подобная формулировка требует дальнейшей детализации. Прежде всего, видится актуальной задача выявления отличительных свойств геоэкономической турбулентности по сравнению с другими самоорганизующимися процессами инновационного экономического развития, в том числе – имеющими пространственное измерение (с учётом, что многие из них лишены негативного воздействия на региональную экономическую и инновационную систему и, напротив, выступают в качестве конструктивных). К таковым, в первую очередь, можно отнести инновационную экономическую кластеризацию. Обратимся к решению данной исследовательской задачи, прибегнув к сравнительному анализу и логическому моделированию обоих процессов.

Гипотеза, методология и материалы исследования

Гипотеза данного исследования состоит в единстве циклических механизмов самоорганизующихся процессов региональной экономики: конструктивных (инновационная экономическая кластеризация) и деструктивных (геоэкономическая турбулентность в её импликации на внутреннюю динамику хозяйства периферийного региона), а также в наличии циклической фазовой суперпозиции между ними. В каждом индивидуальном случае она может способствовать как резонансному усилению внутренних процессов (например, за счёт активного импортозамещения и использования возможностей образования новых рыночных ниш), так и нивелированию таковых в условиях «противофазы». Для верификации гипотезы проводится эмпирическое наблюдение за процессами кластеризации в западном порубежье России как периферийной зоне за период, охватывающий более двух десятилетий, в том числе с учётом

активных фаз воздействия геоэкономической турбулентности после введения новых санкционных ограничений в 2014 году и с 2022 года. Мониторинг кластерообразования осуществлён на основе данных официальных источников (административных и деловых порталов, официальных сайтов предприятий, центров кластерного развития регионов, информации из СМИ, данных Российской кластерной обсерватории) [Список источников], также учтены результаты наших предыдущих исследований в данной сфере [Горочная, 2019b]. Используется метод кейсов на основе примеров инновационной кластеризации в Ростовской области. Применяется разработанная нами ранее [Горочная, 2014] модель жизненного цикла кластера.

Сравнительный анализ кластерной самоорганизации и геоэкономической турбулентности

Экономическая кластеризация как самоорганизующийся процесс представляет собой образование нового структурного уровня региональной экономической системы, стабильно поддерживающегося за счёт трёхфазных автоколебаний: роста организационной массы (численности территориально сконцентрированных предприятий), интенсификации кооперационного взаимодействия, а также усиления конкурентного давления и отсеивания менее эффективных участников. В качестве управляющих параметров для автоколебаний выступают соотношение издержек внешней и внутрикластерной контракции, а также уровень межорганизационного доверия и лояльности [Горочная, 2014]. Точкой принятия решения о целесообразности кластеризации для экономических субъектов (без каких-либо внешних административных директив) является превышение экономии, возникающей за счёт сокращения транзакционных издержек, над величиной издержек на формирование и поддержание кластера. Распределение такового эффекта может быть неравномерным между предприятиями в силу различия их производственной мощи, финансовых ресурсов, способных покрыть соответствующие риски, а также территориальной асимметрии, однако для всех фирм кластера оно парето-эффективно. В то же время таковая разность транзакционных издержек существенно ниже, нежели потенциальные издержки в случае прямого объединения фирм без сохранения их экономико-правовой самостоятельности. Поэтому в кластере фирмы и сохраняют свой суверенный статус и даже при наличии общекластерной координации принимают решения самостоятельно. Иницилируемые начальным импульсом, *автоколебания жизненного цикла кластера* создают динамическое равновесие, делающее кластер жизнеспособным и стремящимся к развитию. Как и при турбулентных автоколебаниях, они возникают за счёт особого соотношения между *диссипативными свойствами системы* (присущими региональному хозяйственному укладу и организационной структуре экономики инерции, а также издержками и рисками образования новых структур) и *нелинейными свойствами*: нелинейным сокращением транзакционных, производственных, логистических издержек; инвестиционным мультипликатором; нелинейной динамикой уровня доверия и лояльности в рамках установившихся кооперационных контактов с повышением открытости бизнес-среды и развитием деловой культуры в целом.

Как и всякий самоорганизующийся процесс, кластеризация чувствительна к начальным условиям. Задаваемая первичным импульсом фазовая последовательность приводит к образованию кластера различного типа: если кластеры – производственные цепочки образуются при инициальном сдвиге числа организаций с дальнейшей их интеграцией и усилением рыночной конкуренции, то «взаимосвязанный» тип кластера образуется при начальном импульсе повышения интенсивности деловых контактов, а кластеры рыночного типа задаются импульсом конкурентного давления (как правило, внешнего) [Горочная, 2014].

Проводя сравнение кластерной самоорганизации с геоэкономической турбулентностью, следует обратить внимание не только на то, что она является преимущественно деструктивным (не конструктивным) явлением, приводит не к формированию новых системных уровней, а к разрушению структур (соответственно, к хаотизации и повышению энтропии в региональной экономической системе при формировании новых структурных уровней в системе самих турбулентных факторов и процессов). Примечательно ещё одно важное их отличие: турбулентность всегда проявляется через диспаритет скоростей

[Бурлачков, 2009], в то время как кластерная самоорганизация, напротив, синхронизирует скорости протекания региональных производственных и обменных процессов. Однако при противоположном эффекте на региональную экономику оба процесса основаны на схожих механизмах возникновения и распространения.

В случае турбулентности в качестве диссипативных свойств экономической системы приграничного региона выступают институциональная и структурная инерция, а также способность к сохранению деловых связей в новых условиях как предпочтительный сценарий в сравнении со сменой числа и географии партнёров. Так, например, как было выявлено на основе экспертного опроса, проведённого в рамках нашего предшествующего исследования [Горочная и др., 2020], в Ростовской области (являющей собой образец приграничного региона, испытывающего на себе сложности внешнеэкономической ситуации) после введения санкционных ограничений в 2014 году деловая среда в краткосрочном периоде стремилась к сохранению контактов. Предприятия прибегали первоначально к использованию посреднических схем, а в средне- и долгосрочной перспективе – как к смене географии партнёрства и рынков сбыта, так и к иным сценариям: перерегистрации и территориальной передислокации производства, формальному разделению на два предприятия, действующих по обе стороны границы (с соответствующим двойным брендингом продукции) и т. д.

В качестве нелинейных свойств системы, способствующих преодолению диссипативной инерции, выступают отрицательный мультипликатор (в результате неисполнения обязательств, разрыва контактов, «сворачивания» инвестиционных процессов), в сочетании с не менее важными нелинейными процессами роста трансакционных издержек и утраты экономическими субъектами (а также взаимодействующими с ними административными структурами) взаимного доверия. Как было выявлено по данным упомянутого экспертного опроса, если торговое взаимодействие, миграционные и туристические потоки восстанавливаются либо перераспределяются относительно быстро, то наиболее уязвимыми объектами негативного воздействия геоэкономической турбулентности оказывается инвестиционный процесс и научно-технологическое, инновационное сотрудничество. Данное обстоятельство является следствием приоритета «быстрых денег» и краткосрочного планирования в условиях повышенного риска и неопределённости.

Другим нелинейным следствием турбулентности, усиливающим её воздействие «вглубь», является ситуация взаимного ожидания (и усиливающегося на его фоне недоверия) как между самими экономическими субъектами, так и между бизнесом и административными элитами. В Ростовской области начиная с 2016 года наблюдается кризис деловой среды, не только инвестиционного, но и психологического климата, взаимное непонимание и настороженность бизнеса и региональных элит, обострение коррупционных рисков и давления на предпринимательскую среду. Следствием является уход ряда предприятий из региона (как формальная перерегистрация и, соответственно, выключение из базы регионального налогообложения, так и фактическая передислокация производства), либо фактическое прекращение деятельности без формальной ликвидации (что, в свою очередь, ставит вопрос о релевантности показателя динамики малых и средних предприятий в качестве статистического индикатора степени и характера воздействия турбулентности на экономику порубежных регионов) [Горочная и др., 2020].

В качестве автоколебательных переменных геоэкономической турбулентности выступают как собственно экономические параметры (выраженные через динамику производства и обмена), так и пространственные, связанные с целым комплексом процессов: упомянутой пространственной передислокацией предприятий и сменой их контактных свойств, сменой направлений и интенсивности товарных, ресурсных, финансовых, информационных потоков (в том числе, скачкообразный – в десятки раз – рост межрегионального экспорта/импорта [Горочная, 2018с; Горочная, 2019b]). Если в краткосрочном периоде турбулентные проявления создают условия трансакционных издержек, стремящихся к бесконечности, то в долгосрочном периоде может возрасти весь комплекс издержек, связанных с локализацией предприятия.

Таким образом, в своём итоговом воздействии турбулентный цикл развёртывается через последовательность аналогичных кластерному фаз. Он влияет на количество предприятий, интенсивность их взаимодействия и рыночные конкурентные параметры, однако в сравнении с кластерным циклом эффект оказывается «противоположным по знаку». Происходит сокращение организационной массы и эмерджентности взаимодействия фирм, при этом и рыночный фактор (в случае кластерообразования выступающий в качестве отрицательного, сдерживающего) оказывается «положительным»: создаются дополнительные рыночные ниши, требующие импортозамещения и формирующие новое пространство для регионального производства. Обобщим результаты сравнительного анализа и моделирования (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Сравнительный анализ самоорганизующейся природы экономической кластеризации
и геоэкономической турбулентности
Comparative analysis of the self-organizing nature of economic clustering and geo-economic turbulence

Критерий сравнения	Экономическая кластеризация	Геоэкономическая турбулентность
Диссипативные свойства	сложившийся хозяйственный уклад; институциональная и организационная лаговая инерция	сложившийся хозяйственный уклад; институциональная инерция; способность сохранять связи через использование посреднических и иных формальных схем
Нелинейные свойства	мультипликатор; нелинейное снижение транзакционных издержек; нелинейный рост доверия в региональной (и трансграничной) среде	отрицательный мультипликатор; нелинейный рост комплекса издержек; нелинейный рост недоверия; нелинейное пространственное перераспределение потоков
Точка принятия решения для экономических субъектов	АС класт. < ΔАС транс. < АС интегр. (парето-эффективно для всех фирм)	АС сохр. < АС поспр. < АС изм.
Становление циклической динамики	М+ – стадия роста организационной массы Е+ – стадия повышения эмерджентности взаимодействия Т- – стадия угроз рыночного давления Осцилляторный цикл зависим от начальных условий: М+ Е+ Т- – кластер «производственная цепочка» Е+ М+ Т- – «взаимосвязанный кластер» Т- М+ Е+ – «централизованный рыночный кластер» Т- Е+ М+ – «децентрализованный рыночный кластер» СИНХРОНИЗАЦИЯ СКОРОСТЕЙ	М- – стадия реального (не формального) сокращения либо ухода предприятий Е- – стадия снижения заинтересованности в контракции и эффективности сотрудничества Т+ – стадия создания рыночных ниш за счёт потребности в импортозамещении Российский сценарий: Т+ М- Е- ДЕСИНХРОНИЗАЦИЯ СКОРОСТЕЙ
Фазовый каскад	процессы субкластеризации (наиболее активно проявили себя в секторах ИТ и туризма); повышение специализации; инициирование новых кластерогенных волн в регионе и их распространение в соседствующие ареалы.	проникновение (и нелинейная динамика) тенденций общероссийской турбулентности вглубь регионов; постепенное ослабевание, диссипация с замыканием на локальные аттракторы

Примечание: разработано автором.

Наряду с внешним развёртыванием, самоорганизация идёт и «вглубь», что особенно важно в многоуровневых центрo-периферийных системах. Основной поток, образовавшийся в результате начального импульса, распадается на стадии каскада и далее – замыкается на локальные вихри. Данное обстоятельство эмпирически фиксируется и в отношении кластеризации: при наиболее мощных импульсах, охватывающих сразу крупные сектора регионального производства, как правило, в ходе развития происходят процессы субкластеризации, продолжается дальнейшая специализация производства с сохранением общей синергии взаимодействия. В частности, из всех секторов экономики в порубежных регионах России наибольшую склонность к данному вектору развития обнаруживают туристические и IT-кластеры (что сопровождается активным развитием, расширением и специализацией самой отрасли в России и в мире) [Горочная, 2018а; Горочная, 2019]. Таким образом, кластерная и турбулентная самоорганизация имеют как схожие механизмы, так и схожие фазы развёртывания, противоположные по своему воздействию на региональное хозяйство.

Периферийное пространство как таковое накладывает на оба взаимодействующих процесса тот отпечаток, что в нём существенно больше проявляются диссипативные свойства: разреженность деловой и социальной среды, ограниченность внутреннего потенциала и возможностей использования положительного эффекта масштаба усиливают диссипацию импульсов инновационного роста. Диссипация происходит и вследствие пониженной социокультурной восприимчивости к диффузии инноваций. В то же время – диссипации в периферии может быть подвержена и турбулентная динамика, потому колебания могут ощущаться менее амплитудно, однако это относится не ко всякой периферии (например, к северным регионам, характеризующимся обезлюживанием и разреженной организационной средой, в большей мере ведомым крупными государственными заказами как импульсами к инновационному обновлению) [Горочная, 2026]. В условиях достаточного внутреннего потенциала периферия, напротив, более быстро включается во внешнюю турбулентную динамику, потому как отсутствует собственный достаточно сильный цикл регионального инновационного воспроизводства [Горочная, 2025]. Одновременно могут проявляться и негативные нелинейные свойства, связанные со специфическими особенностями местной деловой среды, повышенным уровнем недоверия, что в итоге нелинейно искажает естественное протекание контракционных процессов.

Взаимодействие кластеризации и турбулентности в западной периферии России

В свете выявленного «противофазного» соответствия представляет интерес взаимодействие обоих процессов: деструктивного турбулентного и конструктивного кластерогенного. «Разность потенциалов», вызывающая к жизни потребность в импортозамещении, может способствовать повышению внутрирегиональной интеграции предприятий в краткосрочном периоде (что само по себе способно стать толчком к кластерообразованию) [Горочная, 2018b]. Именно данное явление способствовало формированию среды, благоприятствующей распространению межрегиональных кластерогенных волн в западных регионах России (в результате чего были охвачены все приграничные субъекты и общее количество кластеров, большинство из которых имеют заявленный инновационно-ориентированный характер, от 10–20 уже к концу 2010-х годов достигло порядка 70 и более) [Горочная, 2019b], а в 2020-х годах до настоящего момента практически удвоилось. Соответственно, турбулентные проявления в сочетании с иными процессами, имеющими схожий механизм развёртывания, можно направить в положительное русло, используя потенциал самоорганизации деловой среды для решения проблем импортозамещения.

Наряду с «волнообразным» становлением последовательности фаз цикла кластеризации, имеют место и волны макроуровня, охватывающие постепенно различные сектора экономики региона, а также распространяемые в территориальном отношении за счёт межрегионального и трансграничного обмена практическим опытом кластерообразования. В частности, таковые волны эмпирически фиксируются в западных приграничных регионах России за последние

10 лет (табл. 2). Успешный опыт раннего кластерообразования в Ростовской области и г. Санкт-Петербурге постепенно передаётся в соседние регионы, охватывая всё больший круг субъектов (вследствие чего на сегодняшний день в регионах западного порубежья России образовались порядка 150 экономических кластеров, а также не менее 30 проектируемых потенциальных, при этом как периодичность кластерогенных импульсов, так и «длина волны» межрегионального их распространения составляет порядка 2–2,5 лет, что вполне естественно соответствует циклу Китчина, свойственному динамике инновационного развития) [Горочная, 2019b]. Третьим центром (не столько возникновения, сколько ретрансляции кластерогенных импульсов, поступающих извне за счёт трансграничных связей) ещё в период 2014–2016 гг. могла бы стать Калининградская область, если бы потенциал не был «свёрнут» вследствие сложившейся геоэкономической ситуации, разрыва прежних деловых контактов, что усугубляется удалённостью эксклавного положения региона [Горочная, 2019b].

Иницируемые местными центрами импульсы к самоорганизации инновационных кластеров, таким образом, постепенно расходятся в пространственном отношении, перемещаясь в зону влияния и периферию. При этом в наиболее отдалённые регионы доходят лишь наиболее сильные импульсы. Существенное повышение числа кластеров в период 2024–2025 гг. связано и с импульсом от федерального центра к формированию образовательных кластеров (в том числе в рамках программы «Профессионалитет»), в результате чего в целом ряде регионов они были созданы группами по 3–5 кластеров на базе ведущих организаций среднего профессионального и высшего образования. Сами по себе образовательные организации становятся ядрами конденсации инновационных инициатив, площадками взаимодействия образования, науки и бизнеса, что является перспективным и может способствовать формированию региональных инновационных систем на основе кластеров. В периферийных территориях формирование образовательных кластеров способно отчасти компенсировать недостаточность внутрирегионального и местного потенциала для полноценной кластеризации бизнес-сообщества, однако «критическая масса» набирается вместе с образовательными организациями, в том числе с возможностями использования их научно-инновационной инфраструктуры и кадрового потенциала.

Таблица 2

Table 2

Пространственно-временная динамика кластеризации регионов западного порубежья России
Spatial and temporal dynamics of clustering of regions in the Western borderlands of Russia

Годы	Количество образовавшихся кластеров	Охваченные кластеризацией регионы
1	2	3
До 2013	18	Ростовская область, Калининградская область, г. Санкт-Петербург, Архангельская область
2014–2015	32	Республика Крым, Краснодарский край, Ростовская область, Воронежская область, Белгородская область, Брянская область, г. Санкт-Петербург, Мурманская область, Архангельская область

Продолжение табл. 2
Continuation of Table 2

1	2	3
2016–2017	17	Краснодарский край, Ростовская область, Белгородская область, Курская область, Брянская область, Смоленская область, Псковская область, г. Санкт-Петербург
2018–2019	13	Ростовская область, Воронежская область, Брянская область, Калининградская область, Ленинградская область, Республика Карелия, Мурманская область
2020–2021	13	Республика Крым, г. Севастополь, Ростовская область, Брянская область, Калининградская область, Ленинградская область, г. Санкт-Петербург, Республика Карелия, Мурманская область,
2022–2023	10	г. Севастополь, Краснодарский край, Ростовская область, Воронежская область, Курская область, Брянская область, Псковская область, Республика Крым, Ленинградская область
2024–2025	44	Краснодарский край, Ростовская область, Воронежская область, Белгородская область, Курская область, Смоленская область, Брянская область, Калининградская область, Республика Карелия, Мурманская область, Архангельская область



Окончание табл. 2
End of Table 2

1	2	3
Формирующиеся, потенциальные	33	г. Севастополь, Краснодарский край, Ростовская область, Воронежская область, Белгородская область, Брянская область, Смоленская область, Псковская область, Калининградская область, Ленинградская область, г. Санкт-Петербург, Мурманская область

Источник: составлено автором на основе эмпирического наблюдения по данным открытых источников [Список источников].

Также свою лепту в активизацию самоорганизующихся процессов внесла кластеризация креативных индустрий, образование креативных кластеров и сопутствующие укрепление и диверсификация (в том числе в территориальном отношении) взаимосвязанных с ними туристических. В целом направление кластеризации – от наиболее профильных для каждого региона отраслей – к менее профильным и новым.

Однако происходит не только процесс формирования новых кластеров, но и деградация и исчезновение сформировавшихся и формирующихся надорганизационных образований, чему обычно предшествует нарушение их координации и жизненного цикла. В некоторых случаях (как в Ростовской области) уход фирм из региона (лишь отчасти компенсируемый приходом предприятий из сопредельных территорий – ДНР, ЛНР, сохраняющих свою внутреннюю «автономию» по отношению к региональной деловой среде) способствует распаду сложившихся структур. Практически невозможным является уход предприятий, составлявших кластерное ядро, после чего формальное поддержание кластерного статуса не служит реальному эффекту регионального экономического роста. Данное обстоятельство свидетельствует о следующем: фаза турбулентного циклического развёртывания, связанная с сокращением организационной массы, оказывается наложенной на аналогичную «противофазу» кластерного цикла, в результате чего оба колебательных явления «гасят» друг друга, что видно на примере ряда кластеров Ростовской области, что произошло уже в первую волну геоэкономической турбулентности в ходе её развёртывания после 2014–2016 гг. (табл. 3).

Таблица 3
Table 3

Фазовая суперпозиция кластерного и турбулентного цикла в некоторых кластерах
Ростовской области в период геоэкономической турбулентности
Phase superposition of the cluster and turbulent cycle in some clusters of the Rostov region
during the period of geo-economic turbulence

Кластер	Цикл	Фазы			
Кластер биотехнологий «AMYLCO»	Кластерный цикл	E+	M+	T-	
	Турбулентный цикл	T+	M-	E-	
Кластер винной продукции «Долина Дона»	Кластерный цикл		M+	E-	T-
	Турбулентный цикл	T+	M-	E-	
Кластер станкостроения «KOVOSVIT Mas»	Кластерный цикл	E+	M+	T-	
	Турбулентный цикл	T+	M-	E-	

Источник: составлено автором по данным эмпирического наблюдения.

Примечательно и то, что основная локализация производства рассмотренных кластеров имела место не непосредственно в региональном центре, а в пределах первого пояса агломерации (как в случае с азовским станкостроительным кластером «KOVOSVIT Mas»), а также, собственно, в региональной периферии: Миллеровском районе Ростовской области (кластер биотехнологий «AMYLCO») и Цимлянском районе с прилегающими территориями (кластер винной продукции «Долина Дона»).

Как показывает приведённый эмпирический пример, кластеризация выступает в качестве механизма региональной резистентности по отношению к деструктивным процессам, однако в случае «противофазы» действенность резистентного механизма определяется соотношением положительного и отрицательного мультипликаторов, а также нелинейной динамики уровня транзакционных издержек и доверия в региональной среде. Таким образом, эмпирическое исследование на основе кейсов подтвердило взаимодействие циклов инновационной кластеризации и геоэкономической турбулентности в их фазовой суперпозиции, которая может как вызывать резонанс и способствовать импульсам к возникновению новых инновационных кластеров, так и повлечь за собой ситуацию, когда волны «гасят» друг друга в противофазе. С учётом того, что в периферийных зонах происходит постепенное, пошаговое угасание импульсов от центра и нарастает турбулентность – влияние геоэкономической турбулентности оказывается более опасным и разрушительным.

Заключение

Как показало исследование, региональная кластеризация и геоэкономическая турбулентность как самоорганизующиеся процессы имеют единые автоколебательные механизмы развёртывания, управляемые через диссипативные и нелинейные параметры среды распространения, однако при этом противоположный по фазе вектор воздействия. Соответственно, при общесистемной кластерной резистентности приграничных регионов итоговый результат взаимодействия кластеризации и турбулентных вихрей будет зависеть в каждом конкретном случае от общей картины их интерференционной суперпозиции во времени и в пространстве.

На основе выявленных закономерностей в настоящее время можно прогнозировать:

- каскадное затухание геоэкономического турбулентного импульса 2014 года, способствующее частичному сокращению кластерогенных процессов, в особенности в тех регионах, где кластеризация не имеет длительной предыстории, а также в регионах с наименьшим внутренним потенциалом для инновационного роста;
- продолжение (в меньших масштабах) кластеризации в наиболее инновационно развитых регионах (Санкт-Петербурге, Ростовской области, Воронежской области, Краснодарском крае), где сформированы соответствующие организационные и институциональные условия для данного процесса, а также заявлены соответствующие стратегические приоритеты;
- развитие новой волны турбулентной динамики, провоцирующей новые угрозы инновационной безопасности вследствие пандемии COVID-19, находящейся на данный момент в фазе T+; за ней последует фаза M-, наиболее рискогенная для экономических кластеров.

Соответственно, основными управленческими приоритетами в настоящий момент должны стать повышенное внимание к формированию дополнительных мер и институциональных условий кластерного развития (в том числе трансграничного и межрегионального) периферийных регионов, обладающих ограниченным внутренним потенциалом и незначительным опытом кластеризации, чтобы этот процесс не был остановлен вследствие каскадного затухания. Также важным управленческим приоритетом на региональном и местном уровне должна стать поддержка кластеров, в логике развития которых заложено наступление фазы роста организационной массы в ближайшие 3–4 года, что требует как поддержки малого предпринимательства, так и удержания центральных организаций, составляющих ядро кластера, на территории региона (в случае тенденций к

миграции предприятий за пределы региона, как это происходит в рассмотренном примере Ростовской области). Сохранение численности предприятий, их комплексная поддержка, поддержание их кооперации и конкуренции составляют необходимые условия для продолжения процессов кластерогенеза и укрепления инновационной безопасности. В таком случае полученные в периоды после 2014 и 2022 годов импульсы к инновационному развитию и самоорганизации деловой среды не будут потеряны.

Имеют значение для развития современного научного знания и регулятивного инструментария полученные результаты, позволившие осуществить концептуализацию механизмов взаимодействия геоэкономической турбулентности и кластерной самоорганизации, а также раскрыть новую грань в понимании периферийности в свете циклической динамики развития территориальных систем. Сам сформированный концепт периферийности как источника не только лаговой инерции, но и увеличения количества шагов-итераций в распространении импульсов инновационного развития с их постепенным угасанием и искажением (причём, уровень периферизации в относительно иерархической центрo-периферийной системе определяет величину лагового отставания и количество шагов в цепочке передачи импульса, нарастание диссипативных свойств системы и в отдельных случаях негативной нелинейной динамики) – может способствовать развитию новых инструментов управления процессами регионального развития инновационной экономики, укреплению цикла инновационного воспроизводства периферийных зон и их защиты от разрушительного воздействия геоэкономической турбулентности. Данный аспект представляет научную новизну по сравнению с существующими подходами в мировой практике.

Список источников

- 12 крымских предприятий объединились в первый парфюмерно-косметический кластер // RGRU. 23.12.2025. URL: https://rg.ru/2025/12/23/reg-ufo/12-krymskih-predpriyatij-obedinilis-v-pervyj-parfiumerno-kosmeticheskij-klaster.html?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.yandex.ru%2F (дата обращения: 16.04.2026).
- IT-кластер для автоматизации лесного комплекса создадут в Карелии // Республика. URL: <https://rk.karelia.ru/production/it-klaster-dlya-avtomatizatsii-lesnogo-kompleksa-sozdadut-v-karelii/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Автономная некоммерческая организация «Центр развития туристических кластеров Курской области» // Официальный сайт Губернатора и Правительства Курской области. 03.09.2024. URL: <https://kursk.ru/region/control/page-351030/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Бочарова К. Индустриальные парки и кластеры: основа промышленного роста Ростовской области // Деловая газета. Юг. 14.12.2024. URL: <https://www.dg-yug.ru/article/20162932.html> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Архангельской области создан медицинский образовательный кластер // Северный Государственный Медицинский Университет. 12.03.2026. URL: <https://www.nsmu.ru/priority2030/RMOK/rmok-arkhangelskoy-oblasti/> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Белгородской области с 1 сентября начнет функционировать новый машиностроительный кластер // Комсомольская правда. 21.07.2025. URL: <https://www.bel.kp.ru/online/news/6480528/> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Брянской области открыли новый образовательный кластер // Профессионалитет. 15.09.2024. URL: <https://xn--n1abdr5c.xn--p1ai/news/v-bryanskoy-oblasti-otkryli-novyy-obrazovatelnyy-klaster/> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Воронежской области завершилось формирование кластера радиоэлектронной промышленности // Русский век. 29.08.2024. URL: https://ruvek.mid.ru/news/v_voronezhskoy-oblasti_zavershilos_formirovanie_klastera_radioelektronnou_promyshlennosti/ (дата обращения: 16.04.2026).
- В Воронежской области появился кластер радиоэлектронной промышленности // РБК. 23.08.2024. URL: <https://chr.rbc.ru/chr/freenews/66c856839a794768642cc544> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Заполярье на базе колледжей открыли строительный и судоремонтный кластеры // ТАСС. 2.10.2025. URL: <https://tass.ru/obschestvo/25234657> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Калининграде завод «Автотор» запустил кластер по производству автокомпонентов // ТАСС. 30.01.2026. URL: <https://tass.ru/ekonomika/26297343> (дата обращения: 19.04.2026).

- В Калининграде торжественно открыли первую очередь кластера производства автокомпонентов и электромобилей на базе «Автотора» // Вести Калининград. 30.01.2026. URL: <https://vesti-kaliningrad.ru/v-kaliningrade-torzhestvenno-otkryli-pervuyu-ochered-klastera-proizvodstva-avtokomponentov-i-elektromobilej-na-baze-avtotora/> (дата обращения: 19.04.2026).
- В Калининградской области откроется три новых кластера «Профессионалитета» // Правительство Калининградской области. 03.05.2025. URL: <https://gov39.ru/press/379640/> (дата обращения: 19.04.2026).
- В Калининградской области создали еще один кластер IT-технологий // РБК. 18.12.2024. URL: <https://kaliningrad.rbc.ru/kaliningrad/18/12/2024/6762bb559a7947182c33128b> (дата обращения: 19.04.2026).
- В Карелии продолжают создавать образовательные кластеры на базе техникумов и колледжей // Столица на Онего. 21.04.2026. URL: <https://stolicaonego.ru/news/v-karelii-prodolzhat-sozdavat-obrazovatelnye-klastery-na-baze-tehnikumov-i-kolledzhej/> (дата обращения: 29.04.2026).
- В Карелии создан первый лесопромышленный кластер // Фонд развития промышленности Республики Карелия. 03.11.2024. URL: <https://frp-10.ru/news/v-karelii-sozdan-pervyj-lesopromyshlennyj-klaster/> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Карелии формируют новый IT-кластер для автоматизации лесной отрасли России // ТАСС. 01.10.2025. URL: <https://tass.ru/ekonomika/25214051> (дата обращения: 16.04.2026).
- В кластеры по лесопереработке и металлообработке войдут 10 компаний из Карелии // ТАСС. 15.04.2024. URL: <https://tass.ru/ekonomika/20550685> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Курске появятся новые кластеры для кадров в сфере транспорта и машиностроения // МКРУ Черноземье. 08.05.2026. URL: <https://chr.mk.ru/social/2026/05/08/v-kurske-poyavyatsya-novye-klastery-dlya-kadrov-v-sfere-transporta-i-mashinostroeniya.html> (дата обращения: 08.05.2026).
- В Курской области готовятся к созданию кластера проекта «Профессионалитет» по атомной отрасли // Министерство образования и науки Курской области. Официальный сайт. URL: <https://minobrnauki46.ru/v-kurskoj-oblasti-gotovyatsya-k-sozdaniyu-klastera-proekta-professionalitet-ro-atomnoj-otrasli/> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Курской области открылись два новых кластера федерального проекта «Профессионалитет» // Официальный сайт Губернатора и Правительства Курской области. 03.09.2024. URL: https://kursk.ru/news/408967-v-kurskoj-oblasti-otkrylis-dva-novykh-klastera-federalnogo-proekta-professionalitet/?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru (дата обращения: 16.04.2026).
- В Ленинградской области появился первый Креативный кластер // Фонд поддержки малого и среднего предпринимательства Гатчинского муниципального округа. URL: <https://gatchinskiy.813.ru/fond/> (дата обращения: 29.04.2026).
- В Ленобласти более 80 предприятий объединились в промышленные кластеры // ТАСС. 15.08.2022. URL: <https://tass.ru/ekonomika/15474009> (дата обращения: 29.04.2026).
- В Мурманской области будет создано ещё два кластера в рамках реализации федерального проекта «Профессионалитет» // Правительство Мурманской области. Официальный сайт. URL: <https://gov-murman.ru/info/news/523794/> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Петербурге насчитывается 24 креативных кластера площадью 310 тыс. м2 // Деловой Петербург. 06.08.2025. URL: <https://www.dp.ru/a/2025/08/06/v-peterburge-naschitivaetsja> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Псковской области началась работа по созданию кластера информационных технологий // Россия. Псков. 06.05.2025. URL: <https://gtrkpkskov.ru/news-feed/vesti-pskov/35966-v-pskovskoj-oblasti-nachalas-rabota-po-sozdaniyu-klastera-informatsionnykh-tekhnologij.html> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Ростовской области создадут второй туркластер за 7 млрд рублей // Коммерсантъ. 04.06.2025. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7776463> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Севастополе появятся кластеры среднего профессионального образования // РИА Новости Крым. 19.06.2025. URL: <https://crimea.ria.ru/20250619/v-sevastopole-poyavyatsya-klastery-srednego-professionalnogo-obrazovaniya-1147362617.html> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Севастополе создадут два новых образовательно-производственных кластера // Национальные проекты России. 25.07.2025. URL: <https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/news/v-sevastopole-sozdadut-dva-novykh-obrazovatelno-proizvodstvennykh-klastera/> (дата обращения: 16.04.2026).
- В Смоленской области к 2027 году дополнительно создадут 11 образовательных кластеров // ТАСС. 22.04.2024. URL: <https://tass.ru/obschestvo/20618631> (дата обращения: 16.04.2026).

- В Смоленской области открылся образовательный кластер химической отрасли // Национальные проекты России. 09.09.2025. URL: <https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/news/v-smolenskoj-oblasti-otkrylsya-obrazovatelnyy-klaster-khimicheskoy-otrasli/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Григорьев И. Кластеры «Профессионалитета» в Карелии: школа подготовки кадров для экономики // Новости образования. Петрозаводск. URL: <https://petrozavodsk.postupi.online/journal-spo/novosti-obrazovaniya/professionalitet-v-karelii-shkola-podgotovki-kadrov-dlya-ekonomiki/> (дата обращения: 29.04.2026).
- Давыдова В. Машиностроительный агропромкластер «Юг» получил федеральную аккредитацию // РБК Краснодарский край. 15.01.2026. URL: <https://kuban.rbc.ru/krasnodar/freenews/6968b9409a79478b1d2a4278> (дата обращения: 16.04.2026).
- Донской химический кластер будет сформирован в 2026 г. // РБК. 01.12.2025. URL: <https://rostov.rbc.ru/rostov/freenews/692d431f9a7947854c0c75f0> (дата обращения: 16.04.2026).
- Дружинин С. Новые кластеры «Профессионалитета»: в регионе откроют три центра // Аргументы и факты. 02.03.2026. URL: <https://klg.aif.ru/society/novye-klastery-professionaliteta-v-regione-otkroyut-tri-centra> (дата обращения: 19.04.2026).
- Еда небыстрого приготовления. Власти Петербурга разморозили проект пищевого кластера // Фонтанка.ру. 21.11.2025. URL: <https://www.fontanka.ru/2025/11/21/76133080/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Инициативы ФосАгро по развитию горно-туристического кластера «Хибины» получили высокую оценку // ФОСАГО. 25.03.2024. URL: <https://www.phosagro.ru/press/company/initiativy-fosagro-ro-razvitiyu-gorno-turisticheskogo-klastera-khibiny-poluchili-vysokuyu-otsenku/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Истомин П. В Севастополе проектируют туристический кластер мирового уровня // ForPost. Новости Севастополя. 06.10.2025. URL: <https://sevastopol.su/news/v-sevastopole-proektiruyut-turisticheskiy-klaster-mirovogo-urovnya> (дата обращения: 16.04.2026).
- Как за 10 лет изменились курорты Южного берега Крыма // Вести Крым. 13.08.2024. URL: <https://vesti-k.ru/tv/2024/08/13/kak-za-10-let-izmenilis-kurorty-yuzhnogo-berega-kryma/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Карельские IT-компании формируют кластер для автоматизации лесной отрасли России // Петрозаводский государственный университет. 01.10.2025. URL: <https://petrsu.ru/news/2025/152126/karelskie-itkompanii> (дата обращения: 16.04.2026).
- Карта кластеров России. URL: <https://map.cluster.hse.ru/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Кластер информационно-коммуникационных технологий // Минцифры Смоленской области. URL: <https://its.admin-smolensk.ru/dejatelnost/klaster-informacionno-kommunikacionnyh-tehnologij/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Кластер информационных технологий Калининградской области. Официальный сайт. URL: <https://it-cluster39.ru/> (дата обращения: 19.04.2026).
- Кластерное будущее // Главпортал. 12.01.2024. URL: <https://glavportal.com/materials/klasternoe-budushee> (дата обращения: 16.04.2026).
- Кластерное развитие // Центр поддержки предпринимательства Калининградской области. URL: <https://mbkaliningrad.ru/cluster/> (дата обращения: 19.04.2026).
- Кластеры // Центр развития промышленности Ленинградской области. URL: <https://crplo.ru/clusters> (дата обращения: 15.04.2026).
- Кластеры вместо лоскутного одеяла: как Балаклава и Любимовка меняют туризм Севастополя // Информер. Туризм. 02.02.2026. URL: <https://ruinformer.com/page/klastery-vmesto-loskutnogo-odejala-kak-balaklava-i-ljubimovka-menjajut-turizm-sevastopolja> (дата обращения: 16.04.2026).
- Кластеры Смоленской области // Центр кластерного развития Смоленской области. URL: <https://ckr67.ru/klastery/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Когда все площадки культурного кластера Севастополя откроют для посетителей // ГТПК Севастополь. 29.06.2025. URL: <https://vesti92.ru/2025/06/29/kogda-vse-ploschadki-kulturnogo-klastera-sevastopolja-otkrojut-dlja-posetitelej.html> (дата обращения: 16.04.2026).
- Козлов В. Новые точки роста на Дону – высокотехнологичные производства // Эксперт Юг. 22.05.2024. URL: <https://expertsouth.ru/interview/novye-tochki-rosta-na-donu-vysokotekhnologichnye-proizvodstva/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Композитный кластер Смоленской области // Инвестиционный портал Смоленской области. URL: <https://smolinvest.ru/platforms/clusters/composite/> (дата обращения: 16.04.2026).

- Креативный кластер «Бизнес-инкубатор креативных индустрий» // Комитет по развитию малого, среднего бизнеса и потребительского рынка Ленинградской области. URL: <https://msp.lenobl.ru/ru/> (дата обращения: 19.04.2026).
- Креативный Петербург: как город изменили новые кластеры и площадки // Росбалт. 01.12.2025. URL: https://www.rosbalt.ru/news/2025-12-01/kreativnyy-peterburg-kak-gorod-izmenili-novye-klastery-i-ploschadki-5515793?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru (дата обращения: 16.04.2026).
- Креативный пояс Петербурга // Коммерсант. 15.10.2025. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8120810> (дата обращения: 16.04.2026).
- Льняной кластер // Инвестиционный портал Смоленской области. URL: <https://smolinvest.ru/platforms/clusters/linen/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Макаров А. Три новых промышленных кластера появятся в Петербурге // 78.ru. 03.11.2025. URL: <https://78.ru/news/2025-11-03/tri-novih-promishlennih-klastera-poyavyatsya-v-peterburge> (дата обращения: 16.04.2026).
- Место для мультфильмов. В Ростовской области состоялось открытие кластера анимации // Коммерсантъ. 09.04.2026. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8572635> (дата обращения: 16.04.2026).
- Минпромторг Карелии активно развивает межрегиональную кооперацию // Министерство промышленности и торговли Республики Карелия. 30.01.2024. URL: <https://minprom.gov10.ru/news/30-01-2024-minpromtorg-karelii-aktivno-razvivaet-mezhregionalnuyu-kooperatsiyu/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Модернизация системы профтехв в Архангельской области нацелена на подготовку востребованных специалистов // DivinaNews. 6.01.2024. URL: <https://dvinanews.ru/news/detail/10834> (дата обращения: 16.04.2026).
- На Брянщине создан образовательно-производственный кластер «Сельское хозяйство» // Стрела. 07.08.2025. URL: <https://riastrela.ru/p/198835/> (дата обращения: 16.04.2026).
- На калининградском «Автоторе» начали работать семь новых заводов // РБК. 30.01.2026. URL: <https://kaliningrad.rbc.ru/kaliningrad/30/01/2026/697c8f609a794780fac91eff> (дата обращения: 19.04.2026).
- На Кубани открыли три новых кластера «Профессионалитета» // Профессионалитет. 10.09.2025. URL: <https://xn--n1abdr5c.xn--p1ai/news/na-kubani-otkryli-tri-novykh-klastera-professionaliteta/> (дата обращения: 16.04.2026).
- На Кубани открыли учебно-производственный кластер «Машиностроение» // Промышленный портал Краснодарского края. 01.09.2025. URL: <https://promkuban.ru/press/news/na-kubani-otkryli-uchebno-proizvodstvennyi-klaster-masinstroenie-2025-1-sentiabria-12-00> (дата обращения: 16.04.2026).
- На Кубани создадут первый в России международный туристический кластер // Национальные проекты России. 29.03.2026. URL: <https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/news/na-kubani-sozdadut-pervyy-v-rossii-mezhdunarodnyy-turisticheskiy-klaster/> (дата обращения: 16.04.2026).
- На создание пяти туркластеров в Крыму потратят 35 миллиардов рублей // Высокий сезон. 23.10.2024. URL: <https://travel.yandex.ru/pro/v-krymu-sozdadut-pyat-turklasterov-za-35-mlrd-rublej/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Новый образовательный кластер появился в регионе // Россия 1. Брянск. 15.10.2024. URL: <https://brtvr.ru/index.php/obrazovanie/80307-novyy-obrazovatelnyj-klaster-poyavilsya-v-regione> (дата обращения: 16.04.2026).
- Новый производственно-образовательный кластер химической отрасли // Правительство Смоленской области. Официальный сайт. URL: <https://www.admin-smolensk.ru/realizaciya-proektov/novyy-proizvodstvenno-obrazovatelnyj-klaster-himicheskoy-otrasli/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Новый строительный кластер откроют в Севастополе // Первый Севастопольский. 18.02.2026. URL: <https://sev.tv/news/111995.html> (дата обращения: 16.04.2026).
- О туристическом кластере Брянской области // Брянщина. URL: <https://visitbryansk.ru/company/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Открылись 5 образовательно-производственных кластеров федерального проекта «Профессионалитет» // Образовательный портал Воронежской области. URL: https://obrvrn.ru/press-center/news/Otkrylis5kkasterov/?month=11&year=2024&ELEMENT_CODE=Otkrylis5kkasterov (дата обращения: 16.04.2026).

- Первая опера в Крыму: как в Севастополе строят культурно-образовательный кластер будущего // Комсомольская правда. 10.12.2021. URL: <https://www.sevastopol.kp.ru/daily/28368.5/4517043/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Первый в Смоленской области химкластер создадут в 2026 г. для выпуска импортозамещающей продукции // Интерфакс. 16.12.2025. URL: <https://www.interfax-russia.ru/index.php/center/news/pervyy-v-smolenskoj-oblasti-himklaster-sozdadut-v-2026g-dlya-vypuska-importozameshchayushchey-produkcii> (дата обращения: 16.04.2026).
- Плюхина М. Энергетические кластеры Белгородской области // Энергетика и промышленность России. № 11-12 (415-416) июнь 2021 года / Регионы «зеленого» роста. Спецвыпуск. URL: <https://www.eprussia.ru/epr/415-416/3643322.htm> (дата обращения: 16.04.2026).
- Подписаны соглашения о создании на Дону трех новых образовательных кластеров «Профессионалитета» // Официальный портал Правительства Ростовской области. 15.05.2025. URL: <https://www.donland.ru/news/30215/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Поперечнюк А., Прошин Д. Когда все площадки культурного кластера Севастополя откроют для посетителей // ГТРК Севастополь. 29.06.2025. URL: <https://vesti92.ru/2025/06/29/kogda-vse-ploschadki-kulturnogo-klastera-sevastopolja-otkrojut-dlja-posetitelej.html> (дата обращения: 16.04.2026).
- Программа развития Электротехнического промышленного кластера Псковской области. URL: https://gisp.gov.ru/gisip/files/oms_gisip_docker/bfc111fe1c079b85102339100c23fa7c.pdf (дата обращения: 16.04.2026).
- Промышленность // Псковская область. Официальный сайт Правительства Псковской области. URL: <https://pskov.ru/vikipediya/ekonomika/promyshlennost> (дата обращения: 16.04.2026).
- Промышленность и индустриальные кластеры // Как меняется Крым. ТАСС. URL: <https://spec.tass.ru/crimea/industry/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Промышленные и территориальные кластеры // Комитет экономического развития и инвестиционной деятельности Ленинградской области. URL: <https://econ.lenobl.ru/ru/budget/clusters/> (дата обращения: 19.04.2026).
- Промышленные кластеры // Фонд развития промышленности Краснодарского края. URL: <https://frpkk.ru/promyshlennye-klastery/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Промышленный кластер в Карелии сформируют к концу 2027 года // РБК. 05.04.2026. URL: <https://karelia.rbc.ru/karelia/05/04/2026/69ce76579a7947641c45df79> (дата обращения: 16.04.2026).
- Промышленный кластер Калининградской области подтвердил свой статус // Национальные проекты России. 15.12.2025. URL: <https://xn--80aarpemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/news/promyshlennyy-klaster-kaliningradskoy-oblasti-podverdil-svoy-status/> (дата обращения: 19.04.2026).
- Промышленный химический кластер: внедряет инновации в химической отрасли России // Ассоциация кластеров, технопарков и ОЭЗ России. 31.03.2026. URL: <https://akitrf.ru/news/mezhregionalnyy-khimicheskij-klaster-belgorodskoy-oblasti-i-kabardino-balkanskoy-respubliki-vnedryae/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Промышленный Электротехнический кластер Псковской области // Министерство экономического развития Псковской области. URL: <https://economics.pskov.ru/normativnye-akty/promyshlennoe/promyshlennyy> (дата обращения: 16.04.2026).
- Промышленный электротехнический кластер Псковской области. Официальный сайт. URL: <https://pskovpromcluster.ru/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Реестр кластеров Ростовской области // Официальный портал Правительства Ростовской области. URL: <https://www.donland.ru/activity/790/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Росатом войдет в электротехнический кластер Курской области // ТАСС. 19.06.2025. URL: <https://tass.ru/ekonomika/24280457> (дата обращения: 16.04.2026).
- Синкевич М. Кубань прирастает заводами // Коммерсантъ. 07.01.2026. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8337928> (дата обращения: 16.04.2026).
- Смоленская область имеет большой потенциал для открытия кластеров и технопарков // РТРК «Смоленск». 17.07.2025. URL: <https://gtrksmolensk.ru/news/smolenskaya-oblast-imeet-bolshoj-potencial-dlya-otkrytiya-klasterov-i-tehnoparkov/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Смоленская область является активным участником национальных, федеральных проектов и программ // В профиле. URL: <https://xn--b1agimnfh7a.xn--p1ai/article/smolenskaya-oblast-2> (дата обращения: 16.04.2026).
- Соболева О. Как краснодарский кластер «Юг» выстроил кооперацию с заводами ДНР и Запорожья // Эксперт Юг. 07.05.2026. URL: <https://expertsouth.ru/articles/kak-krasnodarskiy-klaster-yug-vystroil-kooperatsiyu-s-zavodami-dnr-i-zaporozhya/> (дата обращения: 16.04.2026).

- Судостроители и изготовители бумаги: кого ждет «Профессионалитет» в Карелии // Нацпроекты. 06.06.2022. URL: <https://xn--80aapampemchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/news/sudostroiteli-i-izgotoviteli-bumagi-kogo-zhdet-professionalitet-v-karelii/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Судостроительный инновационный территориальный кластер Архангельской области // Инновационная инфраструктура и основные показатели инновационной деятельности субъектов Российской Федерации. URL: https://www.mii.ru/inno_object/12/passport (дата обращения: 16.04.2026).
- Судостроительный кластер Архангельской области. Официальный сайт. URL: <http://www.ckao.ru/> (дата обращения: 29.04.2026).
- Точки роста // Министерство курортов, туризма и олимпийского наследия Краснодарского края. 18.03.2020. URL: <https://kurort.krasnodar.ru/activity/informatsiya/investoram/obshchaya-informatsiya/44091> (дата обращения: 16.04.2026).
- Три новых кластера «Профессионалитета» появятся в Калининградской области в 2026 году // Новости образования. 03.03.2026. URL: <https://kaliningrad.postupi.online/journal-spo/novosti-obrazovaniya/tri-novyh-klastera-professionaliteta-poyavyatsya-v-kaliningradskoj-oblasti-v-2026-godu/> (дата обращения: 19.04.2026).
- Туристский кластер // Центр кластерного развития Смоленской области. URL: <https://ckr67.ru/klastery/turistskij-klaster/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Туристско-рекреационному кластеру «Воронежский» исполняется два года // РИА Воронеж. 30.05.2024. URL: <https://riavr.ru/stories/turistsko-rekreacionnomu-klasteru-voronezhskij-ispolnyaetsya-dva-goda/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Туристско-рекреационный кластер «Псковский» // Министерство культуры Псковской области. URL: <https://gkk.pskov.ru/deyatelnost/turizm/proekty/buklety/turistsko> (дата обращения: 16.04.2026).
- Туркластеры стали основным направлением стратегии развития Арктики в Мурманской области // ТАСС. 28.10.2020. URL: <https://tass.ru/ekonomika/9841673> (дата обращения: 16.04.2026).
- Центр кластерного развития // Белгородский региональный ресурсный инновационный центр. Официальный сайт. <http://brric31.ru/centr-klasterного-razvitiya/> (дата обращения: 10.12.2025).
- Центр кластерного развития Воронежской области. Официальный сайт. <http://cluster36.ru/Cluster> (дата обращения: 10.12.2025).
- Центр кластерного развития г. Севастополя. Официальный сайт. URL: <https://mb92.ru/ckr/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Центр кластерного развития Мурманской области. Официальный сайт. <http://murmancluster.ru/> (дата обращения: 10.12.2025).
- Центр кластерного развития Республики Карелия. Официальный сайт. <http://ckr10.ru/3.html> (дата обращения: 10.12.2025).
- Центр кластерного развития Республики Крым. Официальный сайт. URL: <https://ckr.frbk.ru/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Центр кластерного развития Республики Крым. Официальный сайт: <https://business.rk.gov.ru/funds/ckr#home> (дата обращения: 10.12.2025).
- Центр кластерного развития Санкт-Петербурга. Официальный сайт. <https://spbcluster.ru/cluster/> (дата обращения: 19.04.2026).
- Чернов А. Глава Мурманской области рассказал о работе социальных кластеров «Сопки» // Газета.ru. 23.12.2024. URL: <https://www.gazeta.ru/social/news/2024/12/23/24697250.shtml> (дата обращения: 16.04.2026).
- Эволюция городских маршрутов. Как развиваются креативные кластеры Петербурга // Nikoliers. 06.08.2025. URL: <https://nikoliers.ru/media/news/evolyutsiya-gorodskikh-marshrutov-kak-razvivayutsya-kreativnye-klastery-peterburga/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Электротехнический кластер Курской области – шаг к технологическому лидерству // КЭАЗ. 18.04.2025. URL: <https://keaz.ru/company/press-center/publications/2025/2707-elektrotehnicheskij-klaster-kurskoy-oblasti-shag-k-tehnologicheskomu-liderstvu> (дата обращения: 16.04.2026).
- Электротехнический кластер Курской области // Добро.рф. URL: <https://dobro.ru/project/10122190> (дата обращения: 16.04.2026).

Список литературы

- Агапова Д.И., Майоров И.Г. 2020. Экономическая турбулентность: понятие, причины возникновения, влияние на деятельность предприятий. *Инновации. Наука. Образование*, 12: 122–129.
- Багаряков А.В. 2012. Инновационная безопасность в системе экономической безопасности региона. *Экономика региона*, 2: 302–305.

- Бреннер Р. 2014. Экономика глобальной турбулентности: развитые капиталистические экономики от долгого бума до долгого спада, 1945–2005. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 522 с.
- Бурлачков В.К. 2009. Турбулентность экономических процессов: теоретические аспекты. *Вопросы экономики*, 11: 90–97.
- Голова И.М., Суховой А.Ф. 2017. Формирование инновационной составляющей экономической безопасности региона. *Экономика региона*, 13(4): 1251–1263.
- Горочная В.В. 2019а. Инновационная безопасность и кластеризация в динамике мультициклического регионального воспроизводства: декомпозиция, модель, специфика приграничных регионов. *Экономические науки*, 4: 200–214.
- Горочная В.В. 2025. Влияние агломерационного фактора на инновационный рост в условиях периферийности (на примере Ростовской агломерации). *Проблемы приграничья. Новые траектории международного сотрудничества. Материалы IX международной научно-практической конференции*. Калининград: 149–170.
- Горочная В.В. 2020. Инновационная безопасность региона как когерентность мультициклической самоорганизации: опыт построения идеальной модели. *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Гуманитарные и общественные науки*, 3: 24–36.
- Горочная В.В. 2019b. Кластерообразование и инновационная безопасность в регионах западного порубежья России: инвентаризация и основные тренды развития. *Региональная экономика и управление: электронный научный журнал*, 3 (59).
- Горочная В.В. 2014. Развитие кластерных структур как самоорганизующийся процесс в региональной экономике (на примере Ростовской области). Диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук. Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет.
- Горочная В.В. 2018а. Трансграничная кластеризация в черноморском регионе как фактор экономической безопасности Юга России. *Балтийский регион – регион сотрудничества-2018: проблемы и перспективы трансграничного сотрудничества вдоль Западного порубежья России. Мат. междунар. науч. конф. под ред. Г.М. Федорова, Л.А. Жиндарева, А.Г. Дружинина, Т. Пальмовского*: 74–84.
- Горочная В.В. 2018b. Турбулентность в геоэкономике: методический подход к моделированию воздействия на экономическую динамику порубежного региона. *Экономика устойчивого развития*, 4 (36): 136–142.
- Горочная В.В. 2018с. Факторы, форматы и векторы формирования «горизонтальных» межрегиональных связей в западном порубежье России. *Региональная экономика и управление: электронный научный журнал*, 4 (56).
- 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
- Горочная В.В., Михайлова А.А., Михайлов А.С. 2020. Инновационная безопасность приграничного региона: опыт сравнительной статистической и экспертной оценки в Ростовской области. *Национальная безопасность / Nota Bene*, 5: 24–44.
- Григорян В.С. 2016. Турбулентность в мировом рынке: слияния и поглощения. *Евразийский союз учёных*, 3-1 (24): 47–49.
- Доброочеев О.В. 2012. О циклах, которых в экономике нет, и турбулентности, которая будет. *Философия хозяйства*, 5 (83): 272–277.
- Журавлёва Г.П., Манохина Н.В. 2013. Новые правила игры в условиях экономической турбулентности. *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета*, 5 (49): 23–28.
- Клепач А.Н., Доброочеев О.В. 2015. Ансамбль экономических волн или турбулентная гипотеза экономики. *Философия хозяйства*, 6(102): 180–191.
- Кондауров А.С. 2018. Применение циклического подхода Н.Д. Кондратьева к описанию структурных изменений техносферы. *Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Философия. Психология. Педагогика*, 2: 136–140.
- Коротаев А.В., Гринин Л.Е. 2013. Н.Д. Кондратьев и кондратьевские волны в мировой техноинновационной активности. *ЭНСР*, 2 (61): 128–140.
- Лачининский С.С. 2018. Особенности экономического развития регионов западного порубежья России в условиях геополитической турбулентности. *Балтийский регион – регион сотрудничества-2018: проблемы и перспективы трансграничного сотрудничества вдоль Западного порубежья России. Материалы международной научной конференции. под редакцией Г.М. Федорова, Л.А. Жиндарева, А.Г. Дружинина, Т. Пальмовского*: 55–61.

- Мантенья Р., Стенли Г. 2009. Введение в эконофизику: Корреляция и сложность в финансах. М.: Книжный дом «Либроком».
- Мочалов М.А. 2018. Турбулентность глобального экономического развития как важнейшая проблема развития экономической науки. *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление*, 2: 196–205.
- Муруева Э.К. 2017. Роль стратегического проектирования и управления в периоды геополитической и геоэкономической турбулентности. *Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Отв. ред.: В.И. Герасимов*. М.: 39–43.
- Носова С.С., Абдулов Р.Э., Медведева Ю.М. 2016. Методы преодоления турбулентности в экономическом росте современной России. *Экономика и предпринимательство*, 3-1(68): 407–414.
- Носонов А.М. 2014. Моделирование экономических и инновационных циклов в сельском хозяйстве. *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*, 1: 24–33.
- Носонов А.М., Куликов Н.Д. 2013. Теоретические основы исследования инновационных циклов. *Регионоведение*, 3 (84): 42–53.
- Полити В.В. 2017. Теоретические и практические аспекты проявления экономической турбулентности в рыночной среде предприятия. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, 2 (368): 81–85.
- Таранов А.В., Таранова Н.А. 2017. Концепция технологического уклада как современное Продолжение теории длинных циклов в экономике. *Транспортное машиностроение*, 1 (54): 232–242.
- Шорохова Н.А. 2017. Культура предпринимательства в условиях экономической турбулентности. *Известия Международной академии аграрного образования*, 33: 133–136.
- Щекотин Е.В. 2015. Турбулентность и проблема безопасности: к вопросу интерпретации понятий. *Достижения и проблемы современной науки. Отв. ред. Сукиасян А.А.*: 162–164.
- Щекотин Е.В. 2015. Турбулентность как метафора современного мира: к вопросу определения. *Перспективы научных исследований в 21 веке. Сборник материалов VIII международной науч.-практ. конф.*: 124–125.
- Яшева Г.А., Вайлунова Ю.Г. 2022. Планирование и управление кластерным проектом в контексте турбулентности внешней среды: методический подход. *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D. Экономические и юридические науки*, 6: 68–74.
- Giannakis E., & Papadas C. T. 2021. Spatial connectivity and regional economic resilience in turbulent times. *Sustainability*, 13(20):11289.
- Liu H., Fang Y., Liu J., & Chen Y. 2023. The interaction of cultural and creative industries clusters and regional economic resilience from the perspective of spatial analysis. *Sustainability*, 15(6): 5542.
- Mikhaylova A., Gorochnaya V.V. 2019. Innovation Diffusion in Coastal Agglomerations of Western 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*: 1105–1114.
- Mikhaylova A.A. 2016. The role of human capital in providing innovation security of the region. *Journal of Applied Economic Sciences*, 11 (8): 1724–1735.
- Rocha H., Kunc M., & Audretsch D. B. 2020. Clusters, economic performance, and social cohesion: a system dynamics approach. *Regional Studies*, 54(8): 1098–1111.
- Vassakis K., Voulgaris F., Xekardakis D., & Lemonakis C. 2015. Innovation and clustering in SMEs during a period of economic turbulence: the case of Greece. *Proceedings of 9th International Conference 'New Horizons in Industry, Business and Education'*: 340–346.

References

- Agapova D.I., Mayorov I.G. 2020. Economic Turbulence: the Concept, Causes, Impact on the Activities of Enterprises. *Innovation. Science. Education*, 12: 122–129 (in Russian).
- Bagaryakov A.V. 2012. Innovative Security in the Economic Security System of Region. *Economics of Region*, 2: 302–305 (in Russian).
- Brenner, R. 2014. Economics of Global Turbulence: Developed Capitalist Economies from a Long Boom to a Long Recession, 1945–2005 – Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics, 522 p. (in Russian).
- Burlachkov V.K. 2009. Turbulence of Economic Processes: Theoretical Aspects. *Voprosy ekonomiki*, 11: 90–97 (in Russian).



- Golova I.M., Sukhovey A.F. 2017. Formation of an Innovative Component of the Economic Security of the Region. *Economics of region*, 13(4): 1251–1263 (in Russian).
- Gorochnaya V.V. 2019a. Innovative Security and Clustering in the Dynamics of Multicyclic Regional Reproduction: Decomposition, Model, Specifics of Border Regions. *Economic Sciences*, 4: 200–214 (in Russian).
- Gorochnaya V.V. 2025. The Influence of the Agglomeration Factor on Innovative Growth in Peripheral Conditions (Using the Example of the Rostov Agglomeration). *Problems of the border area. New trajectories of international cooperation. Materials of the IX International Scientific and practical conference*. Kaliningrad: 149–170 (in Russian).
- Gorochnaya V.V. 2020. Innovative Security of the Region as a Coherence of Multicyclic Self-Organization: the Experience of Building an Ideal Model. *Bulletin of the Baltic Federal University named after I. Kant. Series: Humanities and Social Sciences*, 3: 24–36 (in Russian).
- Gorochnaya V.V. 2019b. Cluster Formation and Innovative Security in the Regions of the Western Borderlands of Russia: Inventory and Main Development Trends. *Regional Economics and Management: Electronic Scientific Journal*, 3 (59) (in Russian).
- Gorochnaya V.V. 2014. The Development of Cluster Structures as a Self-Organizing Process in the Regional Economy (Using the Example of the Rostov Region). Dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences. Rostov-on-Don, Southern Federal University (in Russian).
- Gorochnaya V.V. 2018a. Cross-border Clustering in the Black Sea Region as a Factor of Economic Security in Southern Russia. *The Baltic Region – the Region of cooperation-2018: problems and prospects of cross-border cooperation along the Western Border of Russia. Mat. international scientific conf.. edited by G.M. Fedorov, L.A. Zhindarev, A.G. Druzhinin, T. Palmovsky*: 74–84 (in Russian).
- Gorochnaya V.V. 2018b. Turbulence in Geoeconomics: a Methodological Approach to Modeling the Impact on the Economic Dynamics of a Border Region. *Economics of Sustainable Development*, 4 (36):136–142 (in Russian).
- Gorochnaya V.V. 2018c. Factors, Formats and Vectors of the Forming ‘Horizontal’ Interregional Relations in the Western Borderlands of Russia. *Regional Economics and Management: Electronic Scientific Journal*, 4 (56) (in Russian).
- Gorochnaya V.V. 2026. Diagnostics of Cyclical Dynamics of Innovative Development of Peripheral Regions. *Economics. Information Technologies*, 53(2): 301–319 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-301-319. EDN EOQSDT
- Gorochnaya V.V., Mikhailova A.A., Mikhailov A.S. 2020. Innovative security of the Border Region: the Experience of Comparative Statistical and Expert Assessment in the Rostov Region. *National Security / Nota Bene*, 5:24–44 (in Russian).
- Grigoryan V.S. 2016. Turbulence in the Global Market: Mergers and Acquisitions. *Eurasian Union of Scientists*, 3-1 (24):47–49 (in Russian).
- Dobrocheev O.V. 2012. About the Cycles that Don't Exist in the Economy, and the Turbulence that Will Be. *Philosophy of Economy*, 5 (83):272–277 (in Russian).
- Zhuravleva G.P., Manokhina N.V. 2013. New Rules of the Game in Conditions of Economic Turbulence. *Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University*, 5 (49):23–28 (in Russian).
- Klepach A.N., Dobrocheev O.V. 2015. The Ensemble of Economic Waves or the Turbulent Hypothesis of Economics. *Philosophy of Economy*, 6(102):180–191 (in Russian).
- Kondaurov A.S. 2018. Application of N.D. Kondratiev's Cyclic Approach to the Description of Structural Changes in the Technosphere. *Bulletin of Saratov University of Nov. ser. Ser. Philosophy. Psychology. Pedagogy*, 2: 136–140.
- Korotaev A.V., Grinin L.E. 2013. N.D. Kondratiev and Kondratiev's Waves in the Global Techno-Innovative Activity. *ENSR*, 2 (61): 128–140 (in Russian).
- Lachininsky S.S. 2018. Features of the Economic Development of the Regions of the Western Borderlands of Russia in the Context of Geopolitical Turbulence. *The Baltic Region – the region of cooperation-2018: problems and prospects of cross-border cooperation along the Western Border of Russia. Materials of the international scientific conference. edited by G.M. Fedorov, L.A. Zhindarev, A.G. Druzhinin, T. Palmovsky*: 55–61 (in Russian).
- Mantegna R., Stanley G. 2009. Introduction to Econometrics: Correlation and Complexity in Finance. Moscow: Librocom Book House (in Russian).
- Mochalov M.A. 2018. The Turbulence of Global Economic Development as the Most Important Problem of Economic Science Development. *Bulletin of Tver State University. Series: Economics and Management*, 2:196–205 (in Russian).
- Murueva E.K. 2017. The Role of Strategic Design and Management in Periods of Geopolitical and Geo-

- Economic Turbulence. *Russia: trends and development prospects. The yearbook*. Edited by V.I. Gerasimov, Moscow: 39–43 (in Russian).
- Nosova S.S., Abdulov R.E., Medvedeva Y.M. 2016. Methods of Overcoming Turbulence in the Economic Growth of Modern Russia. *Economics and Entrepreneurship*, 3-1(68): 407–414 (in Russian).
- Nosonov A.M. 2014. Modeling of Economic and Innovation Cycles in Agriculture. *National Interests: Priorities and Security*, 1:24–33 (in Russian).
- Nosonov A.M., Kulikov N.D. 2013. Theoretical Foundations of the Research of Innovation Cycles. *Regionology*, 3 (84): 42–53 (in Russian).
- Politi V.V. 2017. Theoretical and Practical Aspects of the Manifestation of Economic Turbulence in the Market Environment of the Enterprise. *News of higher educational institutions. Textile Industry Technology*, 2 (368):81–85 (in Russian).
- Taranov A.V., Taranova N.A. 2017. The Concept of Technological Structure as a Modern Continuation of the Theory of Long Cycles in Economics. *Transport Engineering*, 1 (54):232–242 (in Russian).
- Shorokhova N.A. 2017. The Culture of Entrepreneurship in the Context of Economic Turbulence. *Proceedings of the International Academy of Agrarian Education*, 33:133–136 (in Russian).
- Shchekotin E.V. 2015. Turbulence and the Problem of Safety: on the Issue of Interpretation of Concepts. *Achievements and problems of modern science*. Ed. Sukiasyan A.A.: 162–164 (in Russian).
- Shchekotin E.V. 2015. Turbulence as a Metaphor for the Modern World: on the Issue of Definition. *Prospects of Scientific Research in the 21st Century. Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference*: 124–125 (in Russian).
- Yasheva G.A., Vailunova Y.G. 2022. Planning and Management of a Cluster Project in the Context of Environmental Turbulence: a Methodological Approach. *Bulletin of the Polotsk State University. Series D. Economic and Legal Sciences*, 6: 68–74 (in Russian).
- Giannakis E., & Papadas C.T. 2021. Spatial Connectivity and Regional Economic Resilience in Turbulent Times. *Sustainability*, 13(20):11289.
- Liu H., Fang Y., Liu J., & Chen Y. 2023. The Interaction of Cultural and Creative Industries Clusters and Regional Economic Resilience from the Perspective of Spatial Analysis. *Sustainability*, 15(6): 5542.
- Mikhaylova A., Gorochnaya V.V. 2019. Innovation Diffusion in Coastal Agglomerations of Western 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*: 1105–1114.
- Mikhaylova A.A. 2016. The Role of Human Capital in Providing Innovation Security of the Region. *Journal of Applied Economic Sciences*, 11 (8): 1724–1735.
- Rocha H., Kunc M., & Audretsch D. B. 2020. Clusters, Economic Performance, and Social Cohesion: a System Dynamics Approach. *Regional Studies*, 54(8): 1098–1111.
- Vassakis K., Voulgaris F., Xekardakis D., & Lemonakis C. 2015. Innovation and Clustering in SMEs During a Period of Economic Turbulence: the Case of Greece. *Proceedings of 9th International Conference New Horizons in Industry, Business and Education*: 340–346.

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 12.05.2026

Поступила после рецензирования 22.06.2026

Принята к публикации 30.06.2026

Received May 12, 2026

Revised June 22, 2026

Accepted June 30, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

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

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

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 332.13
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-512-519
EDN ESBUNQ

Пространственное неравенство деловой активности регионов России: анализ на основе показателей малого и среднего предпринимательства

Раковская-Самойлова А.Х., Дружникова Е.П., Титова И.Н., Мочалова Я.В.

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

1863642@bsuedu.ru, druzhnikova@bsuedu.ru, titova@bsuedu.ru, leschinskaya@bsuedu.ru

Аннотация. В статье исследуется пространственное неравенство деловой активности регионов Российской Федерации. Проведена оценка размещения МСП по субъектам РФ с точки зрения территориальной равномерности. Выявлена устойчивая кластеризация регионов: от высокоразвитых агломераций-локомотивов до депрессивных территорий с маргинальной предпринимательской активностью. Рассмотрены факторы, формирующие такую конфигурацию: агломерационные эффекты, человеческий капитал, институциональная среда, инфраструктура. Представлены выводы о необходимости адресных мер поддержки периферийных регионов для снижения пространственных диспропорций.

Ключевые слова: пространственное неравенство, деловая активность, малое и среднее предпринимательство, регионы России, плотность МСП, инвестиционный климат

Для цитирования: Раковская-Самойлова А.Х., Дружникова Е.П., Титова И.Н., Мочалова Я.В. 2026. Пространственное неравенство деловой активности регионов России: анализ на основе показателей малого и среднего предпринимательства. *Экономика. Информатика*, 53(3): 512–519. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-512-519. EDN ESBUNQ

Spatial Inequality of Business Activity in Russian Regions: Analysis Based on Small and Medium-Sized Enterprises

**Anna Kh. Rakovskaya-Samoylova, Elena P. Druzhnikova,
Irina N. Titova, Yana V. Mochalova**

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

1863642@bsuedu.ru, druzhnikova@bsuedu.ru, titova@bsuedu.ru, leschinskaya@bsuedu.ru

Abstract. This article examines the spatial inequality of business activity in the regions of the Russian Federation. The distribution of SMEs across the constituent entities of the Russian Federation is assessed in terms of territorial uniformity. A stable clustering of regions has been identified, ranging from highly developed locomotive agglomerations to depressed areas with marginal entrepreneurial activity. Factors shaping this configuration are examined, including agglomeration effects, human capital, the institutional environment, and infrastructure. The authors draw conclusions regarding the need for targeted support measures for peripheral regions to reduce spatial disparities.

Keywords: spatial inequality, business activity, small and medium-sized enterprises, Russian regions, SME density, investment climate

For citation: Rakovskaya-Samoylova A.Kh., Druzhnikova E.P., Titova I.N., Mochalova Ya.V. 2026. Spatial Inequality of Business Activity in Russian Regions: Analysis Based on Small and Medium-Sized Enterprises.

© Раковская-Самойлова А.Х., Дружникова Е.П., Титова И.Н., Мочалова Я.В., 2026

Введение

Пространственное неравенство экономического развития является одной из ключевых проблем современной России [Антонова, 2022]. Деловая активность, измеряемая через показатели предпринимательства, инвестиций и занятости в малом и среднем бизнесе, концентрируется в ограниченном числе регионов преимущественно в крупных агломерациях европейской части страны [Wei, 2015]. Это приводит к неэффективному использованию ресурсов, усилению миграционных потоков, снижению темпов экономического роста в периферийных территориях и угрозе национальной безопасности.

Следовательно, актуальность исследования обусловлена такими возможными последствиями неравенства деловой активности регионов России, как:

- формирование модели «центр-периферия», в которой бизнес и капитал концентрируются в нескольких успешных регионах, а периферийные регионы превращаются в «экономические пустыни», зависимые от федеральных дотаций [Kemeny, Petralia, Storper, 2025];

- неэффективное использование ресурсов в экономическом пространстве страны [Чистникова, 2025];

- снижение устойчивости национальной экономики, так как чрезмерная зависимость всей экономической системы от благополучия нескольких регионов делает ее уязвимой [Krugman, 1991];

- усиление бюджетного неравенства, когда регионы-лидеры становятся донорами федерального бюджета, а большинство других регионов – дотационными, это создает постоянную зависимость региональных властей от центра и снижает их мотивацию к развитию собственной экономической базы [Stryabkova and others, 2018];

- подавление местной конкуренции и производства, так как крупные федеральные сети и компании, базирующиеся в центре, легко вытесняют местный бизнес в регионах, что ведет к оттоку прибыли из территорий и унификации потребительского рынка [Бондаренко, Губарев, 2020].

Экономический «перекос» от пространственного неравенства деловой активности угрожает негативными социальными последствиями в регионах: массовой внутренней миграцией, деградацией социальной инфраструктуры, ростом социального неравенства и напряженности, перегрузкой социальной инфраструктуры в центрах [Антонова, 2026].

Согласно данным Росстата, валовой региональный продукт (ВРП) на душу населения в Москве в 2023–2024 годах более чем в 4–5 раз превышал среднероссийский уровень и в 8–10 раз – показатели наиболее отстающих субъектов (Республика Тыва, Ингушетия, Чукотский АО). Подобные диспропорции характерны и для деловой активности [Зубаревич, Сафронов, 2024]. В условиях санкционного давления и реализации национальных проектов особую актуальность приобретает анализ того, насколько сектор малого и среднего предпринимательства способствует или, наоборот, усугубляет пространственное неравенство.

Цель статьи – количественно оценить уровень пространственного неравенства деловой активности регионов России, выявить его основные факторы и предложить рекомендации по снижению диспропорций.

Объекты и методы исследования

В качестве ключевых показателей деловой активности выбраны:

- абсолютное число субъектов малого и среднего предпринимательства (юридические лица и индивидуальные предприниматели);

- плотность МСП (число субъектов на 1000 жителей);

- доля занятых в секторе МСП в общей занятости региона;

- позиции регионов в Национальном рейтинге состояния инвестиционного климата Агентства стратегических инициатив.

Для оценки неравенства использовались системно-сбалансированный подход, идеализация, детерминация, многомерный анализ, кластерный анализ, картография.

Результаты и их обсуждение

Сектор малого и среднего предпринимательства (МСП) занимает особое место в контексте рассмотрения проблемы пространственной неоднородности социально-экономического развития России [Копытова, Просуков, 2025]. С одной стороны, малый бизнес рассматривается как гибкий инструмент развития отстающих территорий, поскольку он способен адаптироваться к локальному спросу и создавать рабочие места без масштабных капиталовложений. С другой стороны, размещение МСП в пространстве подчиняется тем же экономическим законам, что и крупный бизнес: концентрация в агломерациях с их рынками сбыта, инфраструктурой и квалифицированными кадрами неизбежна [Корчагина, 2025]. В результате доля МСП в валовом региональном продукте (ВРП) колеблется по регионам от 2,3 % до 43,6 %, а доля занятых в секторе – от 10,9 % до 63,1 %. Такая амплитуда свидетельствует, что территориальный тип предпринимательства – не пассивный фон, а самостоятельный фактор, углубляющий или сглаживающий пространственные разрывы.

Карта распределения субъектов МСП по федеральным округам России представлена на рис. 1.

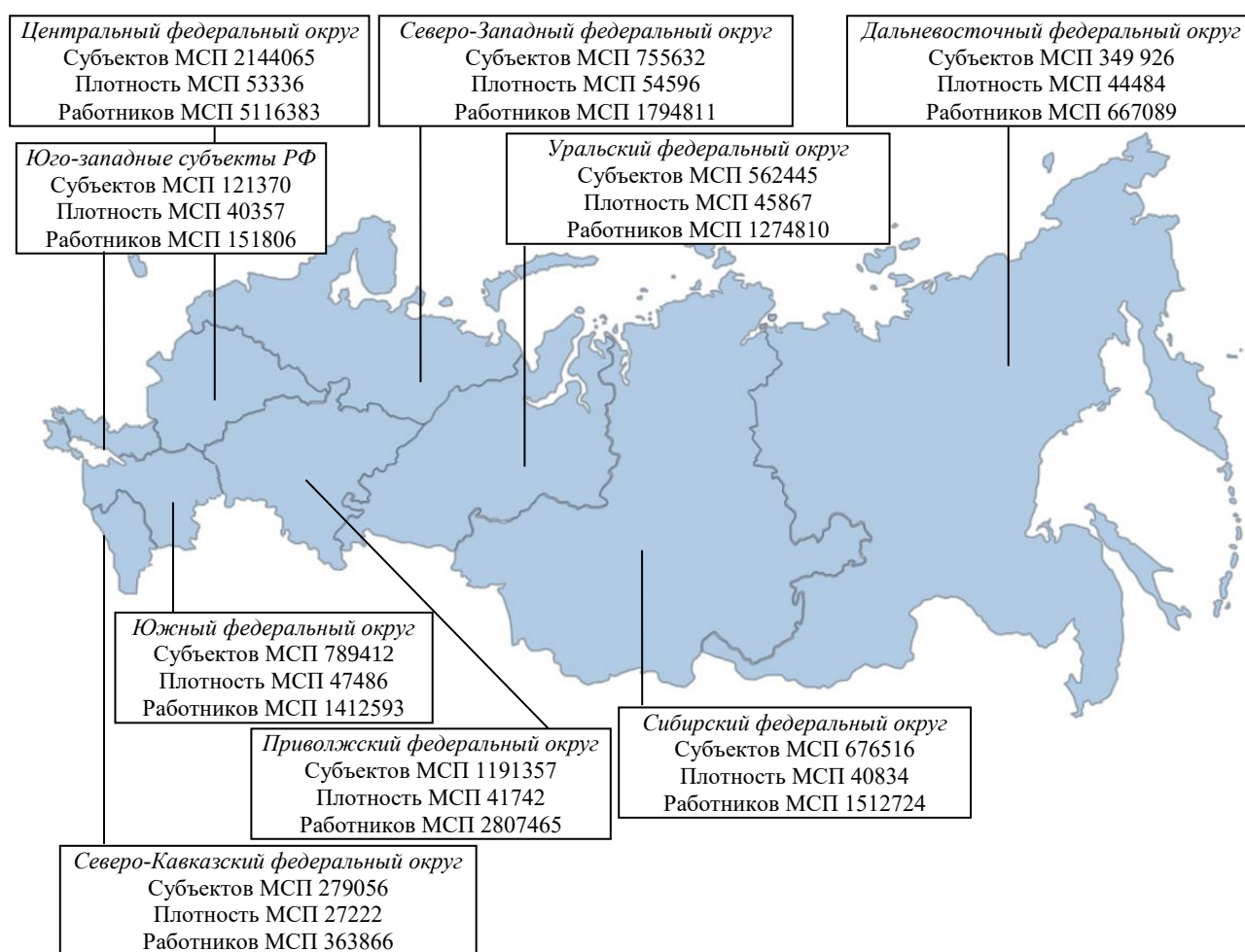


Рис. 1. Карта распределения субъектов МСП по федеральным округам России

Fig. 1. Map of the distribution of SMEs by federal districts in Russia

Составлено авторами.

По состоянию на начало 2026 года в России зарегистрировано 6,95 млн субъектов МСП. Распределение по федеральным округам крайне неравномерно: Центральный ФО – 2 170 249 субъектов (31,2 %), Приволжский – 1 204 036 (17,3 %), Южный – 797 966 (11,5 %), Сибирский – 684 892 (9,9 %), Северо-Западный – 764 252 (11,0 %). На Дальневосточный ФО приходится всего 349 926 субъектов (5,0 %), на Северо-Кавказский – 284 379 (4,1 %).

На Центральный федеральный округ, включая Москву, приходится более 35 % всех зарегистрированных субъектов МСП, тогда как на Дальневосточный и Северо-Кавказский федеральные округа суммарно – менее 10 %.

Регионами-лидерами по абсолютному числу представителей малого и среднего предпринимательства являются: Москва – 931974 субъекта, Московская область – 487278, Санкт-Петербург – 397911, Краснодарский край – 327703, Свердловская область – 223791.

Минимальное число субъектов малого и среднего предпринимательства приходится на регионы: Чукотский АО – 1820, Ненецкий АО – 2027, Еврейская АО – 4016, Республика Тыва – 10459, Республика Ингушетия – 7751.

Особый интерес представляет динамика 2024–2025 гг.: впервые за долгое время зафиксирован «исход» малого бизнеса из столиц. Количество регистраций новых компаний в Москве снизилось на 28,4 % за год, тогда как рекорсменами по приросту стали Марий Эл, Чувашия, Дагестан и Чечня. Аналитики связывают это с перенасыщением московского рынка, ростом конкуренции и развитием удалённых форматов работы, которые делают физическое присутствие в столице необязательным. Это свидетельствует о начале процесса деконцентрации – перетекании наименее капиталоемких форм предпринимательства в регионы.

Плотность субъектов малого и среднего предпринимательства на 1000 жителей демонстрирует еще более выраженное неравенство. Среднероссийский показатель – 47,55. В Москве – 70,2, в Санкт-Петербурге – 70,4, в Московской области – 55,5, в Краснодарском крае – 56,1. В то же время в Республике Ингушетия – лишь 14,5, в Республике Тыва – 30,9, в Еврейской АО – 27,8. Коэффициент вариации плотности по 85 субъектам РФ (с учетом новых регионов) оценивается на уровне 0,42–0,48, что указывает на высокую степень неравенства.

Доля занятых в МСП также варьируется: в Санкт-Петербурге и Москве – более 60 %, в Республике Калмыкия – 65,5 %, в Новосибирской области – 53,8 %. В периферийных регионах (Чукотка, Магаданская область, отдельные субъекты Северного Кавказа) этот показатель часто ниже 30–35 %.

Национальный рейтинг инвестиционного климата Агентства стратегических инициатив (табл. 1) подтверждает концентрацию благоприятной деловой среды.

Таблица 1
Table 1

Рейтинг состояния инвестиционного климата в регионах России в 2023–2025 гг.
Ranking of the investment climate in Russian regions in 2023–2025

Место	2023 год	2024 год	2025 год
1	2	3	4
1	Москва	Москва	Москва
2	Республика Татарстан	Нижегородская область Республика Татарстан	Нижегородская область Республика Татарстан
3	Московская область Нижегородская область Тюменская область	Московская область Республика Башкортостан Тюменская область	Московская область Республика Башкортостан
4	Республика Башкортостан Тульская область Сахалинская область	Сахалинская область Новгородская область	Сахалинская область Тюменская область
5	Новгородская область Краснодарский край	Санкт-Петербург Республика Крым Тульская область	Калужская область Смоленская область Челябинская область

Окончание табл. 1
End of Table 1

1	2	3	4
6	Санкт-Петербург Чеченская Республика	Калужская область Краснодарский край	Санкт-Петербург
7	Калужская область	Чеченская Республика Магаданская область	Республика Крым Воронежская область Краснодарский край
8	Республика Крым Смоленская область	Смоленская область	Липецкая область Чеченская Республика
9	Магаданская область Ханты-Мансийский автономный округ – Югра Самарская область	Липецкая область Воронежская область Пермский край	Новгородская область Магаданская область Республика Мордовия
10	Республика Карелия	Челябинская область Ленинградская область	Свердловская область Саратовская область

Составлено авторами по материалам Агентства стратегических инициатив
https://asi.ru/government_officials/rating/

Так, наиболее благоприятные условия для ведения бизнеса на протяжении многих лет сохраняются в г. Москва. Высокие конкурентные позиции в борьбе за инвестиции на региональном уровне имеют Республика Татарстан, Нижегородская область, Московская область, Республика Башкортостан, Тюменская область. Значительная инвестиционная привлекательность наблюдалась в Сахалинской области, Калужской области. Аутсайдерами традиционно остаются ряд регионов Северного Кавказа, Дальнего Востока и Сибири (хотя Магаданская область и Чеченская Республика в 2025 году улучшили позиции).

Проведённая кластеризация 85 регионов России позволила выделить пять устойчивых типов, сохраняющихся в 2020–2026 гг. (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Типология регионов России по уровню развития МСП
Typology of Russian regions by the level of SME development

Кластер	Характеристика	Примеры регионов	Доля МСП в ВРП (средняя), %
I	Высокий уровень МСП на фоне высокого экономического развития	Москва, Санкт-Петербург, Московская область	30–43
II	Средний уровень МСП при высоком экономическом развитии (сырьевые регионы)	Ненецкий АО, Ямало-Ненецкий АО, ХМАО	12–18
III	Повышенный уровень МСП при среднем уровне экономического развития	Краснодарский край, Новосибирская область, Калмыкия	22–28
IV	Средний уровень МСП при среднем экономическом развитии	Большинство регионов Центра и Поволжья	15–20
V	Низкий уровень МСП на фоне низкого экономического развития	Республики Северного Кавказа (кроме лидеров), отдельные регионы Сибири и Дальнего Востока	5–10

Источник: составлено авторами по данным Росстата и Единого реестра МСП.

Наиболее показателен кластер II (Ненецкий и Ямало-Ненецкий АО): при экстремально высоком среднедушевом ВРП, обеспеченном нефтегазодобычей, уровень развития МСП остается лишь средним. Это подтверждает гипотезу о подавлении малого бизнеса в монопрофильных сырьевых экономиках, где доминируют крупные вертикально-интегрированные структуры, контролирующие рынки труда и закупок.

Кластер III, напротив, демонстрирует аномально высокую предпринимательскую активность при умеренном общем экономическом развитии. Республика Калмыкия – лидер по доле занятых в МСП (более 63 % работающего населения при среднем по стране 40 %). Это уникальный случай, когда малый бизнес становится главным работодателем и системообразующим элементом региональной экономики. Однако, как показывают интервью с предпринимателями Юга России, высокая занятость в МСП в Калмыкии сочетается с критически низкими показателями инфраструктуры и цифровизации, что создаёт «ловушку»: предприятия многочисленны, но имеют микроразмер и низкую производительность.

Эмпирический анализ распределения деловой активности позволил выявить, что факторами пространственного неравенства в данной сфере являются:

1. Агломерационные эффекты и урбанизация. Москва и Санкт-Петербург аккумулируют рынки сбыта, квалифицированные кадры, финансовые институты и инновационную инфраструктуру. Возникающий эффект «притяжения» усиливает отток ресурсов из периферии.

2. Человеческий капитал. Уровень образования и квалификации населения выше в центрах. В Москве и Санкт-Петербурге доля населения с высшим образованием превышает 40 %, тогда как в Ингушетии и Тыве – менее 20 %. Это напрямую влияет на способность создавать и развивать бизнес.

3. Институциональная среда и инвестиционный климат. Рейтинг АСИ показывает, что регионы-лидеры обеспечивают более быстрые процедуры регистрации бизнеса, лучше защищают права собственности и предоставляют эффективные меры поддержки. В отстающих регионах сохраняются административные барьеры и низкое доверие к власти.

4. Инфраструктура и транспортная доступность. Высокие транспортные издержки в Дальневосточном и Сибирском ФО ограничивают доступ к рынкам. Реализация национальных проектов «Безопасные качественные дороги» и «Комплексный план модернизации транспортной инфраструктуры» пока не полностью нивелировала разрыв.

5. Демографические и миграционные процессы. Отток молодежи из периферийных регионов (особенно с 2022 года) снижает предпринимательский потенциал.

6. Отраслевая структура. В сырьевых регионах (ХМАО, ЯНАО, Тюменская область) доминирует крупный бизнес, а малый и средний бизнес развивается слабо из-за высокой конкуренции и капиталоемкости.

Заключение

Пространственное неравенство деловой активности представляет собой комплексную угрозу для устойчивого и сбалансированного развития всей Российской Федерации, подрывающую ее экономический, социальный, демографический и геополитический потенциал.

Несмотря на рост предпринимательской активности в субъектах РФ в последние годы, концентрация бизнеса в крупных городских агломерациях сохраняется.

Пространственное неравенство деловой активности в России носит устойчивый характер и обусловлено как объективными (географическими, ресурсными), так и субъективными (институциональными) факторами. Сектор МСП в большей степени, чем крупный бизнес, зависит от качества региональной среды, поэтому он может выступать как «амортизатором» неравенства (в регионах с хорошим климатом), так и его усилителем (в периферии).

Пространственное неравенство деловой активности регионов России остается высоким: разрыв по плотности малого и среднего предпринимательства между лидерами и аутсайдерами достигает 4–5 раз. Это ограничивает потенциал устойчивого развития и требует системных мер, в качестве которых следует предложить:

- усиление адресной поддержки субъектов МСП в регионах с низкой плотностью (Северный Кавказ, Дальний Восток, Сибирь) через региональные фонды и налоговые льготы;
- развитие межрегиональной кооперации и кластеров (например, агропромышленные в ЮФО и Сибири);
- улучшение инвестиционного климата в отстающих регионах по методике АСИ (сокращение административных процедур, защита прав);
- интегрирование мер по развитию МСП в Стратегию пространственного развития страны с конкретными целевыми показателями по плотности бизнеса.

Также цифровизация и развитие удаленной занятости создают определенные возможности для выравнивания, однако без улучшения транспортной и цифровой инфраструктуры в отстающих регионах эффект будет минимальным.

Список литературы

- Антонова М.В. 2026. Уровень финансовой грамотности населения как фактор устойчивости региональных экономических систем. *Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права*, 1(116): 151–161. DOI 10.21295/2223-5639-2026-1-151-161. EDN PTMGVH.
- Антонова М.В. 2022. Влияние демографических факторов на финансово-экономические результаты региона (на примере Белгородской области). *Экономика. Информатика*, 49(3): 445–455. DOI 10.52575/2687-0932-2022-49-3-445-455
- Бондаренко Н.Е., Губарев Р.В. 2020. Проблема регионального неравенства в социально-экономическом развитии Российской Федерации. *Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова*, 17(5 (113)): 56–68.
- Зубаревич Н.В., Сафронов С.Г. 2024. Межрегиональное неравенство в России и постсоветских странах в XXI веке. *Региональные исследования*, 1(83): 4–18. DOI 10.5922/1994-5280-2024-1-1. EDN DPUWWT.
- Копытова Е.Д., Просуков С.С. 2025. Проблемы функционирования малого и среднего предпринимательства в контексте обеспечения пространственного развития региона. *Проблемы развития территории*, 29(3): 10–37. DOI 10.15838/ptd.2025.3.137.2.
- Корчагина И.В. 2025. Потенциал малого и среднего предпринимательства в сдерживании пространственного неравенства регионов Сибирского федерального округа. *Экономический журнал ОмГУ*, 1: 98–106. DOI 10.24147/1812-3988.2025.23(1).98-106
- Чистникова И. В. 2025. Аллокативная эффективность региональной экономики: методы измерения и способы достижения. *Естественно-гуманитарные исследования*, 6(62): 829–832. EDN OSOUAT.
- Kemeny T., Petralia S., Storper M. 2025. Disruptive innovation and spatial inequality. *Regional Studies*, 59(1): 2076824. DOI 10.1080/00343404.2022.2076824
- Krugman P. 1991. Increasing Returns and Economic Geography. *Journal of Political Economy*, 99(3): 483–499.
- Stryabkova E.A., Glotova A.S., Titova I.N., Lyshchikova J.V., Chistnikova I.V. Modeling and forecasting of socio-economic development of the region. *The Journal of Social Sciences Research*, 2018. 2018(5): 404–410. DOI 10.32861/jssr.spi5.404.410. EDN LHRBJM.
- Wei Y.D. 2015. Spatiality of regional inequality. *Applied Geography*, 61: 1–10.

References

- Antonova M.V. 2026. The level of financial literacy of the population as a factor in the sustainability of regional economic systems. *Bulletin of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*, 1(116): 151–161 (in Russian). DOI 10.21295/2223-5639-2026-1-151-161. EDN PTMGVH.
- Antonova M.V. 2022. The Influence of Demographic Factors on the Financial and Economic Results of the Region (on the Example of the Belgorod Region). *Economics. Information Technologies*, 49(3): 445–45 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2022-49-3-445-455
- Bondarenko N.E., Gubarev R.V. 2020. The Problem of Regional Inequality in the Socioeconomic Development of the Russian Federation. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*, 17(5 (113)): 56–68 (in Russian).
- Zubarevich N.V., Safronov S.G. 2024. Interregional Inequality in Russia and Post-Soviet Countries in the 21st Century. *Regional Studies*, 1(83): 4–18 (in Russian). DOI 10.5922/1994-5280-2024-1-1. EDN DPUWWT.

- Kopytova E.D., Proskurov S.S. 2025. Problems of Small and Medium-Sized Business Functioning in the Context of Ensuring Spatial Development of the Region. *Problems of Territory Development*, 29(3): 10–37 (in Russian). DOI 10.15838/ptd.2025.3.137.2.
- Korchagina I.V. 2025. The potential of small and medium-sized enterprises in containing the spatial inequality of the regions of the Siberian Federal District. *Omsk State University Economic Journal*, 1: 98-106 (in Russian). DOI 10.24147/1812-3988.2025.23(1).98-106
- Chistnikova I.V. 2025. Allocative Efficiency of the Regional Economy: Methods of Measurement and Ways of Achieving It. *Natural and Humanitarian Research*, 6(62): 829-832 (in Russian). EDN OSOUAT.
- Kemeny T., Petralia S., Storper M. 2025. Disruptive innovation and spatial inequality. *Regional Studies*, 59(1): 2076824. DOI 10.1080/00343404.2022.2076824
- Krugman P. 1991. Increasing Returns and Economic Geography. *Journal of Political Economy*, 99(3): 483–499.
- Stryabkova E.A., Glotova A.S., Titova I.N., Lyshchikova J.V., Chistnikova I.V. Modeling and forecasting of socio-economic development of the region. *The Journal of Social Sciences Research*, 2018. 2018(5): 404–410. DOI 10.32861/jssr.spi5.404.410. EDN LHRBJM.
- Wei Y.D. 2015. Spatiality of regional inequality. *Applied Geography*, 61: 1–10.

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 04.05.2026

Поступила после рецензирования 08.06.2026

Принята к публикации 22.06.2026

Received May 04, 2026

Revised June 08, 2026

Accepted June 22, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Раковская-Самойлова Анна Христиановна, аспирант кафедры прикладной экономики и экономической безопасности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Anna Kh. Rakovskaya-Samoylova, Postgraduate Student of the Department of Applied Economics and Economic Security, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Дружникова Елена Петровна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры прикладной экономики и экономической безопасности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Elena P. Druzhnikova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Economics and Economic Security, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Титова Ирина Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента и маркетинга, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Irina N. Titova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management and Marketing, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Мочалова Яна Викторовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры прикладной экономики и экономической безопасности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Yana V. Mochalova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Economics and Economic Security, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

УДК 332.1
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-520-532
EDN FUWXES

Национальные проекты и социально-экономическая динамика регионов Юга России: двухконтурная оценка влияния в контексте достижения национальных целей

Юрченко К.Г.

Волгоградский государственный университет,
Россия, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 100
yur.karina@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты комплексной оценки воздействия национальных проектов (НП) на социально-экономическое развитие (СЭР) регионов Южного федерального округа (ЮФО). Исследование построено на двух взаимодополняющих методических подходах. Первый – эконометрическое моделирование панельных данных с фиксированными эффектами – позволяет количественно измерить силу влияния показателей НП «Производительность труда» (НП ПТ) и НП «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы» (НП МСП) на индикаторы национальных целей и ключевые параметры региональной динамики (занятость, валовая добавленная стоимость, доходы, инвестиции). Установлено, что наиболее значимыми факторами в сфере МСП выступают количество вновь созданных субъектов МСП и численность самозанятых; в сфере трудовой эффективности – индекс производительности труда и увеличение высокопроизводительных рабочих мест в регионах. Второй подход – анализ зависимости фактических изменений макроэкономических параметров регионов от уровня достижения плановых значений индикаторов национальных целей – позволил выявить устойчивую корреляцию: субъекты ЮФО, успешно выполняющие целевые показатели (численность населения, уровень образования, жилищные условия, доходы), демонстрируют опережающую динамику по объему инвестиций, снижению бедности и безработицы. На основе синтеза результатов предложена авторская типология регионов ЮФО (лидеры, средняя группа, аутсайдеры), верифицированная через сопоставление с независимым рейтингом качества жизни. Сделан вывод о том, что реализация национальных проектов вносит измеримый вклад в достижение национальных целей, однако эффективность этого вклада существенно дифференцирована и требует корректировки подходов к планированию на региональном уровне.

Ключевые слова: национальные проекты, производительность труда, малое и среднее предпринимательство, эконометрическое моделирование, панельные данные, национальные цели развития, социально-экономическое развитие регионов, Южный федеральный округ

Для цитирования: Юрченко К.Г. 2026. Национальные проекты и социально-экономическая динамика регионов Юга России: двухконтурная оценка влияния в контексте достижения национальных целей. *Экономика. Информатика*, 53(3): 520–532. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-520-532. EDN FUWXES

National Projects and Socio-Economic Dynamics of the Regions of Southern Russia: A Dual-Track Impact Assessment in the Context of Achieving National Goals

Karine G. Yurchenko

Volgograd State University,
100 Universitetsky Ave., Volgograd 400062, Russia
yur.karina@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a comprehensive assessment of the impact of national projects on the socio-economic development of the regions of the Southern Federal District (SFD). The research is based

© Юрченко К.Г., 2026

on two complementary methodological approaches. The first one, econometric modeling of panel data with fixed effects, makes it possible to quantify the impact of the “Labor Productivity” national project and the “Small and Medium-Sized Enterprises and Support for Individual Entrepreneurship” national project on indicators of national goals and key parameters of regional dynamics (employment, gross value added, income, investment). It has been established that the most significant factors in the field of SMEs are the number of newly created SMEs and the number of self-employed; while those in the field of labor efficiency include the labor productivity index and the increase in high-performance jobs in the regions. The second approach, analyzing the dependence of actual changes in the macroeconomic parameters of the regions on the level of achieving the planned values of the indicators of national goals, has revealed a stable correlation: subjects of the Southern Federal District that successfully meet the targets (population, education level, housing conditions, income) demonstrate outpacing dynamics in terms of investment, poverty reduction and unemployment. Based on the synthesis of the results, the author's typology of the Southern Federal District regions (leaders, middle group, outsiders) is proposed, verified through comparison with an independent quality of life rating. It is concluded that the implementation of national projects makes a measurable contribution to achieving national goals, but the effectiveness of this contribution is significantly differentiated and requires adjustments to planning approaches at the regional level.

Keywords: national projects, labor productivity, small and medium-sized enterprises, econometric modeling, panel data, national development goals, socio-economic development of regions, Southern Federal District

For citation: Yurchenko K.G. 2026. National Projects and Socio-Economic Dynamics of the Regions of Southern Russia: A Dual-Track Impact Assessment in the Context of Achieving National Goals. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 520–532 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-520-532. EDN FUWXES

Введение

Современный этап государственного управления в Российской Федерации характеризуется глубокой интеграцией проектных механизмов в систему стратегического планирования. Ряд исследователей отмечают, что национальные проекты служат инструментом повышения отдачи от бюджетных вложений, драйвером регионального развития и эффективным проводником государственной политики. Их ценность определяется структурой, которая сочетает детальную проработку алгоритмов достижения целей в условиях ограниченности ресурсов с гибкостью управленческих механизмов [Горохова, 2020; Гомалеев и др., 2020].

Начавшаяся в 2018 году очередная волна национальных проектов знаменовала переход от точечного финансирования отдельных отраслей к комплексной институциональной перестройке приоритетных секторов экономики и социальной сферы [Указ Президента РФ № 204, 2018; Указ Президента РФ № 474, 2020]. Многие авторы усматривают большой потенциал от реализации проектов для пространственного развития страны в целом и улучшения положений её отдельных территорий в частности [Екимова, 2020; Артамонов, 2023; Аборина, 2019; Ильин, Полищученко, 2023; Майданевич, 2019]. Однако ключевой вопрос, остающийся открытым для научного и экспертного сообщества, органов государственной власти, заключается в следующем: насколько реализация национальных проектов реально изменяет социально-экономическое положение регионов и способствует достижению национальных целей развития?

Ответ на этот вопрос требует не декларативных утверждений и описательных отчетов, а количественных, верифицируемых, воспроизводимых методов оценки. Именно этим обусловлен выбор методологического инструментария настоящего исследования. В данной работе предлагается двухконтурная исследовательская архитектура, каждый из контуров которой решает свою задачу, а их синтез позволяет получить верифицированные выводы.

Первый контур – эконометрический (причинно-следственный). На примере НП «ИТ» и НП «МСП» построены модели панельных данных с фиксированными эффектами, чтобы ответить на вопрос: какие конкретные показатели реализации проектов (количество самозанятых граждан, количество вновь созданных субъектов МСП, доля субъектов МСП, получивших меры

поддержки, индекс производительности труда, прирост высокопроизводительных рабочих мест и др.) и с какой силой влияют на индикаторы национальных целей и показатели социально-экономического развития регионов Южного федерального округа (занятость, валовая добавленная стоимость, просроченная задолженность по кредитам, реальные располагаемые доходы населения, индекс физического объема ВРП)?

Второй контур – верификационно-аналитический (корреляционный). Здесь имеет место обратная логика в ходе анализа: от достижения национальных целей к изменению социально-экономического положения. Анализируя плановые и фактические значения показателей национальных целей, закрепленных в Едином плане по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года (Единый план – 2030) [Распоряжение Правительства РФ № 2765-р, 2021], а также в региональных стратегиях социально-экономического развития, установить, насколько успешность выполнения этих целевых индикаторов коррелирует с реальной динамикой макроэкономических показателей регионов (рост инвестиций, снижение бедности и безработицы, оборот розничной торговли, ввод в действие жилых домов и др.).

Синтез результатов двух подходов позволяет не только измерить вклад НП, но и оценить качество самого процесса стратегического планирования – ключевую проблему, ранее неоднократно отмечаемую экспертами Счетной палаты РФ.

Эмпирической базой исследования выступают статистические данные по 8 субъектам Российской Федерации, входящим в состав Южного федерального округа (ЮФО): Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Республика Крым, Краснодарский край, Астраханская область, Волгоградская область, Ростовская область, город федерального значения Севастополь. Временной горизонт охватывает период 2019–2024 гг., что соответствует активной фазе реализации национальных проектов рассматриваемого этапа.

Репрезентативность выводов обусловлена выбором в качестве объекта исследования ЮФО – одного из наиболее динамичных, но внутренне дифференцированных макрорегионов страны: здесь представлены как регионы-локомотивы с диверсифицированной экономикой и высоким уровнем софинансирования проектных мероприятий (Краснодарский край, Ростовская область), так и дотационные реципиенты, где проектная деятельность реализуется почти исключительно за счет федеральных трансфертов (Республика Калмыкия, Астраханская область). Такая гетерогенность создает уникальные возможности для выявления не только общих закономерностей, но и пороговых эффектов, связанных с исходным уровнем социально-экономического развития.

Результаты исследования и дискуссия

1. Эконометрическая оценка влияния показателей НП на национальные цели и СЭР регионов ЮФО

1.1. Эволюция НП ПТ и НП МСП и их роль для регионального развития ЮФО.

Прежде чем перейти к количественной оценке, необходимо кратко охарактеризовать логику, инструментарий и эволюцию рассматриваемых национальных проектов. НП ПТ и НП МСП имеют выраженную синергию: оба входят в блок проектов, направленных на экономический рост, оба нацелены на достижение национальной цели «Достойный, эффективный труд и успешное предпринимательство», курируются одними и теми же должностными лицами (Заместитель Председателя Правительства РФ Новак А.В. и Министр экономического развития РФ Решетников М.Г.) и с 2025 года интегрированы в новый национальный проект «Эффективная и конкурентная экономика» [Эффективная и конкурентная экономика ..., 2026].

Ключевое различие между ними – в механизмах воздействия на региональную экономику. НП ПТ через сеть региональных центров компетенций (РЦК) и Федеральный центр компетенций (ФЦК) транслирует на предприятия стандарты бережливого производства, что позволяет добиться ежегодного прироста производительности на 5–10 % без масштабных

капиталовложений [Производительность труда ..., 2026; Козырева, Бадикова, 2024]. К концу 2024 года в реализации мероприятий федерального проекта по индивидуальной поддержке предприятий, направленной на рост производительности труда, приняли участие 740 предприятий ЮФО (10,3 % от общероссийского значения) [Участники проекта ..., 2026], а четыре региональных центра компетенций Юга России (Республика Крым, Ростовская область, Краснодарский край, Волгоградская область) вошли в топ-10 общероссийского рейтинга РЦК [Рейтинг РЦК ..., 2026].

НП МСП, напротив, ориентирован на экстенсивное и интенсивное расширение предпринимательской среды через легализацию самозанятых граждан, льготное кредитование (программа «1764» – почти 4,7 трлн руб. выдано за время действия НП), грантовую поддержку, создание инфраструктуры поддержки (центры «Мой бизнес», гарантийные фонды, региональные микрофинансовые организации) и цифровую платформу МСП.РФ [Малое и среднее предпринимательство ..., 2026]. Финансирование НП МСП в ЮФО почти в 12 раз превышало финансирование НП ПТ, что отражает приоритет, отдаваемый развитию предпринимательского сектора как драйверу занятости и диверсификации экономики [Оперативное исполнение бюджета ..., 2026; Кармова, 2024].

По итогам 2024 года совокупная занятость в сфере МСП на Юге России достигла 3 167,8 тыс. человек (11 % от общероссийского показателя), прирост за время реализации НП составил 35 %, а в Республике Калмыкия показатель увеличился в 4 раза. Число зарегистрированных самозанятых в регионах ЮФО выросло с единиц в 2019 году до сотен тысяч к 2024 году [Единая межведомственная ..., 2026]. При этом финансовая нагрузка распределялась неравномерно: регионы-лидеры (Краснодарский край и Ростовская область) осуществляли софинансирование проектов на уровне 20–60 %, тогда как для большинства других субъектов ЮФО федеральное участие носило тотальный характер (98–99 % расходов) [Юрченко, Митрофанова, 2025]. Именно эта дифференциация создает предпосылки для корректного эконометрического анализа, позволяя отделить эффект от самих проектных мероприятий от эффекта от исходной ресурсной обеспеченности региона.

1.2. Исходные данные и условия.

Для количественного измерения связи между показателями национальных проектов (X), индикаторами национальных целей (Z) и параметрами социально-экономического развития регионов ЮФО (Y) была построена модель панельных данных с фиксированными эффектами (Fixed Effects, FE). Выбор FE-модели обусловлен необходимостью контроля за ненаблюдаемой гетерогенностью регионов (μ_i), то есть теми устойчивыми характеристиками каждого субъекта РФ, которые не меняются во времени (географическое положение, исторически сложившаяся структура экономики, институциональное наследие и т. п.), а также за временными шоками (t), общими для всех регионов в конкретный год (например, пандемия COVID-19 в 2020–2021 гг. или изменение макроэкономической конъюнктуры).

Спецификация модели в общем виде (ф.1):

$$Z_{it} \text{ (или } Y_{it}) = \alpha X_{it} + t + \mu_i + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

где:

Z_{it} – показатель национальной цели в регионе i в период времени t ;

Y_{it} – показатель социально-экономического развития в регионе i в период времени t ;

X_{it} – показатель национального проекта в регионе i в период времени t ;

t – фиксированный эффект рассматриваемых периодов времени (использован временной ряд 2016–2024 гг.);

μ_i – фиксированный эффект региона i , учитывающий его специфические особенности;

ε_{it} – случайная ошибка модели.

Оценка моделей производилась с помощью программного пакета Gretl.

Основной критерий силы связи – внутригрупповой R^2 (within R^2 , в Gretl обозначается «в пределах R-квадрат»), который характеризует долю вариации зависимой переменной (показатель национальной цели или СЭР региона), объясняемую вариацией независимых факторов (показатели НП) внутри одного региона (без учета различий между регионами). Для ранжирования факторов по уровню влияния использовались именно значения within R^2 .

1.3. Результаты для блока «Малое и среднее предпринимательство».

Для зависимой переменной Z – численность занятых в сфере МСП, включая индивидуальных предпринимателей, лидирующим фактором выступил $X3$ – количество вновь созданных субъектов МСП (within $R^2 = 0,750$). Это означает, что колебания числа новых предприятий на 75 % объясняют динамику занятости в сфере МСП внутри региона.

Вторым и третьим по значимости стали $X1$ – численность зафиксировавших свой статус самозанятых граждан, использующих специальный налоговый режим (within $R^2 = 0,697$), и $X2$ – численность получивших меры поддержки из них (within $R^2 = 0,462$). Полученные результаты подтверждают, что именно «новая волна» предпринимателей (стартапы и легализовавшиеся самозанятые) является основным драйвером роста занятости в секторе МСП, а не инерционное развитие ранее существовавших субъектов.

Еще более впечатляющие значения получены для модели, где зависимой переменной выступает $Y2$ – валовая добавленная стоимость (ВДС), созданная субъектами МСП в субъекте РФ:

- влияние $X1$ (численность самозанятых): within $R^2 = 0,958$;
- влияние $X2$ (численность самозанятых, получивших поддержку): within $R^2 = 0,853$;
- влияние $X3$ (количество вновь созданных МСП): within $R^2 = 0,849$.

Данный результат имеет принципиальное значение: легализация самозанятых и поддержка новых субъектов МСП генерируют непропорционально высокий вклад в валовую добавленную стоимость по сравнению с «инерционным» сегментом бизнеса, который существует уже длительное время и, возможно, адаптировался к оптимизации налоговой нагрузки или работает в «серой» зоне. Коэффициенты детерминации, близкие к единице, говорят о том, что вариация НДС МСП по регионам ЮФО практически полностью объясняется вариацией численности самозанятых и вновь созданных предприятий.

Обратная корреляция (подтвержденная отрицательным знаком коэффициента регрессии при положительном значении R^2) установлена в модели $Y3$ – просроченная задолженность по кредитам, предоставленным субъектам МСП / $X3$ – количество вновь созданных субъектов МСП* (within $R^2 = 0,168$). Рост числа новых субъектов МСП статистически значимо (хотя и со средней силой связи) снижает уровень просроченной задолженности по кредитам. Этот эффект получил интерпретацию как «эффект чистого старта»: новые предприятия изначально не имеют проблемных долгов, и пока темпы их создания опережают закрытие старых проблемных МСП (или пока доля новых субъектов в общем кредитном портфеле растет), кредитный портфель региона объективно оздоравливается. Это важный аргумент в пользу политики поддержки новых предпринимательских инициатив не только как инструмента экономического роста, но и как инструмента финансовой стабилизации.

Единственным показателем СЭР, влияние на который не установлено (коэффициенты детерминации близки к нулю и статистически незначимы), оказалась $Y1$ – доля МСП в ВРП. Предположительно, это связано с масштабностью и агрегированностью данного индикатора: он аккумулирует также вклад крупного бизнеса, государственного сектора и инфраструктурных отраслей, поэтому воздействие отдельных проектных показателей на него нивелируется.

1.4. Результаты для блока «Производительность труда».

Сила связи в этом блоке в целом ниже, чем в сфере МСП, что объясняется более сложной, опосредованной природой влияния производительности труда на конечные социально-экономические индикаторы, а также тем, что в качестве показателей национального проекта используются прокси-показатели из-за отсутствия прямых статистических наблюдений в разрезе субъектов РФ. Тем не менее установлены два случая с высокими значениями within R^2 .

Первый – связь между $Z4$ (реальные располагаемые денежные доходы населения, % к предыдущему году) и $Tech$ (прирост высокопроизводительных рабочих мест по субъектам РФ, %) (within $R^2 = 0,809$). Обнаруженная зависимость имеет циклический, взаимоусиливающий характер, который можно представить в виде двух взаимодополняющих причинно-следственных цепочек.

Прямая связь (высокопроизводительные места $\rightarrow$ доходы): высокопроизводительные рабочие места (в IT, инженерии, наукоемком производстве, финансовом секторе) по определению создают более высокую добавленную стоимость на одного занятого. Они напрямую повышают средний уровень доходов в регионе за счет более высокой заработной платы. Кроме того, увеличенные налоговые поступления от таких компаний и их сотрудников позволяют региональному бюджету наращивать социальные расходы, включая выплаты бюджетникам и социально уязвимым категориям граждан.

Обратная связь (доходы $\rightarrow$ высокопроизводительные места): рост доходов населения стимулирует спрос на сложные услуги и инновационные товары, что создает рыночные ниши для развития высокопроизводительных секторов экономики. Высокие доходы способствуют накоплению человеческого капитала (инвестиции в образование, здоровье, повышение квалификации) и служат сигналом для инвесторов о платежеспособном спросе и благоприятной деловой среде, привлекая инвестиции в современные производства.

Таким образом, фиксируется не просто корреляция, а системная взаимосвязь, формирующая положительную обратную связь в региональной экономике. Регионы, сумевшие создать большое число высокопроизводительных рабочих мест, запускают «добродетельный круг» экономического развития.

Второй – связь между $Z1$ (индекс физического объема ВРП, %) и $X6$ (индекс производительности труда, % к предыдущему году) (within $R^2 = 0,740$). Данный результат является ожидаемым и логичным, но его важность трудно переоценить. Он эмпирически подтверждает, что рост валового регионального продукта в регионах ЮФО в рассматриваемый период носил интенсивный характер (за счет повышения эффективности использования ресурсов, технологического обновления, оптимизации производственных процессов), а не экстенсивный (за счет простого увеличения числа занятых, вовлечения в производство дополнительных трудовых ресурсов). Это признак качественного, структурного развития экономики, переход от «количественного» роста к «качественному». Технологический прогресс, инвестиции в человеческий капитал и улучшение институциональной среды одновременно способствуют росту и ВРП, и производительности труда.

Особого внимания заслуживает установленная связь между $Y7$ – реальным размером назначенных пенсий (% к предыдущему году) и факторами $X5$ – индексом физического объема инвестиций в основной капитал (% к предыдущему году) (within $R^2 = 0,101$) и $X6$ – индексом производительности труда (within $R^2 = 0,049$). Связь слабая, но статистически значимая. Ее природа раскрывается через бюджетный канал: инвестиции в основной капитал и рост производительности труда $\rightarrow$ увеличение ВРП и налоговых поступлений (налог на прибыль организаций, НДФЛ, страховые взносы) $\rightarrow$ рост доходной части регионального и федерального бюджетов $\rightarrow$ возможность индексации пенсий и социальных выплат темпами, не ниже инфляции.

В странах с накопительной пенсионной системой такая связь была бы слабее или отсутствовала (размер пенсии зависит от накоплений самого гражданина), но для российской солидарно-распределительной модели она является онтологической. Полученный результат свидетельствует о том, что устойчивый рост пенсий в долгосрочной перспективе возможен только при условии роста экономики в целом, драйверами которого выступают инвестиции и производительность.

1.5. Сводные результаты эконометрического моделирования представлены в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Ранжирование факторов влияния на показатели национальных целей и социально-экономического развития регионов ЮФО (по результатам панельного моделирования)
Ranking of factors influencing indicators of national goals and socio-economic development of the Southern Federal District regions (based on panel modeling results)

Зависимый показатель (эффект)	Независимый фактор (причина)	Within R ²	Характер интерпретации
<i>Блок «Малое и среднее предпринимательство»</i>			
Численность занятых в сфере МСП (Z)	Количество вновь созданных МСП (X3)	0,750	Прямой, сильный
	Численность самозанятых (X1)	0,697	Прямой, сильный
	Численность самозанятых, получивших поддержку (X2)	0,462	Прямой, средний
Валовая добавленная стоимость МСП (Y2)	Численность самозанятых (X1)	0,958	Прямой, очень сильный
	Численность самозанятых, получивших поддержку (X2)	0,853	Прямой, сильный
	Количество вновь созданных МСП (X3)	0,849	Прямой, сильный
Просроченная задолженность по кредитам МСП (Y3)	Количество вновь созданных МСП (X3)	0,168	Обратный (оздоровление кредитного портфеля)
<i>Блок «Производительность труда»</i>			
Реальные располагаемые доходы населения (Z4)	Прирост высокопроизводительных рабочих мест (Tech)	0,809	Прямой, сильный (циклический)
Индекс физического объема ВРП (Z1)	Индекс производительности труда (X6)	0,740	Прямой, сильный
Реальный размер назначенных пенсий (Y7)	Индекс инвестиций в основной капитал (X5)	0,101	Прямой, слабый (опосредованный через бюджет)
	Индекс производительности труда (X6)	0,049	

Примечание. Составлено по: [Единая межведомственная ..., 2026; Регионы России ..., 2024].

2. Анализ зависимости изменения СЭР регионов ЮФО от уровня достижения национальных целей

2.1. Методика и результаты исследования.

Второй контур исследования призван оценить, насколько успешность достижения плановых значений национальных целей коррелирует с реальными изменениями макроэкономических показателей регионов за период реализации национальных проектов.

Для этого были проанализированы плановые и фактические значения четырех показателей национальных целей, декомпозированных на региональный уровень в Едином плане – 2030:

1. Численность населения субъекта Российской Федерации (тыс. чел.) – отражает национальную цель «Сохранение населения, здоровье и благополучие людей».

2. Уровень образования (%) – отражает национальную цель «Возможности для самореализации и развития талантов».

3. Количество семей, улучшивших жилищные условия (тыс. семей) – отражает национальную цель «Комфортная и безопасная среда для жизни».

4. Темп роста реального среднедушевого денежного дохода населения (% к 2020 году) – отражает национальную цель «Достойный, эффективный труд и успешное предпринимательство».

По каждому показателю проведено сопоставление: плановых значений, установленных Единым планом – 2030; плановых значений, установленных региональными стратегиями социально-экономического развития; фактических значений, опубликованных в ЕМИСС.

Временной горизонт анализа охватил 2018–2030 гг. (для плановых значений) и 2018–2024 гг. (для фактических). Результаты за 2024 год (финальный год реализации рассматриваемой волны национальных проектов) систематизированы в виде дашборда (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Цветовая индикация достижения плановых значений показателей национальных целей регионами ЮФО в 2024 году
Color legend for achievement of planned values of national goal indicators by the regions of the Southern Federal District in 2024

Регион Показатель	Республика Адыгея	Республика Калмыкия	Краснодарский край	Ростовская область	Республика Крым	Астраханская область	Волгоградская область	Город Севастополь
Численность населения	●	●	●	●	●	●	●	●
Уровень образования	●	●	●	●	●	●	●	●
Улучшение жилищных условий	●	●	●	●	●	●	●	●
Рост доходов	●	●	●	●	●	●	●	●

Условные обозначения: ● – план достигнут или перевыполнен; ● – план не достигнут.

Примечание. Составлено по: [Единая межведомственная ..., 2026; Распоряжение Правительства РФ № 2765-р, 2021].

На основе представленных данных выделены три группы регионов:

Лидеры (достигнуты все 4 показателя): Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Краснодарский край.

Средняя группа (не достигнут 1 показатель): Ростовская область, Республика Крым.

Аутсайдеры (не достигнуты 2 показателя): Астраханская область, Волгоградская область, город Севастополь.

Далее проанализирована динамика (2024 г. к 2018 г.) ключевых макроэкономических показателей этих трех групп регионов за период 2018–2024 гг.: объем инвестиций в основной капитал, %; уровень бедности (снижение, процентных пунктов); уровень безработицы (снижение, процентных пунктов); ввод в действие жилых домов, %; объем отгруженных товаров собственного производства, %; оборот розничной торговли, %. Результаты представлены в табл. 3.

2.2. Выводы исследования.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

Во-первых, группа лидеров устойчиво подтверждает свой статус. По всем рассмотренным ключевым макропоказателям темпы роста здесь выше, чем в других группах. Особенно показательно снижение уровня бедности (6,2 процентных пункта против 4,6 у аутсайдеров) и оборот розничной торговли (258 % против 167 % у аутсайдеров). Это свидетельствует о том, что высокий уровень достижения плановых значений национальных целей действительно сопровождается опережающим улучшением качества жизни населения.

Во-вторых, группа аутсайдеров (Астраханская область, Волгоградская область, Севастополь) демонстрирует явное отставание по социальным показателям (снижение бедности, оборот розничной торговли). Относительно неплохие инвестиционные показатели

(рост на 180 %, что выше, чем в средней группе) связаны с высокими значениями у Севастополя (236 %), которые подтягивают средний показатель всей группы.

Таблица 3
Table 3

Средние темпы изменений макроэкономических показателей (2024 г. к 2018 г.)
в разрезе групп регионов ЮФО
Average rates of changes in macroeconomic indicators (2024 to 2018) by groups of regions
in the Southern Federal District

Группа регионов	Объем инвестиций в ОК	Уровень бедности	Уровень безработицы	Ввод жилья	Объем отгруженных товаров	Оборот розничной торговли
Лидеры (Адыгея, Калмыкия, Краснодарский край)	▲ 210 %	▼ 6,2 п. п.	▼ 4,6 п. п.	▲ 189 %	▲ 193 %	▲ 258 %
Средняя группа (Ростовская область, Крым)	▲ 137 %	▼ 5,7 п. п.	▼ 3 п. п.	▲ 142 %	▲ 188 %	▲ 190 %
Аутсайдеры (Астраханская обл., Волгоградская обл., Севастополь)	▲ 180 %	▼ 4,6 п. п.	▼ 3,2 п. п.	▲ 163 %	▲ 161 %	▲ 167 %

Примечание. Составлено по: [Регионы России..., 2024].

В-третьих, Республика Калмыкия, несмотря на статус дотационного региона и отставание по абсолютным значениям большинства экономических индикаторов, вошла в группу лидеров. Возможно, что это достигнуто не в последнюю очередь благодаря реализуемой в период 2020–2024 гг. адресной индивидуальной программе социально-экономического развития данного региона с финансированием 5 млрд рублей на пятилетний период, утвержденной Правительством РФ [Распоряжение Правительства РФ № 992-р, 2020]. Так, в 2024 году рост реальных доходов населения в Калмыкии составил +21,8 процентных пункта к предыдущему году (для сравнения, в Краснодарском крае – +11,1 п. п.). Этот пример показывает, что при правильно выстроенной системе мер поддержки даже слабые регионы могут демонстрировать прорывную динамику, в том числе и по выполнению национальных целей.

2.3. Верификация через независимый рейтинг качества жизни.

Для дополнительной проверки объективности полученной типологии результаты сопоставлены с рейтингом регионов по качеству жизни, ежегодно публикуемым Центром экономических исследований «РИА Рейтинг» медиагруппы «Россия сегодня». Рейтинг построен на 66 показателях, сгруппированных в 11 блоков (от экономики и доходов населения до доступности услуг и климатических условий), что обеспечивает его комплексность и объективность.

Сопоставление результатов за 2018 год (начало реализации национальных проектов) и 2024 год (завершение их реализации) показало:

- Все регионы из лидирующей и средней групп улучшили свои позиции в рейтинге качества жизни (Краснодарский край поднялся с 6-го на 4-е место, Адыгея – с 31-го на 18-е, Калмыкия – с 81-го на 72-е, Ростовская область – с 19-го на 7-е, Крым – с 52-го на 37-е).
- Регионы-аутсайдеры продемонстрировали снижение позиций или стагнацию (Астраханская область осталась на 56-м месте, Волгоградская область опустилась с 37-го на 39-е, Севастополь – с 20-го на 23-е) [Рейтинг регионов ..., 2026; Качество жизни ..., 2019].

Это подтверждает вывод, что успешность достижения плановых значений национальных целей объективно коррелирует с улучшением реального качества жизни населения, фиксируемого независимыми исследовательскими центрами.

3. Проблема качества стратегического планирования

Сопоставление выводов двух методических подходов позволяет сформулировать ключевой результат исследования. С одной стороны, эконометрическое моделирование доказало наличие причинно-следственной связи между реализацией национальных проектов и изменениями в социально-экономическом положении регионов ЮФО. Показатели проектов (X1, X2, X3, X6, Tech) действительно влияют на занятость, валовую добавленную стоимость, доходы населения и производительность.

С другой стороны, анализ достижения национальных целей показал, что это влияние существенно дифференцировано и далеко не всегда транслируется в выполнение всех плановых индикаторов. Регионы-лидеры демонстрируют высокую когерентность между проектными эффектами и выполнением национальных целей. Регионы-аутсайдеры при формально неплохих эконометрических показателях (например, г. Севастополь с его уровнем инвестиционных поступлений в основной капитал и ростом производительности труда) испытывают сложности с трансляцией этих эффектов в увеличение доходов населения и улучшение жилищных условий.

Особого внимания заслуживает выявленный феномен «консервативного планирования» (или «занижения планки»). Анализ плановых значений показателей национальных целей в сравнении с фактически достигнутыми выявил следующие системные проблемы.

Проблема 1. Плановые значения на 2030 год ниже фактически достигнутых уже в 2024 году. Речь идёт как о значениях, установленных в Едином плане – 2030 (ЕП), так и в собственных документах, например, в региональных стратегиях социально-экономического развития (ССЭР).

По показателю «Численность населения» это характерно для:

- Республики Калмыкия (план ЕП на 2030 г. – 254,2 тыс. чел., план ССЭР на 2030 г. – 252,6/255,5/258,4 тыс. чел. (в вариантах), факт 2024 г. – 266,8 тыс. чел.);
- Волгоградской области (план ЕП на 2030 г. – 2310,9 тыс. чел., план ССЭР на 2030 г. – 2400 тыс. чел., факт 2024 г. – 2453,9 тыс. чел.);
- Ростовской области (план ЕП на 2030 г. – 4080,0 тыс. чел., план ССЭР на 2030 г. отсутствует, факт 2024 г. – 4152,5 тыс. чел.).

По показателю «Уровень образования» это характерно для Республики Калмыкия (план ЕП на 2030 г. – 69,1 %, план ССЭР на 2030 г. – 68,1/69,1/69,2 % (в вариантах), факт 2024 г. – 74,4 %).

Проблема 2. Региональные стратегии устанавливают плановые значения ниже федеральных. Единым планом – 2030 для Астраханской области установлен план по численности населения на 2030 год в размере 966,4 тыс. чел., тогда как региональная стратегия СЭР устанавливает план на уровне 922,0 тыс. чел. Для города Севастополя расхождение еще больше: федеральный план на 2030 год – 591,2 тыс. чел., региональный – 551,8 тыс. чел.

Проблема 3. Регионы планируют ухудшение динамики при устойчивом тренде роста. Ростовская область, демонстрирующая устойчивое снижение безработицы (факт 2018 г. – 5,1 %, факт 2024 г. – 2,4 %), в своей стратегии СЭР запланировала рост безработицы до 5 % к 2030 году, что противоречит фактическому тренду и де-факто является занижением плановых обязательств.

Такая практика – намеренное занижение плановых значений, отсутствие своевременной актуализации целевых ориентиров, планирование ухудшения показателей вопреки фактическим трендам – нивелирует саму идею прорывного развития, заложенную в указах Президента РФ. Формальное «выполнение плана» в таких условиях становится профанацией управленческих решений и создает искаженную картину эффективности деятельности региональных органов власти.

Мнение автора подкрепляется экспертной оценкой Счетной палаты РФ, которая неоднократно обращала внимание на данные аспекты в рамках последующего контроля за исполнением федерального бюджета и государственных программ [Заключение Счетной палаты РФ ..., 2023; Заключение Счетной палаты РФ ..., 2025].

Заключение

Проведенное двухконтурное исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. Эконометрически подтверждено наличие причинно-следственной связи между реализацией НП «ИТ» и НП «МСП» и изменениями социально-экономического положения регионов ЮФО. Наиболее значимыми факторами прямого воздействия выступают количество вновь созданных субъектов МСП ($\text{within } R^2 = 0,750$ для занятости) и численность самозанятых граждан ($\text{within } R^2 = 0,958$ для валовой добавленной стоимости МСП).
2. Доказан эффект «чистого старта» новых субъектов МСП, обеспечивающий не только экономический рост, но и финансовую стабилизацию территорий через оздоровление кредитного портфеля (влияние на снижение просроченной задолженности, $R^2 = 0,168$).
3. Установлена сильная корреляция между ростом производительности труда и интенсивным характером увеличения валового регионального продукта ($\text{within } R^2 = 0,740$), а также между приростом высокопроизводительных рабочих мест и реальными располагаемыми доходами населения ($\text{within } R^2 = 0,809$). Выявлен опосредованный (через бюджетный канал) характер влияния инвестиций и производительности на реальный размер назначенных пенсий.
4. Предложена и верифицирована авторская типология регионов ЮФО по уровню достижения плановых значений национальных целей: лидеры (Краснодарский край, Адыгея, Калмыкия), средняя группа (Ростовская область, Крым), аутсайдеры (Астраханская область, Волгоградская область, Севастополь). Типология подтверждена динамикой макроэкономических показателей и независимым рейтингом качества жизни.
5. Выявлен системный дефект в процессе стратегического планирования – намеренное или инерционное занижение плановых значений национальных целей на региональном уровне, в ряде случаев плановые ориентиры на 2030 год ниже фактически достигнутых уже в 2024 году. Это создает риски формального подхода к реализации государственной политики и требует внесения изменений в методики установления целевых индикаторов.

Список источников

- Заключение Счетной палаты Российской Федерации на отчет об исполнении федерального бюджета за 2022 год от 26.06.2023 № ЗСП–72/24, утверждено Коллегией Счетной палаты Российской Федерации (протокол от 23 июня 2023 г. № 39К (1644). URL: <https://ach.gov.ru/audit/> (дата обращения: 06.05.2026).
- Заключение Счетной палаты Российской Федерации на отчет об исполнении федерального бюджета за 2024 год от 23.06.2025 № ЗСП–71/24, утверждено Коллегией Счетной палаты Российской Федерации (протокол от 23 июня 2025 г. № 51К (1836). URL: <https://ach.gov.ru/audit/> (дата обращения: 06.05.2026).
- Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения: 29.04.2026).
- Качество жизни в российских регионах – рейтинг 2018. 19.02.2019. URL: <https://riarating.ru/infografika/20190219/630117422.html> (дата обращения: 05.05.2026).
- Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/nacionalnyy_proekt_maloe_i_srednee_predprinimatelstvo_i_podderzhka_individualnoy_predprinimatelskoy_iniciativy/ (дата обращения: 28.04.2026).
- Оперативное исполнение бюджета по расходам. Открытая часть единого портала бюджетной системы Российской Федерации «Электронный бюджет». URL: <https://budget.gov.ru/Бюджет/Расходы/Оперативное-исполнение-бюджета-по-расходам?regionId=45000000> (дата обращения: 29.04.2026).
- Производительность труда. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/np_proizvoditelnost_truda/ (дата обращения: 27.04.2026).
- Распоряжение Правительства РФ от 01.10.2021 № 2765-р «Об утверждении Единого плана по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года» (с изм. от 24.12.2021). URL: https://legalacts.ru/doc/edinyi-plan-podostizheniiu-natsionalnykh-tselei-razvitiya-rossiiskoi-federatsii_1/#100002 (дата обращения: 26.04.2026).

- Распоряжение Правительства РФ от 12.04.2020 № 992–р (ред. от 02.11.2024) «Об утверждении индивидуальной программы социально-экономического развития Республики Калмыкия на 2020 – 2024 годы». URL: <https://docs.cntd.ru/document/564654455> (дата обращения: 04.05.2026)
- Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: Стат. сб. / Росстат. – М., 2024. – 1081. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 30.04.2026)
- Рейтинг регионов по качеству жизни – 2024. URL: <https://riarating.ru/images/63027/69/630276945.pdf> (дата обращения: 05.05.2026).
- Рейтинг РЦК субъектов РФ. URL: <https://производительность.пф/national-project/rejting-rck/?year=2024&quarter=2> (дата обращения: 27.04.2026).
- Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 26.04.2026).
- Участники проекта. URL: https://производительность.пф/national-project/organizations_pages/?offset=1&limit=8 (дата обращения: 27.04.2026).
- Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения: 16.01.2024).
- Эффективная и конкурентная экономика. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/np_effektivnaya_i_konkurentnaya_ekonomika/ (дата обращения: 27.04.2026).

Список литературы

- Аборина О.В. 2019. Проектное управление как инструмент реализации стратегии развития социально-экономических систем. *Научные вести*, 7(12): 3–13.
- Артамонов В.С. 2023. Проектное управление как инструмент реализации эффективной региональной инновационной политики. *Экономика и предпринимательство*, 2(151): 516–521.
- Гомалеев А.О., Головач И.Г., Голубев А.В. и др. 2020. Проектное управление как эффективный инструмент реализации социально-экономической политики в России. *Актуальные вопросы современной экономики*, 7: 174–181.
- Горохова С.С. 2020. Национальные проекты Российской Федерации как инструмент достижения стратегических целей и задач государства. *Российская юстиция*, 6: 41–44.
- Екимова Н.А. 2020. Проектное управление как фактор активизации экономического роста в регионах. *Экономика. Налоги. Право*, 13(3): 112–122. DOI: 10.26794/1999-849X-2020-13-3-112-122.
- Ильин И.В., Полищученко В.А. 2023. Современные аспекты проектного управления в регионе. *Экономические науки*, 219: 66–74.
- Кармова Б.З. 2024. Роль предпринимательства в экономическом развитии России и способы его поддержки в современных условиях. *Право, экономика и управление: состояние, проблемы и перспективы. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*, г. Чебоксары, 22 августа 2024 г. Чебоксары: ООО «Издательский дом «Среда»: 189–194. DOI: 10.31483/r-112805.
- Козырева Н.О., Бадикова Т.А. 2024. Бережливое производство – путь к повышению производительности труда. *Современные вызовы и угрозы национальной безопасности: Сборник научных трудов по материалам X Международной научно-практической конференции*, Тверь, 11 декабря 2024 г. Тверь: ЗАО «Университетская книга»: 101–105.
- Майданевич Ю.П. 2019. Проектное управление как инструмент реализации стратегии социально-экономического развития региона. *Управление в условиях глобальных мировых трансформаций: экономика, политика, право: Сборник научных трудов*, Севастополь, 25–28 апреля 2019 г. Севастополь: «Рибест»: 402–404.
- Юрченко К.Г., Митрофанова И.В. 2025. Анализ итогов реализации в регионах ЮФО национальных проектов «второй волны» в 2020–2024 годах. *Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика*, 27(4): 88–103. DOI: 10.15688/ek.jvolsu.2025.4.7.

References

- Aborina O.V. 2019. Proyeektnoye upravleniye kak instrument realizatsii strategii razvitiya sotsialno-ekonomicheskikh system [Project management as a tool for implementing strategies for the development of socio-economic system]. *Nauchnyye vesti [Scientific News]*, 7(12): 3–13.



- Artamonov V.S., 2023. Proyektnoye upravleniye kak instrument realizatsii effektivnoy regionalnoy innovatsionnoy politiki [Project management as a tool for implementing effective regional innovation policy]. *Ekonomika i predprinimatelstvo [Economics and Entrepreneurship]*, 2(151): 516–521.
- Gomaleyev A.O., Golovach I.G., Golubev A.V. et al., 2020. Proyektnoye upravleniye kak effektivnyy instrument realizatsii sotsialno-ekonomicheskoy politiki v Rossii [Project management as an effective tool for implementing socio-economic policy in Russia]. *Aktualnyye voprosy sovremennoy ekonomiki [Actual Issues of Modern Economics]*, 7: 174–181.
- Gorokhova S.S. 2020. Natsionalnyye proyekty Rossiyskoy Federatsii kak instrument dostizheniya strategicheskikh tseley i zadach gosudarstva [National projects of the Russian Federation as a tool for achieving strategic goals and objectives of the state]. *Rossiyskaya yustitsiya [Russian Justice]*, 6: 41–44.
- Ekimova N.A. 2020. Proyektnoye upravleniye kak faktor aktivizatsii ekonomicheskogo rosta v regionakh [Project management as a factor of boosting economic growth in the regions]. *Ekonomika. Nalogi. Pravo [Economy. Taxes. Law]*, 13(3): 112–122. DOI: 10.26794/1999-849X 2020-13-3-112-122.
- Ilin I.V., Polishchuchenko V.A. 2023. Sovremennyye aspekty proyektnogo upravleniya v regione [Modern aspects of project management in the region]. *Ekonomicheskiye nauki [Economic Sciences]*, 219: 66–74.
- Karmova B.Z. 2024. Rol predprinimatelstva v ekonomicheskom razvitii Rossii i sposoby ego podderzhki v sovremennykh usloviyakh [The role of entrepreneurship in Russia's economic development and ways to support it in modern conditions]. *Pravo. ekonomika i upravleniye: sostoyaniye. problemy i perspektivy. Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, Cheboksary, 22 avgusta 2024 g. [Law, economics and management: state, problems and prospects. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation]. Cheboksary: LLC "Publishing House "Sreda": 189–194. DOI: 10.31483/r-112805.*
- Kozyreva N.O., Badikova T.A. 2024. Berezhlivoye proizvodstvo – put k povysheniyu proizvoditelnosti truda [Lean manufacturing is the way to increase labor productivity]. *Sovremennyye vyzovy i ugrozy natsionalnoy bezopasnosti: Sbornik nauchnykh trudov po materialam X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Tver, 11 dekabrya 2024 g. [Modern challenges and threats to national security: A collection of scientific papers based on the materials of the X International Scientific and Practical Conference]. Tver: JSC "University Book": 101–105.*
- Maydanevich Yu.P., 2019. Proyektnoye upravleniye kak instrument realizatsii strategii sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya regiona [Project management as a tool for implementing the socio-economic development strategy of the region]. *Upravleniye v usloviyakh globalnykh mirovykh transformatsiy: ekonomika. politika. pravo: Sbornik nauchnykh trudov, Sevastopol, 25–28 aprelya 2019 g [Management in the context of global global transformations: economics, Politics, law: Collection of Scientific Papers]. Sevastopol: "Ribest" Publ.: 402–404.*
- Yurchenko K.G., Mitrofanova I.V. 2025. Analiz itogov realizatsii v regionakh YuFO natsionalnykh projektov «vtoroy volny» v 2020–2024 godakh [Analysis of the results of the implementation of national "second wave" projects in the regions of the Southern Federal District in 2020–2024]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika [Journal of the Volgograd State University. Economics]*, 27(4): 88–103. DOI 10.15688/ek.jvolsu.2025.4.7.

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 15.05.2026

Received May 15, 2026

Поступила после рецензирования 25.06.2026

Revised June 25, 2026

Принята к публикации 30.06.2026

Accepted June 30, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Юрченко Каринэ Григорьевна, соискатель кафедры экономической теории, региональной экономики и предпринимательства, Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия

Karine G. Yurchenko, External Postgraduate student of the Department of Economic Theory, Regional Economics and Entrepreneurship, Volgograd State University, Volgograd, Russia

ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ INVESTMENT AND INNOVATIONS

УДК 334.7

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-533-546

EDN GYFYLP

Вертикаль развлечений как драйвер удержания в цифровых экосистемах: анализ интеграции, монетизации и поведенческих механизмов на примере российских платформ

¹Калимуллина О.В., ^{2,3}Калимуллин Р.М., ⁴Мершиева А.Р.

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,

Россия, 193232, Санкт-Петербург, пр-т Большевиков, д. 22

² ПАО «Банк Санкт-Петербург»,

Россия, 95112, Санкт-Петербург, пр-т Малоохтинский, д. 64, литер А

³Санкт-Петербургский государственный университет,

Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9

⁴Санкт-Петербургский государственный экономический университет,

Россия, 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30–32

chemireva@mail.ru, 89117939963@mail.ru, annamershieva@gmail.com

Аннотация. Цель исследования – сравнительный анализ стратегий построения вертикали развлечений в цифровых экосистемах пяти российских компаний (Яндекс, Сбер, VK, МТС, Т-Банк) и оценка роли данной вертикали как драйвера удержания пользователей и кросс-вертикальной монетизации. Методология основана на кабинетном исследовании, включающем классификацию 49 сервисов категории «Медиа и развлечения» по функциональному назначению и способу интеграции в экосистему, анализ хронологии их запуска в период с 2014 по 2025 год, а также построение карт клиентского пути для каждой из рассматриваемых платформ. Теоретическую рамку составили концепции сетевых эффектов, экономики внимания, теории развлечений в игровом дизайне и феномена супераппа. В результате исследования выявлена единая макроструктура клиентского пути, характерная для всех пяти экосистем, внутри которой выделены три устойчивых паттерна монетизации и удержания: контентно-подписочный (Яндекс, Сбер), опирающийся на пакетные подписки и механизм удержания через привязку; социально-рекламный (VK), использующий пользовательский контент и социальную инерцию; и инфраструктурно-интегрированный (МТС, Т-Банк), встраивающий развлечения в базовые утилитарные сервисы. Установлено, что, несмотря на архитектурные различия, все экосистемы движутся в сторону модели супераппа, а развлекательные сервисы выполняют триединую функцию вовлечения аудитории, монетизации и обеспечения кросс-вертикальной синергии. Практическая значимость работы заключается в систематизации данных о сервисах вертикали развлечений российских экосистем и выявлении общих паттернов их интеграции и монетизации, что может быть использовано как в академических исследованиях платформенной экономики, так и при стратегическом планировании развития цифровых сервисов.

Ключевые слова: цифровые экосистемы, вертикаль развлечений, новостная и развлекательная индустрия, клиентский путь, монетизация, удержание пользователей, суперапп, геймификация, платформенная экономика, сетевые эффекты

Благодарности: научная статья подготовлена в рамках прикладных научных исследований СПбГУТ «Разработка моделей и методов организации сетцентричной защищенной архитектуры сетевого взаимодействия объектов цифрового бесшовного неба», шифр «Небо» 126070623060-7 от 06.07.2026.

© Калимуллина О.В., Калимуллин Р.М., Мершиева А.Р., 2026



Для цитирования: Калимуллина О.В., Калимуллин Р.М., Мершиева А.Р. 2026. Вертикаль развлечений как драйвер удержания в цифровых экосистемах: анализ интеграции, монетизации и поведенческих механизмов на примере российских платформ. *Экономика. Информатика*, 53(3): 533–546. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-533-546. EDN GYFYLP

Entertainment Vertical as a Driver of Retention in Digital Ecosystems: Analysis of Integration, Monetization, and Behavioral Mechanisms on the Example of Russian Platforms

¹Olga V. Kalimullina, ^{2,3}Rustam M. Kalimullin,
⁴Anna R. Mershieva

¹The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications,
22 Bolshhevikov Ave., Saint Petersburg 193232, Russia

² PJSC Bank “Saint Petersburg”,
64A Malookhtinsky Ave., Saint Petersburg 195112, Russia

³St. Petersburg State University,
7–9 Universitetskaya Emb., Saint Petersburg 199034, Russia

⁴St. Petersburg State University of Economics,
30–32 Griboyedov Canal Emb., Saint Petersburg 191023, Russia
chemireva@mail.ru, 89117939963@mail.ru, annamershieva@gmail.com

Abstract. This study investigates the strategic configuration of the entertainment vertical within five major Russian digital ecosystems – Yandex, Sber, VK, MTS, and T-Bank – and evaluates its role as a driver of user retention and cross-vertical monetization. Employing a desk-based research design, the authors systematically classify 49 Media & Entertainment services by functional segment and mode of ecosystem integration, trace their launch chronology from 2014 to 2025, and construct customer journey maps for each platform. The theoretical framework integrates the concepts of network effects, attention economics, the cognitive theory of fun in game design, and the super-app phenomenon. The findings reveal that all the five ecosystems share a common macro-structure of the customer journey – from initial awareness through unified authentication to cross-service engagement and repeat loyalty – yet diverge into three distinct strategic patterns at the level of monetization and retention logic. The content-subscription pattern (Yandex, Sber) relies on bundled subscriptions and switching-cost-driven user lock-in; the social-advertising pattern (VK) leverages user-generated content and social graph inertia; the infrastructure-integrated pattern (MTS, T-Bank) embeds entertainment as an auxiliary engagement layer within core telecom or banking offerings. Despite architectural differences, all the ecosystems have been shown to gravitate toward the super-app model, with entertainment services fulfilling a tripartite function of audience capture, revenue generation, and cross-vertical synergy. The study contributes a structured empirical mapping of entertainment vertical strategies in emerging-market platform economies and offers practical insights for both academic research on digital ecosystems and managerial decision-making in digital service development.

Keywords: digital ecosystems, entertainment vertical, Media & Entertainment, customer journey map, monetization, user retention, super-app, gamification, platform economy, network effects

Acknowledgements: the article was prepared as part of the applied research conducted at SPbSUT entitled “Development of Models and Methods for Organizing a Network-Centric Secure Architecture for Network Interaction of Objects in the Digital Seamless Sky,” code “Sky” 126070623060-7, dated 06.07.2026.

For citation: Kalimullina O.V., Kalimullin R.M., Mershieva A.R. 2026. Entertainment Vertical as a Driver of Retention in Digital Ecosystems: Analysis of Integration, Monetization, and Behavioral Mechanisms on the Example of Russian Platforms. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 533–546 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-533-546. EDN GYFYLP

Введение

Цифровая трансформация глобальной экономики обусловила фундаментальный сдвиг в стратегиях крупнейших технологических компаний от конкуренции отдельных продуктов к построению замкнутых цифровых экосистем [Jacobides et al., 2018]. В рамках данных экосистем вертикаль развлечений занимает особое положение в качестве основного драйвера удержания и монетизации аудитории, выполняя несколько критически значимых ролей, обеспечивая вовлечение, прямую и косвенную монетизацию, а также усиливая взаимодействие с другими вертикалями [Parker et al., 2016]. При этом цифровые экосистемы сами становятся катализатором дальнейшей трансформации экономики, формируя новые модели создания и распределения ценности, что отмечается в исследованиях влияния экосистем на цифровую экономику [Макаров, Павлова, 2024]. Российский рынок цифровых платформ демонстрирует аналогичные тенденции. Так, ведущие компании активно развивают собственные экосистемы, в которых медийные и развлекательные сервисы играют роль ключевого инструмента вовлечения пользователей и обеспечения кросс-продаж смежных продуктов [Кучерявенко, Прядко, Быканова, 2023; Бушуева и др., 2022]. При этом экосистемный подход требует не только технологической, но и организационной перестройки [Киричек, Калимуллина, 2025], что согласуется с архитектурными принципами модульного построения сервисов развлечений, наличия единых идентификаторов как стандартизированных интерфейсов, распределенного создания ценности на периферии и эволюционной гибкости при внедрении ИИ-сервисов [Tiwana, 2014].

Цель настоящего исследования заключается в сравнительном анализе стратегий построения вертикали развлечений в экосистемах пяти российских компаний – Яндекс, Сбер, VK, МТС и Т-Банка – и выявлении устойчивых паттернов монетизации и удержания пользователей, формирующихся на пересечении архитектуры платформы, способа интеграции сервисов и доминирующей бизнес-модели. Новизна работы состоит в том, что впервые на основе систематизации 49 сервисов категории «Медиа и развлечения» и построения карт клиентского пути (Customer Journey Map) для всех пяти экосистем эмпирически выделены три качественно различных модели организации развлекательной вертикали – контентно-подписочная, социально-рекламная и инфраструктурно-интегрированная – и показано, что, несмотря на различие исходных компетенций компаний, все они эволюционируют в направлении супераппа, однако реализуют эту траекторию принципиально разными стратегическими средствами. В задачи работы входит классификация развлекательных сервисов, анализ механизмов их интеграции с другими вертикалями, оценка бизнес-моделей монетизации и сопоставление наблюдаемых практик с теоретическими концепциями сетевых эффектов, экономики внимания и платформенной конкуренции. Объектом исследования выступают цифровые сервисы категории «Медиа и развлечения», функционирующие в составе рассматриваемых экосистем по состоянию на 2025 год.

Актуальность работы обусловлена как практической значимостью понимания роли развлекательных сервисов в архитектуре цифровых платформ, так и необходимостью теоретического осмысления трансформации конкурентных стратегий российских компаний в условиях растущей значимости экономики внимания [Davenport & Beck, 2001].

Объект и методы исследования

Методологическая основа работы базируется на совокупности кабинетных исследовательских процедур. Исходные сведения собирались путем изучения официальных сайтов и открытых коммуникационных материалов рассматриваемых экосистем. Это дало возможность выявить состав сервисов развлекательной вертикали и их функциональные особенности. Для проверки и уточнения информации привлекались данные бухгалтерской отчетности с портала Федеральной налоговой службы (bo.nalog.gov.ru), корпоративные пресс-релизы и годовые отчеты компаний.

Классификация сервисов опиралась на два признака: функциональное назначение (видеостриминг, музыкальные сервисы, игровые платформы, новостные и контентные агрегаторы, сервисы мероприятий, нейросетевые инструменты и др.) и способ вхождения в экосистему (самостоятельный запуск, приобретение существующего актива, партнерство). Хронология анализа ограничена 2014–2025 годами, когда экосистемные структуры на российском рынке складывались наиболее интенсивно.

Для сравнительного анализа механизмов интеграции применялся метод кейс-стади, в рамках которого каждая экосистема рассматривалась как самостоятельный случай с последующим выделением общих паттернов и специфических особенностей. Бизнес-модели монетизации анализировались с использованием концепции Customer Journey Map (CJM), адаптированной к экосистемному контексту и отражающей этапы взаимодействия пользователя с развлекательными сервисами и смежными продуктами платформы.

Теоретическую рамку исследования составили концепции сетевых эффектов [Katz & Shapiro, 1985; Rochet & Tirole, 2003], экономики внимания [Davenport & Beck, 2001; Simon, 1971], теории развлечений в игровом дизайне [Koster, 2005] и феномена супераппа [Chen et al., 2021; Gawer, 2021]. Интерпретация полученных эмпирических данных проводилась через призму указанных концептуальных подходов, что позволило выявить соответствие наблюдаемых практик теоретическим положениям о роли развлекательной вертикали в экосистемной архитектуре, в том числе с позиций геймификации как сервисно-маркетингового инструмента [Huotari & Namari, 2017] и стратегий многосторонних платформ [Evans & Schmalensee, 2016; Дюкова, Гаврилова, 2025].

При адаптации общих теоретических рамок к анализу развлекательной вертикали мы учитывали методологическое замечание [Krome et al., 2025] о том, что не существует универсального набора стратегических переменных, применимого к любому экосистемному контексту. Что касается такой переменной, как «пакетирование функций», то в классическом виде она вряд ли применима к медийным экосистемам: их ценность формируется не за счет объединения разнородных сервисов, а за счет широты контентной библиотеки и глубины интеграции с пользовательским профилем. Иная картина наблюдается с переменными «партнерские выгоды» и «сетевая стратегия», которые были выделены при анализе спортивных агрегаторов: они напрямую проецируются на механизмы монетизации создателей контента и на географическое расширение подписочных моделей.

Результаты

В ходе анализа было выявлено 49 сервисов, относящихся к развлекательной вертикали в пяти рассматриваемых экосистемах (табл. 1). Лидирует по их числу VK – 18 единиц, что объясняется исторически сложившейся специализацией компании в области социальных медиа и контентных платформ. У Яндекса и МТС зафиксированы сопоставимые по масштабу портфели – 11 и 12 сервисов соответственно. Сбер и Т-Банк располагают заметно более скромным набором – 7 и 2 сервиса, что свидетельствует о разной степени приоритетности развлекательного направления в их экосистемных стратегиях.

Хронологический анализ появления сервисов в экосистемах свидетельствует об интенсификации данного процесса в период 2020–2023 годов (рис. 1): из 49 рассмотренных сервисов 28 (57 %) были запущены или приобретены именно в этом временном интервале, причем пик пришелся на 2022 год, когда экосистемы суммарно пополнились 11 новыми сервисами. Указанная динамика характеризуется одновременным расширением портфелей всеми рассматриваемыми компаниями, что позволяет предположить скорее реактивный характер этого процесса, обусловленный стремлением не отстать от конкурентных трендов, нежели последовательную реализацию стратегического плана, основанного на выявленных потребностях аудитории. Данное наблюдение находит подтверждение в последующем закрытии ряда сервисов, наиболее показательным примером которого является платформа WASD, просуществовавшая в экосистеме МТС с 2019 по 2023 год.

Таблица 1
Table 1

Распределение сервисов вертикали развлечений
по экосистемам и функциональным сегментам
Distribution of entertainment vertical services by ecosystems and functional segments

Сегмент	Яндекс	Сбер	VK	MTC	Т-Банк
Видеостриминг	Кинопоиск	Okko	VK Видео, VK Клипы, Movika	Kion, MTC TV	—
Музыкальные сервисы	Яндекс Музыка	Звук	VK Музыка	MTC Music	—
Игровые платформы	Яндекс Игры	—	VK Play, Cloud VK Play, Мини-игры Mail.ru	Fog Play, Rushbe, Remote Play	—
Стриминг игр	—	—	VK Play Live	WASD	—
Мероприятия	Яндекс Афиша	Афиша	—	MTC Live	Тинькофф Город
Новости и контент	—	Рамблер	Дзен, Mail.ru	MTC Медиа	Тинькофф Журнал
Социальные сети и знакомства	—	Рамблер Знакомства	ВКонтакте, Одноклассники, Мой Мир, VK Знакомства, Знакомства Mail.ru, Мамба	—	—
Нейросети и ИИ	YandexART, YandexGPT, Шедеврум	GigaChat, Kandinsky	—	—	—
Аудиокниги	Bookmate	—	—	Строки	—
Прочее	—	СберСова	VK Donut, VK NFT, VK Records	MTC Лейбл	—

Источник: составлено авторами на основе анализа официальных веб-сайтов компаний.

Анализ способов вхождения сервисов в экосистемы демонстрирует преобладание стратегии самостоятельного запуска над приобретением существующих активов: из 49 рассмотренных сервисов 31 (63 %) был создан внутри компаний, 16 (33 %) приобретены, и лишь 2 (4 %) функционируют на основе партнерских соглашений. Однако распределение данных стратегий неравномерно между экосистемами. Наиболее активно слияния и

поглощения использовали Сбер и VK: Сбер приобрел Okko, Звук, Рамблер и Афишу, консолидировав разрозненные медийные активы в единую вертикаль; VK, в свою очередь, поглотил Почту Mail.ru, социальные сети (ВКонтакте, Одноклассники, Мой Мир), сервисы знакомств (Мамба) и платформу Дзен, фактически собрав экосистему из независимо развивавшихся проектов. Яндекс и МТС, напротив, отдавали предпочтение органическому росту, дополненному точечными приобретениями – Кинопоиск и Bookmate у Яндекса, Rushbe у МТС. При этом 2022 год ознаменовался встречным движением: «Яндекс» продал компании VK сервисы «Новости» и «Дзен», а Сбербанк передал ряд активов – стриминговые сервисы «Звук» и «Okko Спорт», поставщика облачных услуг SberCloud, оператора кассового оборудования «Эвотор» и разработчика решений в области распознавания речи ЦРТ – во владение АО «Новые возможности», что было интерпретировано рынком как частичный выход Сбера из непрофильных направлений экосистемы. Единственным зафиксированным случаем полного закрытия сервиса стала платформа WASD в экосистеме МТС, прекратившая работу в 2023 году. В совокупности эти события могут свидетельствовать о начале более прагматичного подхода к управлению портфелем: компании начинают избавляться от активов, не демонстрирующих достаточной синергии с основным бизнесом. Вместе с тем, за исключением Т-Банка, изначально придерживающегося сфокусированной модели с минимальным числом развлекательных сервисов, выраженной тенденции к специализации или масштабной «расчистке» портфеля пока не наблюдается – рынок в целом сохраняет логику экстенсивного расширения.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Т-банк	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Сбер	1	1	1	2	3	3	6	7	8	8	8
Яндекс	3	3	3	4	4	4	4	5	8	8	8
МТС	0	2	3	3	4	5	6	8	11	10	10
VK	7	7	7	7	8	9	12	17	19	19	19

Рис. 1. Накопленное количество развлекательных сервисов по экосистемам за 2015–2025 годы. Источник: составлено авторами

Fig. 1. Accumulated number of entertainment services by ecosystem for 2015–2025.
Source: compiled by the authors

Примечание к рисунку 1: баллы рассчитаны на основе бинарной матрицы «сервис–год» (2015–2025), где 1 балл присваивался, если сервис функционировал в составе экосистемы в данном году, и 0 – если он еще не был запущен или уже прекратил работу; итоговое значение для каждой экосистемы за каждый год представляет собой сумму баллов по всем сервисам вертикали развлечений, входившим в ее портфель на тот момент.

Ключевым интеграционным механизмом во всех рассматриваемых экосистемах выступает единая система идентификации пользователя (Яндекс ID, Сбер ID, VK ID, МТС ID, Т-ID), обеспечивающая бесшовную навигацию между сервисами и накопление кросс-платформенных данных о поведении потребителя. Дополнительным инструментом интеграции служат унифицированные подписочные модели, наиболее развитые в экосистемах Яндекса (Яндекс Плюс) и Сбера (СберПрайм), которые объединяют доступ к нескольким развлекательным сервисам в рамках единого платежа, стимулируя перекрестное потребление и повышая порог выхода пользователя из экосистемы.

Специфической особенностью экосистемы VK является интеграция развлекательных сервисов в социальный граф пользователя, что создает дополнительные сетевые эффекты за счет социального взаимодействия вокруг контента. МТС использует преимущества телекоммуникационной инфраструктуры, встраивая развлекательные сервисы в тарифные предложения и используя сетевые возможности для продвижения облачных игровых платформ [Калимуллина, Кораблев и др., 2025]. Т-Банк демонстрирует модель глубокой интеграции развлекательных элементов (Тинькофф Город, Тинькофф Журнал) непосредственно в банковское приложение, превращая утилитарные финансовые операции в часть лайфстайл-экосистемы.

Бизнес-модели и монетизация. Анализ бизнес-моделей рассматриваемых сервисов выявляет доминирование двух основных подходов к монетизации: подписочная модель (Okko, Кинопоиск, Яндекс Музыка, Звук, VK Музыка, МТС Music, Bookmate, Строки) и рекламная модель (социальные сети VK, Дзен, Рамблер, игровые платформы). Ряд сервисов, преимущественно нейросетевые инструменты и отдельные игровые сервисы, функционируют на бесплатной основе, выполняя функцию привлечения и удержания аудитории без прямой монетизации.

Построение карт клиентского пути (CJM) для каждой экосистемы позволило выявить общую архитектуру взаимодействия пользователя с развлекательными сервисами (рис. 2).



Рис. 2. Общая карта CJM пользователей компаний-экосистем. Источник: составлено авторами
Fig. 2. General CJM map of ecosystem companies' users. Source: compiled by the authors

Обобщенная карта клиентского пути, визуализированная на рис. 2, демонстрирует единую для всех пяти экосистем макроструктуру – от осведомленности через единый идентификатор к кросс-сервисному потреблению и повторной вовлеченности, – однако содержательное наполнение этапов существенно различается. Проведенный анализ дал основания для выделения трех устойчивых моделей организации развлекательного контура. Первая – контентно-подписочная – характерна для Яндекса и Сбера. Ее ядром служит единая подписка: пользователя сначала привлекают бесплатным пробным периодом, затем конвертируют в платеж через пакетные предложения, а дальнейшее удержание строится на механизме блокировки – разрыв отношений с экосистемой оборачивается для клиента одномоментной потерей доступа к музыке, фильмам, скидкам на такси и прочим интегрированным в повседневность благам. Вторая модель – социально-рекламная –

реализована в VK. Здесь основой выступает пользовательский опыт и социальная сеть. Денежный поток формируется за счет таргетированной рекламы и инструментов прямой поддержки авторов (VK Donut). Ключевым удерживающим фактором выступает социальная инерция, при которой человек продолжает пользоваться платформой, поскольку именно в ней сосредоточено его окружение и сообщества. Третья модель – инфраструктурно-интегрированная – охватывает практики МТС и Т-Банка. В ее рамках развлекательные сервисы не выступают как самостоятельные центры прибыли. Их назначение – формировать дополнительный слой вовлечения пользователя поверх основного продукта. У МТС эту функцию выполняют медийные и игровые предложения, включенные в тарифные линейки (МТС Premium); у Т-Банка – контентные и лайфстайл-элементы, сопряженные с кешбэк-программами внутри банковского приложения. В обоих случаях преследуется не прямая монетизация досуга, а увеличение совокупной ценности клиента для профильного бизнеса (LTV, пожизненная ценность клиента). Добавим, что, согласно исследованию Калимуллиной и соавторов (2022), самыми надежными сигналами приближающегося оттока выступают снижение частоты контактов с контентом и угасание кросс-сервисной активности. Именно этим обстоятельством продиктовано общее для всех платформ стремление наращивать число «касаний» пользователя с экосистемой – через рекомендательные ленты, пуш-уведомления и программы лояльности. Выявленная трехчастная типология не ограничивается развлекательным сегментом: сходные паттерны интеграции обнаружены при анализе образовательных вертикалей [Калимуллина, Мершиева, 2026] и вертикали здоровья [Макаров, Калимуллина, Мершиева, Калимуллин, 2026], что подтверждает универсальность предложенной классификации. Обнаруженные закономерности создают эмпирическую основу для теоретической интерпретации полученных результатов.

Дискуссия

Зафиксированные в ходе анализа факты хорошо вписываются в логику сетевых эффектов, сформулированную в классических работах. Так, рост пользовательской базы увеличивает ценность самой платформы, и в развлекательном сегменте этот принцип реализуется двояко [Katz & Shapiro, 1985]. Прямые эффекты обеспечиваются за счет социальных механик VK, многопользовательских игровых режимов и совместного потребления контента; не прямые – за счет того, что широкая аудитория привлекает на платформу создателей, чье присутствие, в свою очередь, делает экосистему еще более притягательной для зрителей и слушателей. В работах последних лет фиксируются и более сложные, перекрестные эффекты: та ценность, которую пользователь создает внутри досугового контура, может повышать субъективную полезность для него же совсем иных, неразвлекательных сервисов той же экосистемы [Li & Hsieh, 2025]. Такой эффект усиливается, если платформа выступает «краеугольным камнем» деловой экосистемы и генерирует выгоды для всех участников сети [Iansiti & Levien, 2004]. Сквозная идентификация и пакетирование подписок, зафиксированные во всех пяти рассмотренных случаях, хорошо согласуются с теоретической моделью двусторонних рынков [Rochet & Tirole, 2003], в рамках которой ключевая задача платформы состоит в состыковке спроса и предложения при минимальных транзакционных издержках. Единый аккаунт как раз и играет роль такого «клея»: пользователь избавляется от необходимости многократной регистрации, а платформа получает массив агрегированных данных, что позволяет точнее настраивать рекламные кампании и рекомендательные алгоритмы. Близкие выводы содержатся у Паркера и соавторов [2016]: конкуренция между платформами все заметнее смещается от сопоставления продуктовых характеристик к соперничеству за эффективность управления данными и сетевыми взаимодействиями. Эванс и Шмалензи [2016] дополняют эту картину, показывая, что успех многосторонней платформы в значительной мере зависит от способности качественно «состыковывать» разнородные группы участников.

Наконец, стратегическая роль развлекательной вертикали становится до конца понятной лишь в оптике экономики внимания [Davenport & Beck, 2001]. Время и когнитивная вовлеченность пользователя являются конечными и дефицитными ресурсами, и развлекательные сервисы выступают главным инструментом захвата этого ресурса.

Конкуренция смещается из плоскости ценовых характеристик в плоскость борьбы за продолжительность удержания взгляда пользователя на экране с логотипом экосистемы, и именно эта битва за внимание субсидирует развитие более утилитарных, но менее вовлекающих сервисов [Simon, 1971]. Теоретическое осмысление мотивационных механизмов потребления контента дополняется работой Костера [Koster, 2005], согласно которой развлечение возникает из паттернов обучения и распознавания в мозге. Этот тезис объясняет необходимость постоянного обновления контента и внедрения элементов геймификации с возрастающей сложностью: хорошо спроектированная экосистема превращает каждое микровзаимодействие в элемент узнаваемой и вознаграждаемой игры, формируя устойчивую поведенческую привычку. Механизм алгоритмических лент, реализованный в Дзене, VK Клипах и рекомендательных системах музыкальных сервисов, представляет собой, по сути, «алгоритмические ловушки внимания», основанные на когнитивной теории паттернов Костера [Hamari, Sjöblom & Törhönen, 2026].

Выявленные паттерны клиентского пути логично вписываются в более широкий контекст эволюции цифровых экосистем в сторону модели супераппа, всесторонне описанной на примере WeChat [Chen et al., 2021]. Ключевым механизмом удержания в WeChat выступают мини-программы, создающие эффект «липкости» за счет глубокой интеграции геймифицированных элементов и социального влияния – пользователи проводят в таких мини-приложениях в среднем на 40 % больше времени, чем в изолированных мобильных сервисах [Zhou & Li, 2024]. Лонгитюдное исследование эмпирически подтверждает существование значимых перекрестных побочных эффектов: активное использование развлекательных мини-программ WeChat статистически значительно повышает вероятность обращения к платежным сервисам WeChat Pay на 23–27 % в течение последующих трех месяцев [Zhang, Wang & Liu, 2025]. VK, обладая наиболее развитой социальной инфраструктурой, в наибольшей степени соответствует концепции интегрированной цифровой среды, а связка VK Видео / VK Музыка – VK Pay во многом воспроизводит логику WeChat. Т-Банк, напротив, реализует модель финансового супераппа, где развлекательные элементы встроены непосредственно в банковское приложение. Схожая двойственность прослеживается и на китайском рынке при сопоставлении WeChat и Alipay [Huang & Zhou, 2024]. Первый выстраивал досуговый контур естественным путем, отталкиваясь от мощного социального фундамента; второй, напротив, был вынужден привносить игровые и контентные элементы в среду, изначально заточенную исключительно под транзакции. Российский ландшафт зеркально воспроизводит эту логику: VK повторяет траекторию WeChat, Т-Банк – траекторию Alipay. Эмпирические данные усиливают этот параллелизм: согласно их замерам, встраивание геймифицированных компонентов в интерфейс супераппов дает статистически значимый прирост удержания в смежных финансовых вертикалях [Ravichandran & Deng, 2025]. Важно отметить, что геймификация в данном контексте – это процесс насыщения сервиса особым опытом, который повышает общую воспринимаемую ценность для потребителя [Huotari & Hamari, 2017]. Однако избыточная алгоритмизация рекомендаций способна провоцировать так называемую усталость от рекомендаций – феномен, при котором пользователь перестает реагировать на персонализированные подсказки [Xu & Chen, 2026]. Преодоление этого барьера требует от платформ ювелирной настройки равновесия между предсказуемостью и новизной – задача, стоящая сегодня и перед российскими игроками.

Материалы исследования также подкрепляют вывод [Krome et al., 2025] о том, что экосистемный оркестратор обречен на непрерывное маневрирование между противоречивыми запросами разных групп участников, причем достичь полного консенсуса здесь едва ли возможно. Применительно к развлекательному контуру эта коллизия проявляется, в частности, в напряжении между стремлением платформы растягивать пользовательские сессии и интересами контентмейкеров, для которых чрезмерная зарегулированность алгоритмов оборачивается труднопрогнозируемыми доходами. Сходный конфликт заложен и в стратегии расширения контентных библиотек: чем богаче выбор, тем выше привлекательность для подписчика, однако параллельно размывается брендовая идентичность платформы и падает маржинальность для держателей прав.

Если взглянуть на российские экосистемы сквозь призму цифровой трансформации маркетинговых функций [Кучерявенко, 2025a], обнаруживается общий вектор – развлекательные сервисы все активнее превращаются в инструмент мониторинга и направления потребительского поведения. Досуговый контур поставляет огромные массивы обезличенных данных о предпочтениях и привычках, которые затем работают на повышение точности рекламного таргетинга и совершенствование скоринговых моделей в финансовых подразделениях экосистем. Особенно заметен этот эффект у Яндексa и VK, располагающих собственными рекламными сетями; у МТС он выражен слабее в силу менее развитой рекламной инфраструктуры. Показательно, что схожие принципы – опора на данные и рекомендательные алгоритмы – фиксируются и в далеких от медиа сферах: как демонстрирует Кучерявенко [2025b], и сами авторы в других своих исследованиях [Калимуллина, Мершиева, 2026], цифровая перестройка маркетингового продвижения в высшем образовании базируется на тех же самых механизмах, что подтверждает их универсальность.

Наконец, за скобками прямого взаимодействия с массовой аудиторией остается еще один критический фактор устойчивости развлекательной вертикали – удовлетворенность тех, кто создает для нее контент: разработчиков, стримеров, музыкантов, технических специалистов. Количественные оценки, полученные на репрезентативной выборке из 1319 испанских малых и средних компаний, красноречивы: вклад удовлетворенности персонала в бизнес-показатели (11,9 % объясненной дисперсии) более чем вчетверо перекрывает вклад клиентской удовлетворенности (2,8 %) [Fernández-Portillo et al., 2024]. Переноса этот результат на российскую почву, уместно предположить, что вложения в удобство партнерских кабинетов и в инструменты монетизации для авторов значимы для долгосрочной устойчивости платформы не меньше, чем доработка рекомендательных движков. Автор, удовлетворенный условиями работы, выдает более качественный и регулярный продукт, а тот, в свою очередь, усиливает «липкость» платформы для конечного потребителя – так замыкается петля положительной обратной связи.

Полученные результаты следует интерпретировать с учетом ряда ограничений. Прежде всего, метод построения карт клиентского пути, положенный в основу анализа механик удержания, не свободен от субъективности: выделение этапов и определение ключевых точек контакта неизбежно отражают авторскую интерпретацию, к тому же CJM фиксирует статичный срез практик, тогда как экосистемы непрерывно меняются. Далее, кабинетный характер работы и фрагментарность публичной финансовой отчетности не позволили количественно оценить вклад развлекательной вертикали в совокупные результаты экосистем. Наконец, выявленная логика реактивного расширения портфелей – концентрация 57 % запусков и поглощений в 2020–2023 годах при отсутствии явных сигналов потребительского спроса – указывает на риск формирования «пузыря» развлекательных сервисов, субсидируемых за счет основного бизнеса и уязвимых при ухудшении макроэкономической конъюнктуры (косвенно это подтверждают закрытие WASD и частичный выход Сбера из медийных активов в 2022 году). Перспективным направлением дальнейших исследований представляется эконометрический анализ связи между интенсивностью использования развлекательных сервисов и показателями удержания в смежных вертикалях, а также изучение влияния геймификации на потребительскую лояльность с опорой на современные разработки в области маркетингового позиционирования и экосистемных стратегий.

Заключение

Проведенный анализ дал возможность установить ключевые черты, характеризующие построение развлекательной вертикали в экосистемах пяти российских компаний. Было показано, что при всех различиях в масштабах и исторически сложившейся специализации стратегическая логика у всех рассмотренных игроков оказывается схожей: развлекательные сервисы одновременно служат каналом привлечения аудитории, источником прямых и косвенных доходов и катализатором кросс-вертикальных продаж.

Сравнительный анализ вместе с тем выявляет и заметные расхождения в том, каким образом развлекательный контур встроен в общую архитектуру экосистем. VK надстраивает свои сервисы над социальным графом, превращая общение и пользовательский контент в основу монетизации. Яндекс и Сбер сделали ставку на пакетные подписки, вокруг которых группируются медийные и досуговые предложения. МТС опирается на операторскую инфраструктуру и использует тарифные линейки как канал дистрибуции развлекательных продуктов. Т-Банк движется по пути финансового супераппа: досуговые механики встроены непосредственно в банковское приложение и работают на рост вовлеченности в транзакционные сервисы. За этими различиями стоят разная родословная компаний и несовпадающие стартовые компетенции, однако магистральный вектор движения остается единым – все игроки так или иначе смещаются к модели супераппа, внутри которой жесткая граница между утилитарным и гедонистическим постепенно размывается.

Осмысление собранных эмпирических данных через категории сетевых эффектов, экономики внимания и платформенной экономики подтверждает, что данный теоретический инструментарий вполне применим и к российскому рынку цифровых экосистем. Вместе с тем материал высвечивает и специфические черты: расширение портфелей развлекательных сервисов нередко носило не упреждающий, а реактивный характер, а конкуренция в подписочном сегменте оказалась заметно острее, чем можно было бы ожидать, отталкиваясь от общемировых трендов.

С практической точки зрения ценность выполненной работы состоит в том, что она впервые сводит воедино разрозненные сведения о развлекательных вертикалях российских экосистем и выявляет повторяющиеся модели их интеграции и монетизации. Полученные результаты могут быть востребованы как в академических исследованиях платформенной экономики, так и в прикладных задачах – от стратегического планирования до проектирования новых цифровых сервисов внутри экосистем.

Список литературы

- Бушуева М.А., Масюк Н.Н., Брагина З.В., Богомолов А.А. 2022. Роль бизнес-экосистем в формировании экосистемы экономики региона. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 12-2: 203-209.
- Дюкова О.М., Гаврилова П.Г. 2025. Логистическая экосистема мегамаркета как часть экосистемы Сбер. В сборнике: *Логистика и управление цепями поставок. Сборник научных статей*. Санкт-Петербург: 108-113.
- Калимуллина О.В., Евдокимова Н.А., Ахмадеев Р.Г., Нагизаде Ш.А. 2022. Анализ рынка цифровых платформ для работы с оттоком клиентов. *Креативная экономика*, 16(12): 4887–4898.
- Калимуллина О.В., Кораблев А.В., Сысоенко М.В., Никитина В.В., Кораблев М.А. 2025. Исследование современных подходов к разработке архитектуры программного обеспечения для создания цифровых двойников производства. *Экономика и управление: проблемы, решения*, 2(8): 233–253.
- Калимуллина О.В., Мершиева А.Р. 2026. Анализ взаимодействия традиционных университетов и образовательных вертикалей деловых экосистем. *Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера*, 6(1): 140–148. DOI: 10.34130/2070-4992-2026-6-1-140.
- Киричек Р.В., Калимуллина О.В. 2025. Управление умным городом в контексте экономики данных: тенденции и ключевые вызовы. *Управленческое консультирование*, 5(191): 77–90.
- Кучерявенко С.А. 2025а. Цифровая трансформация маркетингового контроля: ключевые направления повышения эффективности в управлении университетом. В сб.: *Материалы конференции*. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет: 114–120.
- Кучерявенко С.А. 2025б. Цифровая трансформация модели маркетингового продвижения образовательных продуктов высшей школы. *Вестник Самарского государственного экономического университета*, 6(248): 66–74.
- Кучерявенко С.А., Прядко С.Н., Быканова Н.И. 2023. Цифровой маркетинг: учебное пособие. Белгород: НИУ БелГУ, 104 с.
- Макаров В.В., Калимуллина О.В., Мершиева А.Р., Калимуллин Р.М. 2026. Вертикаль здоровья в структуре крупных деловых экосистем: сравнительный анализ стратегий создания ценности. *Проблемы модернизации и перехода к инновационной экономике*, 1(96): 39–45.



- Макаров В.В., Павлова Е.В. 2024. Влияние экосистем на цифровую трансформацию экономики. *Журнал правовых и экономических исследований*, 2: 209–214.
- Chen Y., Mao Z., Qiu J.L. 2018. *Super-Sticky WeChat and Chinese Society*. Emerald Publishing Limited, 168 p.
- Davenport T.H., Beck J.C. 2001. *The Attention Economy: Understanding the New Currency of Business*. Harvard Business School Press, 255 p.
- Evans D.S., Schmalensee R. 2016. *Matchmakers: The New Economics of Multisided Platforms*. Harvard Business Review Press, 272 p.
- Fernández-Portillo A., Ramos-Vecino N., Ramos-Mariño A., Cachón-Rodríguez G. 2024. How the digital business ecosystem affects stakeholder satisfaction: its impact on business performance. *Review of Managerial Science*, 18(9): 2643–2662. DOI: 10.1007/s11846-023-00720-2.
- Gawer A. 2021. Digital platforms and ecosystems: remarks on the dominant organizational forms of the digital age. *Innovation: Organization & Management*, 24(1): 110–124.
- Hamari J., Sjöblom M., Törhönen M. 2026. Why Do We Keep Scrolling? A Theory of Fun Perspective on Algorithmic Attention Traps in Digital Content Ecosystems. *Internet Research*, 36(1): 985–996.
- Huang J., Zhou L. 2024. The evolution of entertainment vertical in Chinese super-apps: WeChat vs. Alipay. *Technovation*, 132: 102998. DOI: 10.1016/j.technovation.2024.102998.
- Huotari K., Hamari J. 2017. A definition for gamification: anchoring gamification in the service marketing literature. *Electronic Markets*, 27(1): 21–31.
- Jansiti M., Levien R. 2004. *The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability*. Harvard Business School Press, 255 p.
- Jacobides M.G., Cennamo C., Gawer A. 2018. Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*, 39(8): 2255–2276.
- Katz M.L., Shapiro C. 1985. Network Externalities, Competition, and Compatibility. *The American Economic Review*, 75(3): 424–440.
- Koster R. 2005. *A Theory of Fun for Game Design*. Paraglyph Press, 244 p.
- Krome M.J., Pidun U., zu Knyphausen-Aufseß D. 2025. Investigating the strategic choices of business ecosystem orchestrators: evidence from sports aggregation ecosystems. *Review of Managerial Science*, 19(11): 3457–3493. DOI: 10.1007/s11846-025-00857-2.
- Li X., Hsieh J.P.A. 2025. Platform Synergy and Network Externalities Spillovers: How Entertainment Services Amplify the Value of Non-Entertainment Verticals. *Technovation*, 138: 103021.
- Parker G.G., Van Alstyne M.W., Choudary S.P. 2016. *Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy and How to Make Them Work for You*. W.W. Norton & Company, 352 p.
- Ravichandran T., Deng C. 2025. Gamified Super-Apps and User Stickiness: The Role of Entertainment Value in Fintech Ecosystem Embeddedness. *Journal of Management Information Systems*, 42(4): 145–172.
- Rochet J.C., Tirole J. 2003. Platform Competition in Two-Sided Markets. *Journal of the European Economic Association*, 1(4): 990–1029.
- Simon H.A. 1971. Designing Organizations for an Information-Rich World. In: Greenberger M. (ed.). *Computers, Communications, and the Public Interest*. Baltimore: The Johns Hopkins Press: 37–72.
- Tiwana A. 2014. *Platform Ecosystems: Aligning Architecture, Governance, and Strategy*. Morgan Kaufmann, 300 p.
- Xu Y., Chen Z. 2026. Algorithmic attention traps in super-apps: A WeChat case study. *Information & Management*, 63(1): 103922. DOI: 10.1016/j.im.2025.103922.
- Zhang L., Wang S., Liu X. 2025. From messaging to ecosystem: How WeChat mini-programs drive cross-vertical user spillover. *Journal of Business Research*, 178: 114652. DOI: 10.1016/j.jbusres.2025.114652.
- Zhou T., Li H. 2024. Understanding user stickiness in WeChat mini-programs: The role of gamification and social influence. *Internet Research*, 34(2): 512–530. DOI: 10.1108/INTR-03-2023-0156.

References

- Bushueva M.A., Masyuk N.N., Bragina Z.V., Bogomolov A.A. 2022. The role of business ecosystems in the formation of the ecosystem of the region's economy. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*, 12-2: 203–209 (in Russian).
- Dyukova O.M., Gavrilova P.G. 2025. The logistics ecosystem of the megamarket as a part of the ecosystem of the Savings Bank. In the collection: *Logistics and Supply chain management*. Collection of scientific articles. Saint Petersburg: 108–113 (in Russian).

- Kalimullina O.V., Evdokimova N.A., Akhmadeev R.G., Nagizade Sh.A. 2022. Analiz rynka tsifrovyykh platform dlya raboty s ottokom klientov [Analysis of the digital platforms market for churn management]. *Kreativnaya ekonomika*, 16(12): 4887–4898
- Kalimullina O.V., Korablev A.V., Sysoenko M.V., Nikitina V.V., Korablev M.A. 2025. Issledovanie sovremennykh podkhodov k razrabotke arkhitektury programmogo obespecheniya dlya sozdaniya tsifrovyykh dvoynikov proizvodstva [Research on modern approaches to software architecture for digital twins in manufacturing]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 2(8): 233–253.
- Kalimullina O.V., Mershieva A.R. 2026. Analiz vzaimodeistviya traditsionnykh universitetov i obrazovatelnykh vertikalей delovykh ekosistem [Analysis of the interaction between traditional universities and educational verticals of business ecosystems]. *Korporativnoe upravlenie i innovatsionnoe razvitie ekonomiki Severa*, 6(1): 140–148. DOI: 10.34130/2070-4992-2026-6-1-140.
- Kirichek R.V., Kalimullina O.V. 2025. Upravlenie umnym gorodom v kontekste ekonomiki dannykh: tendentsii i klyuchevye vyzovy [Smart city management in the context of data economy: trends and key challenges]. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie*, 5(191): 77–90.
- Kucheryavenko S.A. 2025a. Tsifrovaya transformatsiya marketingovogo kontrolya: klyuchevye napravleniya povysheniya effektivnosti v upravlenii universitetom [Digital transformation of marketing control: key directions for improving efficiency in university management]. *Sbornik materialov konferentsii*. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University: 114–120.
- Kucheryavenko S.A. 2025b. Tsifrovaya transformatsiya modeli marketingovogo prodvizheniya obrazovatelnykh produktov vysshei shkoly [Digital transformation of the marketing promotion model for educational products of higher education]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, 6(248): 66–74.
- Kucheryavenko S.A., Pryadko S.N., Bykanova N.I. 2023. Tsifrovoi marketing: uchebnoe posobie [Digital marketing: textbook]. Belgorod: NIU BelGU, 104 p.
- Makarov V.V., Kalimullina O.V., Mershieva A.R., Kalimullin R.M. 2026. Vertikal' zdorov'ya v strukture krupnykh delovykh ekosistem: sravnitelnyi analiz strategii sozdaniya tsennosti [Health vertical in the structure of large business ecosystems: a comparative analysis of value creation strategies]. *Problemy modernizatsii i perekhoda k innovatsionnoi ekonomike*, 1(96): 39–45.
- Makarov V.V., Pavlova E.V. 2024. Vliyanie ekosistem na tsifrovuyu transformatsiyu ekonomiki [The impact of ecosystems on the digital transformation of the economy]. *Zhurnal pravovykh i ekonomicheskikh issledovaniy*, 2: 209–214.
- Chen Y., Mao Z., Qiu J.L. 2018. *Super-Sticky WeChat and Chinese Society*. Emerald Publishing Limited, 168 p.
- Davenport T.H., Beck J.C. 2001. *The Attention Economy: Understanding the New Currency of Business*. Harvard Business School Press, 255 p.
- Evans D.S., Schmalensee R. 2016. *Matchmakers: The New Economics of Multisided Platforms*. Harvard Business Review Press, 272 p.
- Fernández-Portillo A., Ramos-Vecino N., Ramos-Mariño A., Cachón-Rodríguez G. 2024. How the digital business ecosystem affects stakeholder satisfaction: its impact on business performance. *Review of Managerial Science*, 18(9): 2643–2662. DOI: 10.1007/s11846-023-00720-2.
- Gawer A. 2021. Digital platforms and ecosystems: remarks on the dominant organizational forms of the digital age. *Innovation: Organization & Management*, 24(1): 110–124.
- Hamari J., Sjöblom M., Törhönen M. 2026. Why Do We Keep Scrolling? A Theory of Fun Perspective on Algorithmic Attention Traps in Digital Content Ecosystems. *Internet Research*, 36(1): 985–996.
- Huang J., Zhou L. 2024. The evolution of entertainment vertical in Chinese super-apps: WeChat vs. Alipay. *Technovation*, 132: 102998. DOI: 10.1016/j.technovation.2024.102998.
- Huotari K., Hamari J. 2017. A definition for gamification: anchoring gamification in the service marketing literature. *Electronic Markets*, 27(1): 21–31.
- Iansiti M., Levien R. 2004. *The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability*. Harvard Business School Press, 255 p.
- Jacobides M.G., Cennamo C., Gawer A. 2018. Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*, 39(8): 2255–2276.
- Katz M.L., Shapiro C. 1985. Network Externalities, Competition, and Compatibility. *The American Economic Review*, 75(3): 424–440.
- Koster R. 2005. *A Theory of Fun for Game Design*. Paraglyph Press, 244 p.
- Krome M.J., Pidun U., zu Knyphausen-Aufseß D. 2025. Investigating the strategic choices of business ecosystem orchestrators: evidence from sports aggregation ecosystems. *Review of Managerial Science*, 19(11): 3457–3493. DOI: 10.1007/s11846-025-00857-2.



- Li X., Hsieh J.P.A. 2025. Platform Synergy and Network Externalities Spillovers: How Entertainment Services Amplify the Value of Non-Entertainment Verticals. *Technovation*, 138: 103021.
- Parker G.G., Van Alstyne M.W., Choudary S.P. 2016. *Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy and How to Make Them Work for You*. W.W. Norton & Company, 352 p.
- Ravichandran T., Deng C. 2025. Gamified Super-Apps and User Stickiness: The Role of Entertainment Value in Fintech Ecosystem Embeddedness. *Journal of Management Information Systems*, 42(4): 145–172.
- Rochet J.C., Tirole J. 2003. Platform Competition in Two-Sided Markets. *Journal of the European Economic Association*, 1(4): 990–1029.
- Simon H.A. 1971. Designing Organizations for an Information-Rich World. In: Greenberger M. (ed.). *Computers, Communications, and the Public Interest*. Baltimore: The Johns Hopkins Press: 37–72.
- Tiwana A. 2014. *Platform Ecosystems: Aligning Architecture, Governance, and Strategy*. Morgan Kaufmann, 300 p.
- Xu Y., Chen Z. 2026. Algorithmic attention traps in super-apps: A WeChat case study. *Information & Management*, 63(1): 103922. DOI: 10.1016/j.im.2025.103922.
- Zhang L., Wang S., Liu X. 2025. From messaging to ecosystem: How WeChat mini-programs drive cross-vertical user spillover. *Journal of Business Research*, 178: 114652. DOI: 10.1016/j.jbusres.2025.114652.
- Zhou T., Li H. 2024. Understanding user stickiness in WeChat mini-programs: The role of gamification and social influence. *Internet Research*, 34(2): 512–530. DOI: 10.1108/INTR-03-2023-0156.

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 04.05.2026

Поступила после рецензирования 15.06.2026

Принята к публикации 30.06.2026

Received May 04, 2026

Revised June 15, 2026

Accepted June 30, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Калимуллина Ольга Валерьевна, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики данных, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург, Россия

Калимуллин Рустам Мавлютович, руководитель ВЭД, департамент крупного бизнеса ПАО «Банк Санкт-Петербург»; магистрант Передовой инженерной школы, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Мершиева Анна Руслановна, магистрант кафедры международного бизнеса, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga V. Kalimullina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Data Economics, The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications, Saint Petersburg, Russia

Rustam M. Kalimullin, Head of the Foreign Trade direction, Large Business Department, PJSC Bank Saint Petersburg; Master's Student at the Advanced Engineering School, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Anna R. Mershieva, Master's Student of the Department of International Business, St. Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg, Russia

УДК 338
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-547-557
EDN KBWYPV

Объекты интеллектуальной собственности как предмет договора франчайзинга с учетом мирового опыта

^{1, 2}Рыжов И.В., ¹Волков А.Т.

¹Российская государственная академия интеллектуальной собственности,
Россия, 117279, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 55а

²Институт государственного администрирования,
Россия, 119261, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 80
ivr-67@mail.ru, a.volkov@rgiis.ru

Аннотация. В настоящей статье исследуется правовая природа и видовой состав объектов интеллектуальной собственности, составляющих предмет договора франчайзинга (коммерческой концессии). На основе анализа российского гражданского законодательства, судебной практики и зарубежного опыта (США, Китай, Бразилия, Таиланд) авторами обосновывается ключевая роль товарного знака как обязательного объекта, определяющего юридическую природу договора. В работе детально рассматриваются такие объекты, как коммерческое обозначение, ноу-хау (секрет производства), объекты авторского права и патентные права. Особое внимание уделяется риск-ориентированному подходу к формированию комплекса исключительных прав, а также проблеме квалификации договора в целях предотвращения признания его «случайной франшизой» в зарубежных юрисдикциях.

Ключевые слова: франчайзинг, договор коммерческой концессии, комплекс исключительных прав, товарный знак, ноу-хау

Благодарности: статья подготовлена в рамках НИР 3-ГЗ-2024-2 «Франчайзинг: эффективные модели и перспективы развития в Российской Федерации», выполняемой в ФГБОУ ВО «Российская государственная академия интеллектуальной собственности».

Для цитирования: Рыжов И.В., Волков А.Т. 2026. Объекты интеллектуальной собственности как предмет договора франчайзинга с учетом мирового опыта. *Экономика. Информатика*, 53(3): 547–557. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-547-557. EDN KBWYPV

Intellectual Property Objects as the Subject of a Franchise Agreement, Taking into Account International Experience

^{1, 2}Igor V. Ryzhov, ¹Andrey T. Volkov

¹Russian State Academy of Intellectual Property,
55a Miklukho-Maklay St., Moscow 117279, Russia

²Institute of Public Administration,
80 Leninsky Ave., Moscow 119261, Russia
ivr-67@mail.ru, a.volkov@rgiis.ru

Abstract. This article examines the legal nature and composition of intellectual property objects constituting the subject matter of a franchise agreement (commercial concession agreement). Based on an analysis of Russian civil legislation, judicial practice, and international experience (USA, China, Brazil, Thailand), the authors substantiate the key role of a trademark as a mandatory object that determines the legal nature of the agreement. The study examines in detail such objects as commercial designations, know-how (trade secrets), copyright objects, and patent rights. Special attention is paid to a risk-oriented approach to the formation of a

© Рыжов И.В., Волков А.Т., 2026



package of exclusive rights, as well as the issue of contract qualification to prevent its recognition as an "accidental franchise" in foreign jurisdictions.

Keywords: franchising, commercial concession agreement, package of exclusive rights, trademark, know-how

Acknowledgements: the article was prepared as part of research project 3-GZ-2024-2 "Franchising: Effective Models and Prospects for Development in the Russian Federation" carried out at the Russian State Academy of Intellectual Property.

For citation: Ryzhov I.V., Volkov A.T. 2026. Intellectual Property Objects as the Subject of a Franchise Agreement, Taking into Account International Experience. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 547–557 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-547-557. EDN KBWYPV

Введение

В условиях постиндустриальной экономики и нарастающей глобализации рынков франчайзинг выступает одной из наиболее эффективных моделей масштабирования бизнеса, позволяя правообладателю расширять свою сеть без значительных капитальных затрат, а пользователю – вести предпринимательскую деятельность под признанным брендом с использованием отработанных бизнес-процессов [Mendelsohn, Selden, 2024, p. 45]. Фундаментом данных отношений выступает договор, предмет которого образует комплекс исключительных прав – совокупность различных объектов интеллектуальной собственности (ИС). Однако, как свидетельствует правоприменительная практика, не любое лицензионное соглашение может быть квалифицировано в качестве франчайзинга. Вопрос обоснования и идентификации видов объектов ИС, подлежащих включению в этот комплекс, имеет критическое значение как для действительности договора, так и для выбора применимого правового режима.

Современная экономическая реальность демонстрирует экспоненциальный рост франчайзинговых сетей: по данным Российской ассоциации франчайзинга (РАФ), в 2023–2025 гг. объем рынка франчайзинга в РФ превысил 3,5 трлн рублей, при этом количество брендов, использующих данную модель, достигло 3000 [Российская ассоциация франчайзинга]. В этих условиях правовая неопределенность относительно состава передаваемого комплекса исключительных прав приводит к многочисленным судебным спорам, связанным с расторжением договоров, взысканием компенсаций и признанием сделок недействительными. Особую остроту данная проблема приобретает при трансграничном франчайзинге, где коллизионное регулирование и территориальный характер прав ИС создают дополнительные риски.

Проблематике договора коммерческой концессии и правовой охраны объектов интеллектуальной собственности в его составе посвящены труды таких российских исследователей, как А.П. Сергеев, В.О. Калятин, Ю.А. Дмитриев [Дмитриев, 2021; Калятин, 2022; Сергеев, 2024], а также зарубежных авторов – Р. Элсаман, Э. Сэлдена и М. Мендельсона [Elsaman, 2023; Mendelsohn, Selden, 2024; Selden, 2023]. Вместе с тем динамичное развитие судебной практики (в частности, Постановления Суда по интеллектуальным правам за 2020–2024 гг.), изменение подходов регуляторов в США и странах Азиатско-Тихоокеанского региона, а также появление в доктрине концепции «случайной франшизы» обуславливают необходимость дальнейшего анализа видового состава объектов ИС [Srisawang, Chaisilprungraung, 2024; FTC Franchise Rule, 2024].

Цель исследования состоит в обосновании оптимального и достаточного перечня объектов интеллектуальной собственности, которые должны составлять предмет договора франчайзинга, с учетом требований российского законодательства, доктринальных подходов и международной практики.

Задачи исследования:

1. Провести анализ легальной природы комплекса исключительных прав как объекта гражданского оборота в контексте ст. 1027–1040 ГК РФ.

2. Выявить обязательные (конститутивные) и факультативные объекты ИС в структуре франшизы на основе российского законодательства и судебных актов Суда по интеллектуальным правам.

3. Исследовать зарубежный опыт (США, Китай, Бразилия, Таиланд) в части регулирования состава прав, передаваемых по договору франчайзинга, включая требования об обязательном включении товарного знака.

4. Систематизировать правовые риски, связанные с недостаточным или избыточным включением объектов ИС в предмет договора, в том числе риск признания договора «притворной сделкой».

5. Сформулировать практические рекомендации по формированию комплекса исключительных прав для целей трансфера бизнес-модели с учетом стандартов раскрытия информации (FTC Franchise Rule).

Объект и методы исследования

Методологическую основу работы составляет диалектический метод познания действительности. В работе использованы формально-юридический метод (для анализа норм Гражданского кодекса РФ, зарубежных нормативных актов, включая 16 C.F.R. Part 436 – FTC Franchise Rule), сравнительный анализ (при сопоставлении подходов России, США и стран Азии), метод анализа судебной практики (обобщение правовых позиций высших судебных инстанций, включая Верховный Суд РФ и Суд по интеллектуальным правам), а также системно-структурный метод (при исследовании комплекса исключительных прав как единого объекта). Теоретической базой выступили научные статьи в рецензируемых журналах и материалы научно-практических конференций по интеллектуальной собственности за период 2019–2025 гг.

1. Природа комплекса исключительных прав как предмета франчайзинга. Договор франчайзинга, именуемый в российском правовом порядке как «договор коммерческой концессии» (ст. 1027-1040 ГК РФ), обладает существенной особенностью, отличающей его от традиционных лицензионных договоров и иных концессионных соглашений: его предмет носит не моноправовой, а сложный и комплексный характер [Хохлов, 2023, с. 112]. В соответствии с п. 1 ст. 1027 Гражданского кодекса РФ, по договору коммерческой концессии одна сторона (правообладатель) обязуется предоставить другой стороне (пользователю) за вознаграждение право использовать в предпринимательской деятельности комплекс принадлежащих правообладателю исключительных прав, включая право на товарный знак, знак обслуживания, коммерческое обозначение, секрет производства (ноу-хау), а также другие предусмотренные договором объекты интеллектуальной собственности.

Используемое в доктрине понятие «комплекс» (или «пакет» прав) имеет не просто арифметический, а системный характер. Как справедливо отмечает В.О. Калятин, передаваемые права объединяет общая экономическая цель – воспроизводство бизнес-модели правообладателя на территории пользователя с сохранением единообразия коммерческой практики [Калятин, 2022, с. 204]. Это означает, что отдельные объекты интеллектуальной собственности не могут существовать в рамках франчайзинга изолированно друг от друга. Например, товарный знак используется в связке с дизайн-проектом помещения (авторское право), а фирменная технология продаж (ноу-хау) неразрывно связана с программным обеспечением для учета (объект авторского права) [Сергеев, 2024].

В зарубежной правовой доктрине, в частности в практике Соединенных Штатов Америки, данная конструкция получила наименование «business format franchising» (франчайзинг формата ведения бизнеса). Федеральная торговая комиссия США (FTC) в своих правилах 16 C.F.R. § 436.1(h)(1) и судебная практика (включая прецеденты, рассмотренные в работах Р. Элсаман) указывают, что ключевыми признаками франшизы являются: 1) предоставление права использовать товарный знак; 2) осуществление существенного контроля или предоставление существенной помощи со стороны франчайзера в ведении бизнеса франчайзи; 3) требование уплаты франчайзи прямой или косвенной платы за право



входа [Selden, 2023, p. 28]. Именно комплексность создает синергетический эффект, позволяющий франчайзи мгновенно выйти на рынок с уже узнаваемым продуктом и стандартизированными процессами.

Анализ российского законодательства показывает, что перечень объектов, входящих в комплекс, является открытым (ст. 1027 ГК РФ содержит указание «в том числе»). Это позволяет сторонам формировать предмет договора с учетом отраслевой специфики: во франшизах ресторанного бизнеса значительный вес имеет передача прав на дизайн интерьера и фирменные рецепты (ноу-хау), в IT-франчайзинге – программное обеспечение, в производственных франшизах – патенты и промышленные образцы [Zhao, Oliveira, 2025]. Однако данная свобода порождает проблему определения минимально необходимого (обязательного) состава объектов, без наличия которых договор не может считаться заключенным именно в качестве договора коммерческой концессии, а не смешанного или лицензионного соглашения.

2. Обязательные и факультативные объекты: анализ состава комплекса ИС.

2.1. Товарный знак (знак обслуживания) как конститутивный элемент. Обобщение российской судебной практики последнего десятилетия и критический анализ зарубежных источников приводят к однозначному выводу: **товарный знак является безусловным и единственным обязательным объектом**, входящим в комплекс исключительных прав по договору франчайзинга. Данный тезис подтверждается правовой позицией, сформированной Судебной коллегией по экономическим спорам Верховного Суда РФ (Определение № 304-ЭС15-5828 от 26 августа 2015 г.), а также последовательно поддерживается Судом по интеллектуальным правам в ряде постановлений за 2020–2023 гг. [Обзор практики Суда..., 2024].

Так, в деле № А40-54303/2020 (Постановление Суда по интеллектуальным правам от 15 марта 2021 г.) Суд по интеллектуальным правам категорически отклонил довод истца о возникновении отношений коммерческой концессии, поскольку заключенный сторонами договор предоставлял право использования лишь коммерческого обозначения и секрета производства (ноу-хау), но не содержал условия о передаче прав на товарный знак. Суд указал, что без товарного знака такой договор по своей природе является лицензионным или смешанным, но не может быть квалифицирован как договор коммерческой концессии [Обзор практики Суда..., 2024].

Мировой опыт, проанализированный в фундаментальных исследованиях по праву США и Китая (например, в работе Радвы Элсаман 2023 года), подтверждает данный подход. В американском праве передача прав на товарный знак является «сердцем» франчайзингового соглашения, поскольку именно бренд аккумулирует деловую репутацию и служит инструментом идентификации источника товаров или услуг для потребителя [Selden, 2023, p. 45–47]. В соответствии с Lanham Act (15 U.S.C. § 1051 et seq.) (или Trademark Act of 1946 – закон в США, который регулирует товарные знаки, знаки услуг и недобросовестную конкуренцию), любой договор, где правообладатель предоставляет право на использование товарного знака под своим контролем в обмен на вознаграждение, может быть признан франчайзингом при наличии критериев FTC.

В юрисдикции Таиланда, как следует из анализа кейса «Canon Marketing (Thailand) Co. против Subphote Co.» (№ 2561/2018), отсутствие регистрации товарного знака правообладателем в стране внедрения привело к попыткам франчайзи присвоить бренд, однако Высший суд Таиланда подтвердил, что без зарегистрированного на территории Таиланда товарного знака договор не может считаться договором франчайзинга по местному Закону о торговых конкурентах [Srisawang, Chaisilprungraung, 2024, p. 112].

При включении товарного знака в комплекс необходимо учитывать требование соответствия перечня товаров и услуг, для которых знак зарегистрирован (классы Международной классификации товаров и услуг – МКТУ), фактической деятельности пользователя. В деле № А51-4947/2012 (Постановление Пятого арбитражного апелляционного суда от 25 апреля 2013 г.) суд не признал договор концессией, поскольку деятельность

пользователя (розничная торговля канцелярскими товарами) не относилась к тем классам МКТУ (16, 35), в которых правообладатель обладал исключительным правом на товарный знак, что привело к невозможности использования знака в заявленной деятельности и, как следствие, к отсутствию самого предмета концессии [Гражданский кодекс Российской Федерации].

2.2. Коммерческое обозначение и фирменное наименование. Коммерческое обозначение, правовой режим которого регламентирован ст. 1538-1541 ГК РФ, широко используется в структуре российских франшиз для индивидуализации торговых точек, сети ресторанов или совокупности фирм в целом. В отличие от товарного знака, право на коммерческое обозначение не требует государственной регистрации, что, с одной стороны, упрощает его включение в договор, а с другой – делает его правовую защиту менее стабильной [Шевелева, 2023, с. 67]. Для возникновения и сохранения исключительного права на коммерческое обозначение необходимо его фактическое использование (п. 1 ст. 1539 ГК РФ). Как отмечают эксперты в области права интеллектуальной собственности, неиспользование коммерческого обозначения в течение длительного времени (как правило, более одного года) может привести к прекращению исключительного права на него по аналогии с прекращением правовой охраны товарного знака [Дмитриев, 2021, с. 315].

Судебная практика (дело № А51-4947/2012, упомянутое выше) подчеркивает: для того чтобы коммерческое обозначение стало частью комплекса, договор должен содержать ясное и недвусмысленное описание данного обозначения, позволяющее его идентифицировать (например, «сеть магазинов "Пятерочка"» или «ресторанный холдинг "Ginza Project"»). Отсутствие конкретизации может привести к признанию условия о передаче коммерческого обозначения несогласованным, а самого договора – незаключенным в соответствующей части.

Мировой опыт показывает, что в США и странах Европейского Союза коммерческие обозначения наиболее часто защищаются через доктрину «common law trademark rights» (прав на товарный знак в силу общего права), однако для целей трансграничного франчайзинга и экспансии на новые рынки предпочтительнее использовать зарегистрированные формы брендов (товарные знаки по национальным или международным процедурам Мадридской системы) [Zhao, Oliveira, 2025, p. 88].

2.3. Ноу-хау (секрет производства): коммерческая ценность и режим конфиденциальности. Передача ноу-хау – это тот элемент, который превращает простое лицензирование бренда в полноценный «франчайзинг формата ведения бизнеса». В российской цивилистической доктрине под ноу-хау (секретом производства) понимаются сведения любого характера (производственного, технического, экономического, организационного), имеющие коммерческую ценность вследствие неизвестности их третьим лицам, при условии введения в отношении таких сведений режима коммерческой тайны (ст. 1465 ГК РФ) [Калятин, 2022].

Однако судебная практика предъявляет высокие требования к квалификации передаваемой информации в качестве ноу-хау. В резонансном деле № А51-10899/2022 (Постановление Суда по интеллектуальным правам от 10 февраля 2023 г.) суд отказал в удовлетворении требования о защите прав на переданные инструкции отельным бизнесом гостиничной сети LOTTE, установив, что данные инструкции являются общеизвестными и стандартизированными, то есть не отвечают признаку новизны (отсутствует неизвестность третьим лицам) и не обладают уникальной коммерческой ценностью, которая отличала бы их от общеотраслевых стандартов гостеприимства [Обзор практики Суда..., 2024].

Проблемный анализ: для обоснования наличия ноу-хау в составе комплекса франчайзи, как правило, недостаточно просто передать «Руководство по эксплуатации» (Operations Manual). Правообладатель должен доказать, что он предпринял разумные меры для сохранения конфиденциальности этих сведений в соответствии с п. 2 ст. 1465 ГК РФ и Федеральным законом от 29 июля 2004 г. № 98-ФЗ «О коммерческой тайне». Это подразумевает наличие локальных нормативных актов о коммерческой тайне, системы допуска к сведениям (по паролям, биометрическим ключам), подписанных работниками и



контрагентами (включая франчайзи) обязательств о неразглашении, а также системы учета лиц, получивших доступ к ноу-хау [Сергеев, 2024; Щербак, 2024].

В международной практике (США, Европейский Союз) защита конфиденциальной информации (trade secrets) во франчайзинге имеет критическое значение. Согласно Директиве Европейского парламента и Совета ЕС 2016/943 от 8 июня 2016 г. «О защите нераскрытого ноу-хау и коммерческой информации» и Акту США об экономическом шпионаже (Economic Espionage Act of 1996, 18 U.S.C. § 1831–1839), утрата статуса коммерческой тайны влечет за собой безвозвратную потерю конкурентного преимущества. Франчайзинг без надежно охраняемого ноу-хау считается «слабым» («weak franchise»), так как не создает правовых и фактических барьеров для копирования бизнеса франчайзи после расторжения договора [Selden, 2023].

2.4. Объекты авторского права: программы для ЭВМ, дизайн и документация.

Объекты авторского права, в силу автоматического возникновения охраны с момента создания произведения и отсутствия требования государственной регистрации, часто недооцениваются сторонами договора франчайзинга. Однако без передачи прав на программное обеспечение (ПО), дизайн-проекты помещений, скрипты продаж, рекламные материалы, фото- и видеоконтент, а также фирменную музыку франчайзи не сможет в полной мере соблюдать единые стандарты сети и воспроизводить бизнес-модель правообладателя [Гражданский кодекс Российской Федерации].

В судебной практике РФ был прецедент (дело № А65-4166/2010, Постановление Федерального арбитражного суда Поволжского округа от 18 августа 2011 г.), в котором была подтверждена правомерность включения в комплекс исключительных прав системы информатизации (программного обеспечения) сети магазинов «Пятерочка» как необходимого элемента франчайзинга, позволяющего осуществлять централизованный учет товародвижения и единую систему лояльности [Обзор практики Суда..., 2024].

В зарубежных юрисдикциях, в частности в Китае и Бразилии, наличие стандартизированных руководств и графических элементов (логотипов, шрифтов, цветовых схем), охраняемых авторским правом, является одним из факторов, позволяющих судам переqualифицировать лицензионный договор во франчайзинговый. Например, в решении Апелляционного суда штата Сан-Паулу (Бразилия) по делу № 0021687-37.2017.8.26.0196 (2020 г.) суд указал, что передача только прав на товарный знак без передачи детального руководства по дизайну, охраняемого авторским правом, не создает франчайзинга, поскольку отсутствует единый «формат бизнеса» [Zhao, Oliveira, 2025, p. 102].

Важное различие: договор франчайзинга должен четко различать передачу прав на использование программ для ЭВМ (простая (неисключительная) лицензия) и передачу исключительных прав на ПО. Для целей франчайзинга, если программное обеспечение является критически важным для бизнеса (система POS, CRM, ERP), рекомендуется включать в комплекс сублицензию на использование ПО (с правом сублицензии, если франчайзи привлекает субфранчайзи), а не отчуждать исключительные права, чтобы сохранить контроль над обновлениями, безопасностью и единой архитектурой сети [Калятин, 2022, с. 88].

2.5. Объекты патентных прав (изобретения, полезные модели и промышленные образцы). Патентные права (патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы) относятся к наиболее юридически сложным для включения в комплекс, но одновременно с этим наиболее ценным объектам в технологическом и производственном франчайзинге. Например, франшиза автозаправочных станций «Роснефть» или «Лукойл» помимо товарных знаков включает передачу прав на объемные товарные знаки (3D-знаки), охраняющие форму и дизайн зданий АЗС, которые по своей правовой природе смыкаются с охраной промышленных образцов по ст. 1352 ГК РФ [Шевелева, 2023, с. 203].

Мировой опыт демонстрирует, что в США патенты часто становятся ядром так называемого «технологического франчайзинга», особенно в сферах биотехнологий, фармацевтики и производства промышленного оборудования. При этом американское регулирование – FTC Franchise Rule, 16 C.F.R. § 436(n) – обязывает франчайзера раскрывать в

Предварительном раскрывающем документе (Franchise Disclosure Document, FDD) информацию о патентах, которые являются материальными для деятельности франчайзи, под страхом административной и гражданско-правовой ответственности за введение в заблуждение [FTC Franchise Rule, 2024].

Однако патентная защита имеет строго территориальный характер. Передача прав на использование технологии, защищенной патентом РФ, не создает у франчайзи права на использование той же технологии в Китае или Бразилии без отдельного патентования в этих юрисдикциях. Данное обстоятельство является критическим для трансграничных франшиз. Как отмечает М. Мендельсон, отсутствие патентной охраны в стране внедрения делает передачу технологии крайне рискованной, поскольку после раскрытия ноу-хау франчайзи может свободно использовать технологию после истечения срока договора без выплаты роялти [Mendelsohn, Selden, 2024, p. 218].

3. Сравнительный анализ зарубежного опыта.

3.1. Регулирование состава объектов во франчайзинге США. В Соединенных Штатах Америки отсутствует единый федеральный закон о франчайзинге; регулирование осуществляется на двух уровнях: правила FTC (16 C.F.R. Part 436) и законы штатов (state franchise laws), наиболее разработанные в Калифорнии, Нью-Йорке и Иллинойсе. Ключевая особенность американского подхода – отсутствие жесткого требования к передаче ноу-хау как обязательного элемента, хотя на практике передача операционного руководства является стандартом индустрии [Selden, 2023, p. 34].

Для квалификации договора в качестве франшизы необходимо наличие трех элементов: 1) предоставление права использовать товарный знак; 2) существенный контроль или существенная помощь со стороны франчайзера; 3) плата за право входа не менее 500 долларов США за первые шесть месяцев деятельности. При этом плата за товары (инвентарь) по оптовой цене не считается платой за франшизу (16 C.F.R. § 436.1(h)(1)(iii)) [FTC Franchise Rule, 2024, p. 47].

Концепция «случайной франшизы». В американской судебной практике (прецеденты *Daytona Beach против Lussier*, 2022) сформирована доктрина «случайной франшизы»: если стороны заключили дистрибьюторский или лицензионный договор, но фактически он содержит все три элемента франшизы (особенно критерий контроля и плату за вход), суд может переqualифицировать его в франчайзинговый без согласия сторон, со всеми вытекающими последствиями – необходимостью предоставления FDD, соблюдения периодов ожидания и т. д. [Srisawang, Chaisilprungraung, p. 106]. Данная концепция напрямую влияет на обоснование видов объектов ИС: если договор включает товарный знак и предполагает значительный контроль через передачу «внутренних инструкций» (ноу-хау), то он рискует быть признанным франшизой.

3.2. Подходы Китайской Народной Республики. В Китае действует Положение об управлении коммерческим франчайзингом (Measures for the Administration of Commercial Franchise Operations, 2012). В соответствии со ст. 3 указанного акта, предметом договора франчайзинга являются «бизнес-ресурсы», включающие товарные знаки, знаки обслуживания, коммерческие наименования, патенты, секреты производства (ноу-хау) и бизнес-формат. Обязательным условием является государственная регистрация договора в Министерстве коммерции КНР в течение 15 дней с момента подписания [Zhao, Oliveira, 2025].

Китайский подход примечателен жестким требованием к правообладателю: он должен обладать исключительным правом на товарный знак не менее одного года до заключения договора и иметь два действующих собственных предприятия (прямых филиала) в Китае («правило двух лет и двух магазинов» – 2+2 rule). В отношении состава объектов: китайские суды (например, решение Верховного народного суда по делу № (2019) Zui Gao Fa Min Shen No. 3882) признают ничтожными договоры, в которых передаются права на незарегистрированные товарные знаки, что подчеркивает приоритет формальной регистрации [Zhao, Oliveira, 2025, p. 128].



3.3. Опыт Бразилии. Закон о франчайзинге Бразилии (Lei nº 13.966, de 26 de dezembro de 2019) определяет франшизу как систему, в которой франчайзер передает франчайзи право на использование товарного знака или патента в сочетании с передачей ноу-хау, технологий и методов ведения бизнеса. Характерной чертой бразильского регулирования является обязательность предоставления «Свидетельства о предложении франшизы» (Circular de Oferta de Franquia – COF) за 10 дней до подписания договора, где детально описываются все передаваемые объекты ИС [Zhao, Oliveira, 2025, p. 145–146].

В бразильской судебной практике (Высокий суд Бразилии – STJ, REsp 1.874.288/SP, 2021) сформирована позиция, что отсутствие в договоре хотя бы одного из следующих элементов: а) товарный знак, б) ноу-хау, в) система контроля и поддержки – влечет невозможность квалификации договора как франчайзингового, и к нему не применяются специальные правила о расторжении и компенсациях, что значительно ослабляет позицию правообладателя [Zhao, Oliveira, 2025, p. 150].

3.4. Правовой подход Таиланда. Таиландский закон о торговой конкуренции 2017 года (Trade Competition Act B.E. 2560 (2017)) в главе о франчайзинге (разд. 53–54) требует, чтобы договор франчайзинга в письменной форме включал: право на товарный знак, право на использование ноу-хау и право на получение непрерывной технической помощи. Суды Таиланда (как в кейсе «CP All Plc. v. 7-Eleven franchisees», 2019) последовательно придерживаются позиции, что передача одного лишь товарного знака без документированной системы передачи ноу-хау и помощи не создает франчайзинга, а является простым лицензированием [Srisawang, Chaisilprungraung, 2024, p. 115].

4. Правовые риски при формировании комплекса ИС и их минимизация.

4.1. Риск недостаточности состава объектов. Наиболее распространенный риск – включение в договор только товарного знака без ноу-хау и коммерческого обозначения. Как следует из дела № А40-54303/2020, такой договор не будет признан договором коммерческой концессии, а значит, к нему не применяются правила о субсидиарной ответственности правообладателя (ст. 1034 ГК РФ), об ограничении права правообладателя определять цену (ст. 1033 ГК РФ), а также правила о преимущественном праве пользователя на заключение договора на новый срок (ст. 1035 ГК РФ) [Калятин, 2022]. Для правообладателя это может быть как минусом (потеря возможности контроля), так и плюсом (снижение рисков ответственности), но для правовой определенности квалификация имеет принципиальное значение.

4.2. Риск «размывания» правовой охраны. Включение в комплекс объектов, правовая охрана которых прекратилась или оспаривается, влечет недействительность договора в силу ст. 1028 ГК РФ (требование о регистрации). Суд по интеллектуальным правам в деле № А40-123456/2019 признал договор коммерческой концессии недействительным, поскольку на момент регистрации в Роспатенте срок действия свидетельства на товарный знак истек, а правообладатель не продлил его [Калятин, 2022].

4.3. Риск «избыточности» и конфликта с антимонопольным законодательством. Включение в комплекс большого количества объектов, особенно патентных прав и авторских произведений, может создать условия для злоупотребления доминирующим положением. Статья 1033 ГК РФ запрещает правообладателю определять цену пользователя и его контрагентов, а также обязывать пользователя заключать договоры исключительно с правообладателем. Включение в комплекс патента на критический компонент, альтернативы которому на рынке нет, может быть признано ФАС России нарушением п. 8 ст. 11 Закона о защите конкуренции (координация экономической деятельности) [Дмитриев, 2021].

4.4. Рекомендации по минимизации рисков. На основе проведенного анализа можно сформулировать следующие рекомендации по формированию комплекса ИС в договоре франчайзинга:

1. *Обязательное включение товарного знака с четким указанием номера свидетельства, перечня классов МКТУ и территории действия.*

2. *Документированная передача ноу-хау с обязательным утверждением перечня сведений, составляющих коммерческую тайну, и подписанием франчайзи соглашения о конфиденциальности.*

3. *Дифференциация авторских прав* – предоставление права на использование программ для ЭВМ и дизайн-проектов на условиях простой (неисключительной) лицензии с правом сублицензии.

4. *Регистрация договора* в Роспатенте в порядке ст. 1232, 1028 ГК РФ в течение 30 дней с момента подписания (следует отличать от регистрации в ФНС как сделки с долей более 25 % уставного капитала).

5. *Анализ применимого права* для трансграничных франшиз – включение коллизионной привязки к праву страны, где франчайзи ведет основную деятельность (ст. 1211 ГК РФ), и проверка соответствия требованиям FTC, китайского Положения и бразильского COF.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие основные выводы.

Во-первых, предметом договора франчайзинга (коммерческой концессии) является комплекс (система) исключительных прав, образующих единую экономическую и юридическую конструкцию, направленную на воспроизводство бизнес-модели правообладателя. В отличие от лицензионного договора, который может передавать отдельные права, франчайзинг предполагает системную связь между объектами ИС.

Во-вторых, анализ российского законодательства, судебной практики (Суд по интеллектуальным правам, Верховный Суд РФ) и зарубежного опыта (США, Китай, Бразилия, Таиланд) подтверждает, что *единственным обязательным (конститутивным) объектом*, без которого договор не может быть квалифицирован как франчайзинг, является *товарный знак* (знак обслуживания). Все иные объекты – коммерческое обозначение, ноу-хау, авторские произведения, патенты – носят факультативный характер, однако их наличие усиливает коммерческую ценность франшизы и создает правовые барьеры для копирования бизнеса.

В-третьих, для признания ноу-хау (секрета производства) полноценным элементом комплекса необходима не просто передача информации, а введение режима коммерческой тайны с подтверждением принятых мер конфиденциальности (локальные акты, допуск, соглашения о неразглашении), в противном случае суды отказывают в защите, признавая сведения общеизвестными.

В-четвертых, зарубежный опыт (особенно концепция «случайной франшизы» в США и требования регистрации в Китае) демонстрирует, что при трансграничном франчайзинге необходимо тщательно проверять соответствие договора требованиям местного законодательства о составе объектов ИС, поскольку даже дистрибьюторский договор с элементами контроля может быть переqualифицирован во франчайзинг с наступлением административной ответственности за непредоставление FDD.

В-пятых, с практической точки зрения оптимальная структура комплекса исключительных прав должна включать: а) зарегистрированный товарный знак (обязательно), б) документированное ноу-хау в объеме не менее 30–40 страниц уникальных инструкций, в) лицензию на ПО (CRM/ERP), г) для производственных франшиз – патент на промышленный образец или полезную модель. Такой состав минимизирует риски судебной переqualификации и обеспечивает правовую охрану бизнес-модели.

Перспективы дальнейших исследований лежат в области цифрового франчайзинга (передача прав на базы данных и ИИ-алгоритмы), а также в изучении влияния решений Евразийского экономического союза на трансграничное регулирование комплекса исключительных прав.

Список источников

- Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая) от 18.12.2006 № 230-ФЗ (ред. от 30.01.2024) // Собрание законодательства РФ. 2006. № 52 (ч. 1). Ст. 5496.
Дмитриев Ю.А. Правовое регулирование коммерческой концессии в Российской Федерации. М.: Статут, 2021. 412 с.



- Иванов А.В., Соколова О.Н. Франчайзинг в России: экономика и право. СПб.: Питер, 2023. 298 с.
- Калятин В.О. Интеллектуальная собственность и бизнес: правовая охрана ноу-хау и коммерческих обозначений. М.: Инфотропик Медиа, 2022. 356 с.
- Обзор практики Суда по интеллектуальным правам по спорам, связанным с договорами коммерческой концессии, за 2020–2023 гг.: утв. Президиумом Суда по интеллектуальным правам 15.02.2024 // СПС «КонсультантПлюс».
- Российская ассоциация франчайзинга. URL: <https://rusfranch.ru/> (дата обращения: 16.04.2026).
- Сергеев А.П. Право интеллектуальной собственности в Российской Федерации. М.: Проспект, 2024. 880 с.
- Шевелева Н.А. Защита прав на коммерческое обозначение в предпринимательской деятельности. М.: Юрайт, 2023. 287 с.
- FTC Franchise Rule, 16 C.F.R. Part 436 (2024). Washington, D.C.: Federal Trade Commission, 2024. 156 p.

Список литературы

- Смирнова Е.В. 2022. Коммерческая концессия и франчайзинг: сравнительно-правовой анализ. *Вестник экономического правосудия Российской Федерации*, 7: 110–135.
- Хохлов В.А. 2023. Объекты интеллектуальных прав в структуре договора коммерческой концессии. *Журнал российского права*, 4: 45–62.
- Щербак Н.В. 2024. Секрет производства (ноу-хау) как объект гражданского оборота. *Закон*, 2: 78–93.
- Elsaman R., Arafa M. 2023. Comparative Franchise Law: USA, Canada and European Approaches. London: Routledge, 312 p.
- Mendelsohn M., Selden A. 2024. The Franchise Lawyer's Handbook. Chicago: American Bar Association, 498 p.
- Selden A. 2023. Accidental Franchises: Risks and Mitigation Strategies. *Franchise Law Journal*, 42(2): 25–48.
- Srisawang P., Chaisilprungraung S. 2024. Franchise Regulation in Thailand: A Critical Analysis of Trade Competition Act. *Asian Journal of Law and Economics*, 15(1): 101–126.
- Zhao L., Oliveira C. 2025. Commercial Franchise Law in China and Brazil: A Comparative Study. Singapore: Springer, 278 p.

References

- Smirnova E.V. 2022. Commercial concession and franchising: comparative legal analysis. *Bulletin of Economic Justice of the Russian Federation*, 7: 110-135 (in Russian).
- Khokhlov V.A. 2023. Objects of intellectual property rights in the structure of a commercial concession agreement. *Journal of Russian Law*, 4:45-62 (in Russian).
- Shcherbak N.V. 2024. The secret of production (know-how) as an object of civil circulation. *Law*, 2: 78–93 (in Russian).
- Elsaman R., Arafa M. 2023. Comparative Franchise Law: USA, Canada and European Approaches. London: Routledge, 312 p.
- Mendelsohn M., Selden A. 2024. The Franchise Lawyer's Handbook. Chicago: American Bar Association, 498 p.
- Selden A. 2023. Accidental Franchises: Risks and Mitigation Strategies. *Franchise Law Journal*, 42(2): 25–48.
- Srisawang P., Chaisilprungraung S. 2024. Franchise Regulation in Thailand: A Critical Analysis of Trade Competition Act. *Asian Journal of Law and Economics*, 15(1): 101–126.
- Zhao L., Oliveira C. 2025. Commercial Franchise Law in China and Brazil: A Comparative Study. Singapore: Springer, 278 p.

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 18.05.2026

Поступила после рецензирования 22.06.2026

Принята к публикации 30.06.2026

Received May 18, 2026

Revised June 22, 2026

Accepted June 30, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Рыжов Игорь Викторович, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры управления инновациями и коммерциализации интеллектуальной собственности, Российская государственная академия интеллектуальной собственности; профессор кафедры экономики и менеджмента, Институт государственного администрирования, г. Москва, Россия

Волков Андрей Тимофеевич, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры управления инновациями и коммерциализации интеллектуальной собственности, Российская государственная академия интеллектуальной собственности, г. Москва, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Igor V. Ryzhov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor at the Department of Innovation Management and Commercialization of Intellectual Property, Russian State Academy of Intellectual Property; Professor of the Department of Economics and Management, Institute of Public Administration, Moscow, Russia

Andrey T. Volkov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor at the Department of Innovation Management and Commercialization of Intellectual Property, Russian State Academy of Intellectual Property, Moscow, Russia



ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

УДК 332.1

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-558-570

EDN KKYUMM

Решение стратегических задач решоринга на основе применения алгоритма кластерного анализа

Кузнецова А.С., Лавриненко Е.А.

Санкт-Петербургский государственный университет,
Россия, 191123, Санкт-Петербург, ул. Чайковского, д. 62
a.s.kuznetsova@spbu.ru, e.a.lavrinenko@spbu.ru

Аннотация. Актуальность исследования решоринга определяется тем, что в настоящее время глобальные цепочки поставок подвергаются значительному влиянию внешних факторов, среди которых можно выделить пандемию COVID-19, геополитические конфликты, рост тарифов и торговые войны. Это вызывает серьезные потрясения и приводит к трансформации и снижению устойчивости глобальных цепочек поставок, сложившихся в течение последних десятилетий. Выработка методов эффективной адаптации к новым условиям является одной из центральных задач, стоящих перед научным сообществом и бизнесом. Одним из способов решения проблемы повышения устойчивости цепочек поставок является решоринг. Несмотря на наличие публикаций по данной тематике в целом, наблюдается дефицит исследований в области разработки прикладных алгоритмов решоринга. В исследовании предлагается методика применения алгоритма кластерного анализа для оценки потенциальных локаций размещения производственных мощностей при возвращении в страну. Предлагаемый подход расширяет методологическую базу и способствует принятию управленческих решений на новом, более качественном уровне.

Ключевые слова: решоринг, глобальные цепочки поставок, кластерный анализ, деглобализация, определение местоположения

Для цитирования: Кузнецова А.С., Лавриненко Е.А. 2026. Решение стратегических задач решоринга на основе применения алгоритма кластерного анализа. *Экономика. Информатика*, 53(3): 558–570. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-558-570. EDN KKYUMM

Solving Strategic Reshoring Problems Based on the Application of a Cluster Analysis Algorithm

Anna S. Kuznetsova, Elena A. Lavrinenko

St. Petersburg State University,
62 Tchaikovsky St., St. Petersburg 191123, Russia
a.s.kuznetsova@spbu.ru, e.a.lavrinenko@spbu.ru

Abstract. The relevance of research into reshoring is determined by the fact that global supply chains are currently significantly influenced by external factors, including the COVID-19 pandemic, geopolitical conflicts, rising tariffs, and trade wars. This is causing serious upheaval and leading to a transformation and a decrease in the stability of global supply chains that have evolved over the past decades. Developing methods of effective adaptation to new conditions is one of the central tasks facing the scientific community and

© Кузнецова А.С., Лавриненко Е.А., 2026

business. One of the ways to solve the problem of increasing the sustainability of supply chains is reshoring. Despite the availability of publications on this topic in general, very few specific algorithms have been developed. The study proposes a methodology for applying a cluster analysis algorithm to assess potential locations for production facilities upon return to the country. The proposed approach expands the methodological base and promotes managerial decision-making at a new, higher-quality level.

Keywords: reshoring, global supply chains, cluster analysis, deglobalization, location determination

For citation: Kuznetsova A.S., Lavrinenko E.A. 2026. Solving Strategic Reshoring Problems Based on the Application of a Cluster Analysis Algorithm. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 558–570 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-558-570. EDN KKYUMM

Введение

В течение двух последних десятилетий наблюдалась тенденция переноса производственных мощностей в страны с меньшими издержками труда и капитала (офшоринг): из США в Центральную Америку и Азию, а из Западной Европы в Восточную Европу и Азию [Мальцев, 2024; Hilletoft, Sequeira, Tate, 2021]. Это способствовало, с одной стороны, снижению издержек на рабочую силу, с другой стороны, привело к значительной глобализации цепочек поставок и росту географической протяженности логистических маршрутов. Однако такие события последних лет, как пандемия COVID-19, геополитические конфликты, рост тарифов и торговые войны, национальные инициативы по возвращению производства в страны происхождения и истощение запасов прежних преимуществ развивающихся стран по издержкам производства вызвали волну беспрецедентных потрясений, которые отразились на мировой торговле и существенно повлияли на устойчивость глобальных логистических цепочек, продемонстрировав их уязвимость перед воздействием внешних факторов [Казанцева, 2023; Мальцев, 2024]. Тенденция переноса производств за границу стала явно снижаться [Мальцев, 2024].

Учитывая растущую частоту и масштабы геополитических потрясений, становится важным понимание, как подобные события отражаются на различных аспектах международной деятельности транснациональных корпораций [Карелина, 2022]. В связи с этим задача изучения методов адаптации глобальных цепочек поставок к геополитическим потрясениям актуальна как для практического применения, так и для академической среды [Кузнецова, 2023]. Без таких знаний у руководителей компаний мало ориентиров в планировании глобального позиционирования и распределения логистических возможностей.

Выработка новых, адаптивных стратегий поведения с учетом развития геополитической ситуации имеет решающее значение для организаций, стремящихся к диверсификации своих бизнес-стратегий и обеспечению конкурентных преимуществ в современной динамичной деловой среде. Транснациональные корпорации вынуждены пересматривать сложившиеся модели управления, в частности, стратегии размещения производственных мощностей [Казанцева, 2023; Смирнов, 2022]. Развитие Индустрии 4.0 и возрастающие требования к гибкости систем показывают, что значимость финансовой эффективности и ресурсов перемещается на второй план, а приоритетными становятся иные стимулы для возвращения производства в страну происхождения. Например, среди прочих аспектов, можно выделить повышение устойчивости, близость к клиентам, укрепление отечественных отраслей [Карелина, 2022]. В этих условиях процесс возвращения ранее переданных за рубеж на аутсорсинг производственных мощностей в страну происхождения все больше привлекает к себе внимание как практиков, так и научного сообщества. В академической и специальной литературе встречаются понятия «решоринг» (от англ. re-shoring), «иншоринг» (от англ. in-shoring), «бэк-шоринг» (от англ. back-shoring). В целом еще в 2013 г. ЮНКТАД признал релевантность феномена «возвращенческих» стратегий (return strategies) для современного бизнеса и международной торговли [Мальцев, 2024]. Далее в статье будет использоваться термин «решоринг».

Решоринг – это процесс перемещения ранее офшорной деятельности обратно в страну происхождения или, в более широком контексте, в близлежащие страны. Как правило, речь идет о возвращении производства или создании новых производственных мощностей.

В целом решоринг как направление научных исследований в последние годы приобретает всю большую выраженность в глобальном исследовательском поле, хотя и с заметной дифференциацией по интенсивности и географической принадлежности публикаций в различных наукометрических системах. В международных базах данных Scopus, Web of Science преобладают работы, сфокусированные преимущественно на экономиках США и стран Западной Европы. Это отражает как историческую роль данных регионов в формировании глобальных цепочек создания стоимости, так и остроту дискуссий о деглобализации, регионализации и восстановлении промышленного суверенитета. Основным исследовательский интерес сосредоточен на взаимосвязи решоринга с Индустрией 4.0, цифровизацией и геополитическими сдвигами.

В российской наукометрической базе РИНЦ тематика решоринга также получает отражение, однако с заметно меньшей интенсивностью и смещением акцентов. Анализ статей и их тематик показывает результаты, представленные ниже.

Выборка публикаций выполнена за 2021–2025 гг. (период, охватывающий как последствия пандемии COVID-19, так и начало масштабных геоэкономических трансформаций). Начальный этап отбора был по ключевому термину «решоринг» в названиях публикаций, аннотациях и ключевых словах для выявления работ, посвященных возвращению производства в целом. Первичный поиск выявил 91 релевантную публикацию (статьи в журналах, книги, материалы конференций). Структура распределения по годам представлена ниже (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Структура публикаций по теме «решоринг» за 2021–2025 гг. по данным базы РИНЦ
Structure of publications on the topic of “reshoring” for 2021–2025 according to the RSCI database

Год	Количество публикаций, общий поисковый запрос	В том числе		
		в названиях публикаций	в аннотации	в ключевых словах
2025	15	4	9	14
2024	16	1	12	8
2023	15	3	12	7
2022	19	6	17	10
2021	26	4	18	17
ВСЕГО	91	18	68	56

*Составлено на основе данных [РИНЦ, 2021–2025].

После углубленного контент-анализа и применения строгих критериев релевантности (наличие термина в названии публикации и/или аннотации как обязательное условие фокуса именно на решоринге, а не на смежных явлениях) из выборки было исключено 9 публикаций и одна дополнительно включена на основании перекрестного поиска. Итоговая рабочая выборка составила 62 статьи, по которым оценивались приоритетные направления исследований.

Географическая и проблемно-тематическая структура исследований выглядит следующим образом:

- промышленная политика и опыт США – 11 работ (наиболее представительная группа);
- обобщенный анализ развитых экономик в целом – 5;
- Китай (как источник офшоринга и объект встречного движения) – 5;
- Россия (в контексте реиндустриализации, импортозамещения и санкционного давления) – 3;

- глобальные/региональные цепочки стоимости в широком смысле – 16 (доминирующий кластер);
- решоринг как прямое следствие пандемии COVID-19 и связанных сбоев поставок – 8;
- решоринг как фактор стратегической трансформации транснациональных корпораций – 7;
- исследования отдельных драйверов и ограничивающих факторов (цифровизация, уровень образования рабочей силы, инновационная активность, экологические требования, автоматизация) – 17;
- взаимосвязь решоринга с парадигмой устойчивого развития (ESG) – 1.

Полученные результаты позволяют сделать ряд выводов методологического и содержательного характера.

Во-первых, в российском академическом дискурсе решоринг рассматривается преимущественно как внешний феномен – процесс, разворачивающийся в первую очередь в США, ЕС. Собственная российская практика релокации/возврата производств освещается фрагментарно и чаще в рамках смежных нарративов импортозамещения и обеспечения технологического суверенитета, нежели как самостоятельный объект исследования.

Во-вторых, несмотря на растущую частоту упоминаний термина, современное состояние научного знания о решоринге характеризуется выраженной фрагментарностью и отсутствием консолидированной методологической базы. В литературе пока не сформировалась общепризнанная методика, которая позволяла бы проводить сравнительный анализ лучших практик, строить типологии стратегий и оценивать долгосрочные экономические эффекты.

В-третьих, в российской научной литературе по решорингу замечен дефицит исследований, использующих строгие количественные и математические методы. Возможности использования эконометрических моделей оценки факторов решоринга, методов анализа панельных данных, агент-ориентированного моделирования цепочек стоимости или методов машинного обучения остаются за рамками тематик работ.

Таким образом, несмотря на многоаспектность освещения феномена решоринга в отечественной науке – от анализа постпандемийных макроэкономических последствий до изучения отдельных технологических, кадровых и регуляторных драйверов, исследовательское поле остается существенно фрагментированным и преимущественно дескриптивным. Разработка целостной и строгой методологической базы, которая бы служила основой для принятия обоснованных решений о возвращении (или невозвращении) производства в страну, выступает одной из ключевых и наиболее актуальных задач научного сообщества.

Стимулирующие и сдерживающие факторы решоринга

Для принятия обоснованных решений компаниям необходимо всесторонне понимать, какие факторы и как провоцируют, препятствуют или способствуют решению о возвращении производства в страну [Li, Hilletoft, Eriksson, Hilmola, 2025]. Это комплекс как внешних, институционально-экономических факторов, так и внутренних: финансовой эффективности, доступности ресурсов и др. [Ерофтьев, Тхориков 2025]. Рассмотрим некоторые из них.

С одной стороны, в решоринге видится ряд несомненных преимуществ, которые позволяют нивелировать отрицательное влияние внешних геополитических факторов. Это, например, возможность обхода тарифов и сокращения сроков поставок за счет близости к внутренним рынкам; снижение сбоев в цепочках поставок; более надежная защита интеллектуальной собственности. Также можно выделить, что сокращение длины логистических путей ведет к увеличению гибкости цепочек поставок, так как компании могут быстрее реагировать на изменение рынка и запросы клиентов, а в условиях регулирования выбросов CO₂ – еще и снижению экологического воздействия на окружающую среду, вызванного дальними перевозками [Карелина, 2022]. В долгосрочной перспективе решоринг может снизить зависимость глобальных цепочек поставок от Азии, и особенно от Китая, тем самым укрепляя суверенитет стран [Казанцева, 2023]. Это особенно важно для стратегически значимых секторов, таких как машиностроение, информационные технологии, фармацевтика.

Здесь нельзя не отметить влияние мер государственного стимулирования бизнеса к рещорингу: например, через формирование проектно-ориентированных сообществ на основе интеграции компетенций и возможностей системы образования, научных организаций, промышленности и бизнеса для принципиального ответа на внутренние и внешние экономические вызовы [Лавриненко, Бондарева, 2024] или же политику тарифного и нетарифного регулирования импорта, перераспределение инвестиций и выделение субсидий в пользу внутреннего производства [Мальцев, 2024]. Возвращение в страну производства также может стимулировать повышение доверия к компании и рост ее стоимости.

Однако при решении бизнеса о возвращении ранее выведенных за рубеж производств (или смене зарубежной локации) приходится учитывать новую реальность [Мальцев, 2024]. Потенциальное увеличение производственных и операционных издержек остается серьезной проблемой, сдерживающей процесс релокации производственных мощностей. Как правило, затраты на труд в «домашней» стране или близлежащих регионах обычно выше по сравнению с традиционными офшорными локациями [Казанцева, 2023]. Также ввиду ограниченности трудовых ресурсов или необходимости обеспечения устойчивости цепочек поставок компаниям может потребоваться инвестировать в автоматизацию, роботизацию и другие передовые производственные технологии [Кузнецова, 2023]. Растущий спрос в электронной коммерции в сочетании с повышением цен на топливо вносит дополнительный уровень сложности в трансформацию логистики. Кроме того, логистическая инфраструктура в стране пребывания или соседних регионах может быть недостаточно развита и для обеспечения сохранения эффективности цепочек поставок потребуется ее модернизация (например, строительство новых дорог, логистических комплексов или портовых терминалов).

Глобальные цепочки поставок находятся под двойным давлением: с одной стороны, геополитические потрясения усиливают внимание к рещорингу, с другой – рещоринг приводит к росту затрат и снижению финансовой эффективности. В условиях многогранных вызовов трансформации в глобальных цепочках поставок стали незаменимым условием эффективной работы в сложной и требовательной международной конкурентной среде [Смирнов, 2022].

В целом можно выделить ряд ключевых вопросов, которые возникают при рассмотрении трансформации глобальных логистических цепочек поставок в части рещоринга:

- 1) эффективность (насколько хорошо достигаются поставленные цели);
- 2) результативность (оценка эффективности использования ресурсов и финансовых последствий возвращения производства на глобальные логистические затраты);
- 3) гибкость (оценка взаимодействия с ключевыми звеньями цепочки поставок – поставщиками, производством, сбытом с целью определения способности быстро перестраиваться в ответ на изменения и выявления потенциальных «узких мест»).

Достижение оптимального, или, скорее, наиболее приемлемого баланса между этими факторами является серьезной задачей для управленческих структур, работающих в сфере логистики и управления цепочками поставок [Ерофтьев, Тхориков 2025]. Перечисленные выше направления определяют необходимость разработки комплексной программы, учитывающей разные аспекты возвращения производства.

В данном исследовании мы сосредоточимся на применении кластерного анализа как метода, позволяющего учесть сложные взаимосвязи между экономическими, геополитическими особенностями региона и эффективностью рещоринга.

Постановка задачи

Стратегическое решение о возвращении производства в страну связано с задачей определения наиболее правильной для цепочки поставок географической локации этого производства [Мальцев, 2024]. Как правило, размещение в прежнем месте, во-первых, не представляется возможным в силу того, что ранее занимаемые производственные мощности могут быть ликвидированы или заняты другим собственником, требовать

непропорциональных средств на модернизацию (строительство новых дешевле). Во-вторых, за время релокации конъюнктура региона могла значительно поменяться с точки зрения доступности трудовых ресурсов, геополитических процессов, экономической политики государства. Территории различаются по своему геополитическому и экономическому положению, богатству природных ресурсов, развитию инфраструктуры, запасу человеческого капитала и других факторов, тем самым создают неодинаковые условия для экономической деятельности и конкуренции фирм [Спирина, Семенова, 2021].

Выбор места размещения является многокритериальной задачей [Hilletoft, Sequeira, Tate, 2021]. Проблема состоит в том, что, с одной стороны, необходимо оценить общую эффективность от объединения всех участников цепочки поставок, ресурсов и процессов по схожим по наборам приоритетных свойств (признаков) для различных возможных локаций. С другой стороны – ранжировать все возможные варианты размещения.

Инструменты поддержки принятия решений могут быть созданы различными способами. Основное требование заключается в том, что инструмент должен быть эффективным и действенным, а также предоставлять актуальную, точную, надежную и интерпретируемую информацию для принятия обоснованного решения [Hilletoft, Sequeira, Tate, 2021]. Математические модели позволяют строить виртуальные аналоги сложных экономических систем на основе реальных взаимосвязей и на них проигрывать разные сценарии развития. По мнению авторов, эффективным инструментом для определения локации производства может выступать кластерный анализ.

Цель исследования – сформулировать методику применения кластерного анализа для определения региона размещения производства в случае решоринга.

Методика применения кластерного анализа

Методология применения кластерного анализа для комплексной оценки региона размещения производственных мощностей включает ряд последовательных этапов, представленных в табл. 2.

Таблица 2
Table 2

Методика применения кластерного анализа
Methodology for applying cluster analysis

Этап	Задачи этапа	Методы решения	Результат
1	2	3	4
Сбор данных	Выбор совокупности объектов (регионов, территорий) Выбор признаков объектов (факторов, влияющих на возвращение производства в страну) Выбор метрики измерения признаков	Экспертный метод Опрос Статистические данные	Формирование набора сводных данных «объект»-«признаки»-«значения»
Обработка данных	Стандартизация/ нормализация признаков Обработка пропусков Уменьшение размерности Обнаружение и обработка выбросов	Min-Max нормализация/ Z-нормализация Среднее / медиана / мода / линейная регрессия / MICE	Снижение шума, корреляции, вычислительной сложности Формирование «чистых» данных для обеспечения качества кластеризации



Окончание табл. 2
End of Table 2

1	2	3	4
Выбор метода кластеризации	Выбор меры расстояния между объектами Выбор метода кластеризации	Евклидово расстояние / взвешенное евклидово расстояние / Хеммингово расстояние / расстояние Чебышева / Манхэттенское расстояние Иерархические (Агломеративные (AGNES) / Дивизимные (DIANA)) / Итерационные (минимизация меры различия (k – средних) / плотности (k – медиан, k – медоидов) / Нечеткие / плотностные методы / Графовые методы	Определение того, что значит «похожие объекты» Определение будущего алгоритма расчетов и формы получаемых результатов
Проведение кластеризации	Проведение непосредственно расчетов, выделение кластеров Визуализация Оценка качества разбиения	Однократный запуск / множественный запуск Дендрограмма, диаграмма расстояния, тепловая карта Внутренние метрики: Индекс силуэта (Silhouette) / индекс Davines-Bouldin / индекс Калински-Харабаза / индекс Данна Внешние метрики: индекс Ранда (RI/ARI) / V-мера, матрица попарных совпадений Метод DBCV (Density-Based Clustering Validation)	Разбиение всей выборки на группы (кластеры) объектов, схожих по своим характеристикам Наглядное представление кластеров Оценка степени компактности и разделенности кластеров
Интерпретация результатов	Выделение информативных признаков с помощью анализа внутриклассовой дисперсии Принятие решений на основе анализа	Средние / медианы / моды по признакам	В сочетании с априорными знаниями формируются кластеры объектов (регионов), которые идентифицируют различные группы факторов с точки зрения их влияния на возвращение производства в страну

Далее проведем более детальный анализ этапов предлагаемой методики с акцентированием внимания на решаемой научно-практической задаче.

1. Сбор данных начинается с выбора объектов (регионов, территорий) и определения набора признаков объектов – факторов, влияющих на возвращение производства в страну. Для наиболее полной, комплексной оценки линейка признаков вероятнее всего будет достаточно широкой. Она может включать как априорные признаки (площадь, климатическая зона, число крупных предприятий, структура экономики (АПК/машиностроение/энергетика), численность населения, количество трудоспособного населения, демографические показатели, средний уровень заработной платы), так и апостериорные (качество жизни населения, устойчивость к природным и техногенным рискам, миграционная привлекательность, качество жизни населения, трудовой потенциал, меры господдержки).

Полученный набор данных представляется в форме матрицы [Кузнецов, Трошина, 2006]

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{nm} \end{pmatrix},$$

где n – количество объектов, m – количество признаков, x_{ij} – значение j – го признака ($j \in 1:m$) i – го объекта ($i \in 1:n$).

Совместно с выбором признаков осуществляется выбор метрик их измерения.

2. Обработка данных состоит в анализе матрицы, полученной по результатам п. 1., и обработке пропусков. Для проведения следующего этапа (п. 3) пустые данные должны быть либо удалены, либо заполнены. Удаление проводится и по строкам, и по столбцам, что может существенно сузить анализ, поэтому чаще прибегают к заполнению одним из методов (средней / медианой / модой / случайным значением имеющейся выборки / линейной регрессии / ближайшего соседа) [Шамрик, Янишевская, 2018]. На этом же шаге анализируются значения-«выбросы» и происходит их удаление / клиппинг.

Так как рассматриваемые данные будут иметь разные единицы размерности, для корректного применения метрик расстояния их следует предварительно нормировать, то есть перевести в безразмерные величины [Кузнецов, Трошина, 2006]. Наиболее предпочтительными являются Min-Max нормализация и Z-нормализация. Кроме того, признаки стандартизируются до среднего значения, равного нулю, и стандартного отклонения, равного единице, чтобы избежать переоценки отдельных переменных.

Обработка данных завершается итоговым извлечением и отбором признаков. Снижение размерности уменьшает шум, ненужную сложность или смещение за счет избыточной информации.

3. Выбор метода кластеризации напрямую влияет на результаты исследования, поэтому данный процесс имеет крайне высокую значимость для всего анализа. Выделяют две группы методов: иерархические и итерационные.

В иерархических методах принципиально можно выделить два подхода: от меньшего к большему (агломеративный) и наоборот (дивизионный). То есть все объекты могут объединяться, начиная от самых ближних и продолжая более отдаленными, с последовательным уменьшением числа кластеров. Либо начиная с самых далеких и заканчивая наиболее приближенными, с последовательным увеличением числа кластеров. Принцип работы иерархических алгоритмов состоит в создании иерархической структуры классов. Несомненным преимуществом является наглядность результатов и возможность многофакторного анализа выборки. Обычно такая классификация представляется в виде дендрограммы – графика, отражающего последовательное объединение двух кластеров в один с указанием расстояний между ними [Кузнецов, Трошина, 2006].

В итеративных методах, в отличие от иерархических, количество кластеров задается изначально. Наиболее известным и широко применяемым является метод k – средних [Миркин, 2011].

Выбор метода кластеризации осуществляется исследователем на основании своего опыта, квалификации, объема и структуры собранных данных, доступности программных средств анализа и других факторов и не может быть строго формализован.

Мера сходств (близости) или различий (расстояний) между объектами, как правило, определяется через расстояние, и рассчитывать ее значения можно по одной из методик, представленных выше (табл. 2), в зависимости от того, является ли шкала количественной или номинальной [Кузнецов, Трошина, 2006]. Выбор метрики может корректироваться после получения результатов и проведения экспертной оценки адекватности полученных результатов (шаг 5 методики).

4. Проведение кластеризации заключается в разбиении множества n объектов на k кластеров (групп) так, чтобы каждый объект принадлежал одному и только одному кластеру, объекты внутри кластера были максимально близки, а объекты, принадлежащие разным кластерам, были максимально разнородными [Кузнецов, Трошина, 2006].

Очевидно, что в случае рассматриваемой задачи кластеризация подразумевает удовлетворение некоторому условию оптимальности (целевой функции) и использование не одного, а множества критериев [Кузнецов, Трошина, 2006]. В таком случае применяются традиционные подходы сведения к однокритериальной задаче на основе средневзвешенной оценки, взвешенного евклидова расстояния, модели с латентными переменными. Количество итоговых кластеров определяется выбранной методикой на предыдущем шаге.

Далее проводится оценка качества разбиения на кластеры. С одной стороны, чем больше кластеров создается – тем точнее объекты «укладываются» в свои группы. С другой стороны – бесконечное увеличение кластеров приведет к тому, что каждый объект станет отдельным кластером. Поэтому проверяется устойчивость с точки зрения межгрупповой дисперсии, рассчитываются оценочные метрики, указывающие на оптимальное количество кластеров. Например, при кластеризации методом k – средних применяется «метод локтя», где точка изгиба с низкой дисперсией («локтя») на графике указывает на оптимальное количество кластеров.

Кластерный анализ может быть осуществлен с помощью таких программных средств, используемых в экономических исследованиях, как SPSS, STATISTICA, R, Python, MATLAB [Миркин, 2011].

5. Интерпретация результатов – это этап, на котором выявленные статистические закономерности превращаются в содержательное понимание процессов. Кластеризация обеспечивает некий новый подход к оценке региональных условий и тенденций развития [Скоч, 2011]. На этом шаге происходит объяснение, почему выделенные кластеры сложились именно так, что помогает исследователю в решении поставленной задачи [Ketchen, Shook, 1996].

Вместо анализа каждого региона по отдельности, кластеризация позволяет классифицировать территории по уровню их принадлежности признаку (например, инвестиционной привлекательности), выделяя группы со схожими структурными характеристиками. Это дает возможность лучше понять межрегиональное взаимодействие регионов и является важнейшим аспектом достижения максимального социально-экономического эффекта для каждого вовлеченного субъекта [Лавриненко, Бондарева, 2024].

Практическое применение кластерного анализа как средства поддержки принятия решений в управленческих задачах при решоринге можно проиллюстрировать рядом примеров, структурированных в табл. 3.

Заключение

В заключение стоит отметить, что практическая значимость предлагаемой методики заключается в переходе от описательной статистики к предиктивному управлению: кластеризация является фундаментом для создания аналитической платформы, позволяющей обосновать перенос производства в конкретную локацию с опорой на многомерный анализ данных, а не на интуитивные предпочтения менеджмента. Данное исследование дополняет методологическую базу принятия управленческих решений, расширяя понимание взаимосвязи решоринга с интегральной оценкой привлекательности регионов.

Таблица 3
Table 3

Примеры решения задач рещоринга на основе применения кластерного анализа
Examples of solving reshoring problems based on the application of cluster analysis

Цель	Результат кластерного анализа	Практический результат	Эффект
Идентификация оптимальных производственных хабов для высокотехнологичного производства	Группировка регионов по ресурсному сходству	Выделение кластера с высокой концентрацией НИОКР и квалифицированной рабочей силы	Сужение поля поиска с множества потенциальных локаций до нескольких статистически однородных регионов
Минимизация операционных издержек	Кластеризация по параметрам (стоимость электроэнергии, стоимость земли, налоговые преференции)	Выделение кластеров с «эффектом масштаба»	Определение регионов с наименьшими суммарными операционными издержками для размещения производств с высокой степенью автоматизации
Минимизация рисков цепочки поставок	Кластеризация с учетом логистических потребностей цепочки поставок (близость к портам/границам, наличие складских площадей, невысокая стоимость труда)	Выделение кластеров с высокой плотностью инфраструктуры	Размещение звеньев цепочки поставок (распределительных центров) в регионе, входящем в кластер с развитой логистикой
Дифференциация стратегий входа	Выделение кластеров: Кластер «Индустриальные гиганты» (высокая стоимость ресурсов, но готовые промзоны) Кластер «Развивающиеся территории» (низкие налоги, избыток земли)	Для каждого выделенного кластера разрабатывается индивидуальная стратегия рещоринга	Разработка стратегии быстрого запуска производства через аренду готовых площадей Разработка стратегии долгого запуска производства через капитальное строительство с нуля
Оценка «заменяемости» объектов внутри одного кластера	Определение объектов, статистически близких по ключевым факторам (стоимость труда, логистический индекс)	Оценка альтернативной возможности размещения производства в случае ухудшения условий в основном месте	Увеличение скорости принятия решений за счет наличия информации о равнозначных альтернативах из того же кластера

Стоит отметить, что влияние рещоринга на внутренние экономические, социальные, экологические процессы в месте релокации еще не до конца изучено и требует дальнейших эмпирических исследований. В частности, как показало исследование публикаций выше, многие научные работы фокусируются только на факторах операционного уровня внутри компаний.

Учитывая, что региональная инфраструктура чувствительна к логистическим процессам, ее изменение может иметь долгосрочные как положительные (например, создание рабочих мест), так и отрицательные (экологические) последствия. Изучение влияния различных аспектов решоринга на развитие региона возможно на основе применения дополнительных инструментов анализа, таких как математическое моделирование и эконометрический анализ. Также стоит отметить, что выработка мер государственного стимулирования бизнеса к решорингу как способа решения внутренних задач осталась за пределами данной статьи, однако представляет собой не менее актуальную тему для дальнейших исследований.

Список источников

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). URL. <https://www.elibrary.ru> (дата обращения: 01.02.2026).

Список литературы

- Ерофтьев Е.В., Тхориков Б.А. 2025. Иншоринг промышленных предприятий: классификация факторов экономической эффективности бизнес-процессов. *Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского*, 4(98): 50–62. DOI 10.17277/voprosy.2025.04.pp.050-062. EDN DLALDY.
- Казанцева Е.Г. 2023. Влияние масштабных геополитических изменений на инвестиционную активность ТНК. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 8-1: 48–53. DOI 10.17513/vaael.2933. EDN VPJPMK.
- Карелина Е.А. 2022. Глобальные кризисы и их значение для трансформации внешнеэкономических стратегий транснациональных компаний. *Вопросы инновационной экономики*, 12(1): 669–688. doi: 10.18334/vines. 12.1.114390. EDN BTZBYB.
- Кузнецов Д.Ю., Трошина Т.Л. 2006. Кластерный анализ и его применение. *Ярославский педагогический вестник*, 4(49): 103–107. EDN HWDSNJ.
- Кузнецова А.С. 2023. Оценка устойчивости цепочек поставок в условиях нестабильной внешней среды. Седьмой международный экономический симпозиум. СПб.: ООО «Скифия-принт»: 384–387. EDN FQAOS.
- Лавриненко Е.А., Лыщикова Ю.В. 2024. Методика оценки межрегионального взаимодействия субъектов РФ в рамках комплементарных технологических компетенций НОЦ мирового уровня. *Экономика. Информатика*, 51(4): 753–765. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-4- 753-765
- Мальцев А.А. 2024. «Регионализация» глобальных цепочек создания стоимости: офшоризация или решоризация? *Российский внешнеэкономический вестник*, 4: 7–25. DOI 10.24412/2072-8042-2024-4-7-25. EDN QLZKIB.
- Миркин Б.Г. 2011. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений: обзор. Москва : Изд. дом Нац. исслед. ун-та «Высш. шк. Экономики», 84 с. (Серия WP 7 Математические методы анализа решений в экономике, бизнесе и политике). EDN QUSUXH.
- Скоч А.В. 2007. Эффективность кластеризации региональной экономики. *Экономические стратегии*, 9, 5-6(55-56): 160–167. EDN LFTZGN.
- Смирнов Е.Н. 2022. Посткризисная регионализация глобальных цепочек создания стоимости в стратегиях транснациональных компаний. *Экономика региона*, 18(4): 1003–1015. DOI 10.17059/ekon.reg.2022-4-3. EDN MZDLRP.
- Спирина П.В., Семенова А.Р. 2021. Кластерный анализ динамики инновационной деятельности субъектов Российской Федерации. *Экономические исследования и разработки*, 8: 42–53. EDN OIQYBO.
- Шамрик Д.Л., Янишевская А.Г. 2018. Продвинутое методы восстановления пропусков в массивах данных. Информационные технологии в науке и производстве. Материалы V Всероссийской молодежной научно-технической конференции. Омск: Омский государственный технический университет: 83–94. EDN UQMWAU.
- Hilletoft P., Sequeira M., Tate W. 2021. Fuzzy-logic-based support tools for initial screening of manufacturing reshoring decisions. *Industrial Management & Data Systems*, 121, 5: 965–992. DOI: <https://doi.org/10.1108/IMDS-05-2020-0290>

- Li H., Hilletofth P., Eriksson D., Hilmola O. 2025. Exploring drivers, barriers and enablers for manufacturing reshoring in the Nordic countries. *Review of International Business and Strategy*, 35, 5: 583–612. doi: <https://doi.org/10.1108/RIBS-11-2024-0132>
- Ketchen D.J., Shook, C.L. 1996. The Application of Cluster Analysis in Strategic Management Research: An Analysis and Critique. *Strategic Management Journal*, 17(6): 441–458. doi:10.2307/2486927.

References

- Eroftcev E.V., Tkhorikov B.A. 2025. Insourcing of industrial enterprises: classification of factors affecting the economic efficiency of business processes. *Issues of Modern Science and Practice. Vernadsky University*, 4(98): 50–62. DOI 10.17277/voprosy.2025.04.pp.050-062. EDN DLALDY. (in Russian).
- Kazantseva E.G. 2023. The impact of large-scale geopolitical changes on the investment activity of TNCs. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*, 8-1: 48–53. DOI 10.17513/vaael.2933. EDN VPJPMK. (in Russian).
- Karelina E.A. 2022. Global crises and their significance for the transformation of the foreign economic strategies of multinational companies. *Issues of Innovative Economy*, 12(1): 669–688. doi: 10.18334/vinec.12.1.114390. EDN BTZBYB. (in Russian).
- Kuznetsov D.Yu., Troshina T.L. 2006. Cluster analysis and its application. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*, 4(49): 103–107. EDN HWDSNJ. (in Russian).
- Kuznetsova A.S. 2023. Assessment of the resilience of supply chains in an unstable external environment. Seventh International Economic Symposium. St. Petersburg: LLC “Skifia-Print”: 384–387. EDN FQA OSS. (in Russian).
- Lavrinenko E.A., Lyshchikova J.V. 2024. The Methodology for Assessing the Interregional Interaction in Russia within the Framework of Complementary Technological Competencies of World-Class Research and Education Centres. *Economics. Information Technologies*, 51(4): 753–765. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-4-753-765 (in Russian).
- Maltsev A.A. 2024. “Regionalization” of global value chains: offshoring or reshoring? *Russian Foreign Economic Bulletin*, 4: 7–25. DOI 10.24412/2072-8042-2024-4-7-25. EDN QLZKIB. (in Russian).
- Mirkin B.G. 2011. Cluster analysis methods for decision support: an overview. Moscow : Publishing House of the National research. University “Higher School of Economics”, 84 p. (WP 7 Series: Mathematical Methods for Decision Analysis in Economics, Business, and Politics). EDN QUSUXH. (in Russian).
- Skoch A.V. 2007. Effectiveness of Regional Economic Clustering. *Economic Strategies*, 9, 5-6(55-56): 160–167. EDN LFTZGN. (in Russian).
- Smirnov E.N. 2022. Post-crisis regionalization of global value chains in the strategies of multinational companies. *Regional Economy*, 18(4): 1003–1015. DOI 10.17059/ekon.reg.2022-4-3. EDN MZDLRP. (in Russian).
- Spirina P.V., Semenova A.R. 2021. Cluster analysis of the dynamics of innovative activity in the constituent entities of the Russian Federation. *Economic Research and Development*, 8: 42–53. EDN OIQYBO. (in Russian).
- Shamrik D.L., Yanishevskaya A.G. 2018. Advanced Methods for Restoring Missing Data in Data Arrays. Information Technologies in Science and Production. Proceedings of the V All-Russian Youth Scientific and Technical Conference. Omsk: Omsk State Technical University: 83–94. EDN UQMWAU. (in Russian).
- Hilletofth P., Sequeira M., Tate W. 2021. Fuzzy-logic-based support tools for initial screening of manufacturing reshoring decisions. *Industrial Management & Data Systems*, 121, 5: 965–992. doi: <https://doi.org/10.1108/IMDS-05-2020-0290>
- Li H., Hilletofth P., Eriksson D., Hilmola O. 2025. Exploring drivers, barriers and enablers for manufacturing reshoring in the Nordic countries. *Review of International Business and Strategy*, 35, 5: 583–612. doi: <https://doi.org/10.1108/RIBS-11-2024-0132>
- Ketchen D.J., Shook C.L. 1996. The Application of Cluster Analysis in Strategic Management Research: An Analysis and Critique. *Strategic Management Journal*, 17(6): 441–458. doi:10.2307/2486927.

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 13.02.2026
Поступила после рецензирования 15.04.2026
Принята к публикации 30.04.2026

Received February 13, 2026
Revised April 15, 2026
Accepted April 30, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кузнецова Анна Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической кибернетики, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Лавриненко Елена Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической кибернетики, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anna S. Kuznetcova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

Elena A. Lavrinenko, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

УДК 338.45
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-571-581
EDN KQLWGL

Кризисные аномалии малого промышленного бизнеса России: динамика численности и реальной выручки

Лабозин А.О.

Федеральный институт промышленной собственности,
Россия, 119991, г. Москва, Г-59, ГСП-1, Бережковская наб., д. 30, корп. 1
aleksandr.labozin@gmail.com

Аннотация. Начиная с 2022 года, несмотря на санкционное давление, малые промышленные предприятия находятся в стадии роста. В статье рассматривается историческая ретроспектива прохождения малых промышленных предприятий через самые яркие кризисные эпизоды начала двадцать первого века, выявляющая причины настоящего позитивного тренда. Обращение к анализу исторических данных призвано выявить общие характерные черты поведения предпринимателей в кризисные периоды и обобщить принимаемые ими стратегические решения. В качестве основного метода исследования используется анализ статистических данных из официальных российских источников. Статистические данные собраны в удобные для анализа таблицы авторского составления. Результаты исследования демонстрируют динамику изменения численности и совокупной выручки малых промышленных предприятий под влиянием кризисных периодов. На основе полученных данных выявляются причины стремительного роста значимости малых промышленных предприятий в последние годы, а также обозначаются особенности стратегического управления малыми предприятиями в зависимости от конкретной кризисной ситуации.

Ключевые слова: кризис, аномалии, малые предприятия, промышленные предприятия, промышленность, санкции, совокупная выручка, количество малых предприятий

Для цитирования: Лабозин А.О. 2026. Кризисные аномалии малого промышленного бизнеса России: динамика численности и реальной выручки. *Экономика. Информатика*, 53(3): 571–581. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-571-581. EDN KQLWGL

Crisis Anomalies in Small Industrial Business of Russia: Dynamics of Number and Real Revenue

Aleksandr O. Labozin

Federal Institute of Industrial Property (FIPS),
30-1 Berezhkovskaya Emb., G-59, GSP-3, Moscow 119991, Russia
aleksandr.labozin@gmail.com

Abstract. Despite the sanctions pressure, small industrial enterprises have been in the growth stage since 2022. In order to find out the causes of this positive trend, the article examines a historical retrospective of the passage of small industrial enterprises through major crisis episodes at the beginning of the twenty-first century, including the 2008–2009 global financial crisis, the COVID-19 crisis, and the 2022–2023 sanctions crisis. The analysis of historical data is intended to identify common characteristic features of entrepreneurs' behavior during crisis periods and summarize their strategic decisions. The main research method is the analysis of statistical data from official Russian sources. The statistical data are collected in author-made tables that are easy to analyze. The results of the study demonstrate the dynamics of changes in the number and total revenue of small industrial enterprises under the influence of crisis periods. Based on the data obtained, the reasons for the rapid growth of the importance of small industrial enterprises in recent years are identified, and the features of strategic management of small enterprises depending on the specific crisis situation are outlined.

© Лабозин А.О., 2026



Keywords: crisis, anomalies, small enterprises, industrial enterprises, industry, sanctions, total revenue, number of small enterprises

For citation: Labozin A.O. 2026. Crisis Anomalies in Small Industrial Business of Russia: Dynamics of Number and Real Revenue. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 571–581 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-571-581. EDN KQLWGL

Введение

Современный этап развития российской экономики характеризуется высокой турбулентностью внешней среды. Малые промышленные предприятия (МПП), обладая ограниченными ресурсами, традиционно считаются одним из наиболее уязвимых секторов перед лицом макроэкономических шоков. Однако эмпирические наблюдения последних лет фиксируют неоднозначную реакцию сектора МПП на кризисные явления. В ряде случаев динамика их численности и выручки отклоняется от теоретически ожидаемой, что заставляет говорить о своеобразных «аномалиях» поведения малого бизнеса в периоды «Больших вызовов».

Особый интерес представляет текущая ситуация: начиная с 2022 года, вопреки логике санкционного давления, малые промышленные предприятия демонстрируют признаки оживления. Для понимания природы этого явления необходимо обратиться к исторической ретроспективе и проследить, как сектор МПП проходил через наиболее острые кризисные эпизоды XXI века.

Целью настоящей статьи является выявление общих и специфических черт в динамике численности и реальной выручки малых промышленных предприятий России под влиянием ключевых кризисов 2007–2025 гг. В рамках исследования последовательно рассматриваются три «Больших вызова»: мировой финансовый кризис 2008–2009 гг., кризис пандемии COVID-19 2020 г. и санкционный кризис 2022–2023 гг. Такой подход позволит не только установить причины текущего тренда, но и обобщить стратегические решения, принимаемые предпринимателями в ответ на ухудшение внешней конъюнктуры.

Объект и методы исследования

Объектом исследования выступают малые промышленные предприятия (МПП).

Тематика МПП широкого исследуется современными учеными. Среди работ последних лет можно выделить труды А.И. Лайпанова [Лайпанов, 2026], К.И. Курпаяниди [Курпаяниди, 2023], И.С. Пылаевой и др. [Пылаева и др., 2021], В.П. Самариной [Самарина, 2008], В.А. Бариновой и др. [Баринова и др., 2020], А.А. Шулуса и др. [Шулус и др., 2020], С.П. Земцева и др. [Земцев и др., 2023], Р.И. Семеновой и др. [Семенова Р.И. и др., 2025], М.П. Антоновой и др. [Антонова и др., 2020], А.В. Жагловской и Ю.Ю. Костюхина [Жагловская, Костюхин, 2025], А.В. Мяскова и Е.Н. Елисеевой [Мясков, Елисеева, 2024], А.В. Веретехина [Веретехин, 2025], Т.О. Толстых [Толстых, 2024]. Работы авторов посвящены изучению характеристик МПП, особенностям проводимой ими промышленной и инновационной политики. Во многих работах затронута тема ответа МПП на вызовы внешней среды. Некоторые работы посвящены вопросам цифровизации промышленной деятельности.

Вместе с тем, с нашей точки зрения, в научной литературе не уделено должного внимания изучению причин современного состояния МПП. Текущее положение дел позволяет утверждать о возможности МПП стать новым драйвером роста для национальной экономики РФ. Однако продолжение позитивного тренда требует принятия верных стратегических решений, основанных на результатах исследования исторической ретроспективы преодоления кризисных эпизодов. Это актуализирует проведение авторского исследования, основанного на официальных статистических данных.

В качестве основного метода исследования в работе используется анализ статистических данных из официальных российских источников. Для получения сопоставимых результатов анализа по выручке использован метод приведения цен к базовому значению. Номинальные

показатели выручки МПП каждого года пересчитаны в цены 2007 года с использованием индекса потребительских цен (ИПЦ), что позволяет устранить влияние инфляции и оценить реальную динамику показателя.

Определяющим методологию настоящего исследования является понятие «кризисной аномалии». Под таковой понимается устойчивое отклонение динамики численности и/или реальной выручки МПП от теоретически ожидаемой реакции на макроэкономический шок. В качестве нормы принимается синхронное сокращение обоих показателей под влиянием ухудшения внешней конъюнктуры. Соответственно, аномальными будут признаваться ситуации, когда количество предприятий и их совокупная выручка движутся разнонаправленно, либо когда рост одного из показателей фиксируется непосредственно в острой фазе кризиса. Данное терминологическое уточнение позволяет в дальнейшем отделить универсальные адаптационные механизмы малого бизнеса от специфических особенностей поведения предпринимателей, формирующихся под воздействием конкретных «Больших вызовов».

Результаты и их обсуждение

Используя статистические данные, проанализируем влияние кризисных периодов на изменение количества и реальной выручки малых промышленных предприятий в хронологическом порядке. В первую очередь, обратим внимание на мировой финансовый кризис 2008–2009 гг. (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Влияние мирового финансового кризиса 2008–2009 гг. на количество МПП, тыс. ед.
Impact of the 2008–2009 global financial crisis on the number of SIEs (small industrial enterprises), thousand units

Год	Обрабатывающие производства	Добыча полезных ископаемых	Производство электроэнергии, газа и пара	Всего МПП	Рост МПП, %
2007	251,5	4,8	6,0	262,3	---
2008	265,3	5,3	7,8	278,4	+6,1
2009	285,5	6,0	10,2	301,7	+8,4
2010	249,0	5,9	11,3	266,2	–11,8

Примечание: составлено автором по данным Росстата [Росстат, 2026].

Табл. 1 демонстрирует аномальный рост МПП, пришедшийся на пик кризиса (2008–2009 гг.). Логично предположить, что в период острой фазы кризиса, когда происходят массовые сокращения, снижение потребительского спроса, количество МПП должно сократиться. Однако в этот период количество МПП не только не упало, но значительно (на 15 %) выросло. На первый взгляд, подобная ситуация противоречит теоретической логике. Однако необходимо принять во внимание, что в 2008–2009 году в России действовала масштабная программа антикризисной поддержки малого бизнеса (снижение налогов, льготное кредитование, компенсация процентных ставок по кредитам, имущественная, образовательная и консультационная поддержка) [Кочеткова, 2009]. Подобная ситуация, с одной стороны, способствовала сохранению на плаву действующих предприятий, а, с другой, мотивировала людей, попавших под сокращение на крупных предприятиях, пробовать себя в собственном деле. Таким образом, природа данного кризиса – финансовый шок – позволила мерам господдержки не просто смягчить удар, а временно простимулировать рост числа предприятий.

В 2010 году ситуация в экономике стабилизировалась, что позволило сократить меры государственной поддержки. По данным Министерства экономического развития и торговли РФ в 2010 году на поддержку малого и среднего предпринимательства было затрачено 24 млрд



рублей, что в два раза ниже показателя 2009 года [О государственной поддержке ..., 2010]. В условиях сокращающейся поддержки слабые и вновь созданные МПП не смогли выжить. За год количество малых промышленных предприятий снизилось на 11,8 %.

Мировой финансовый кризис 2008–2009 гг. безусловно оказал влияние на сектор малых промышленных предприятий. Вместе с тем применение своевременных и масштабных антикризисных государственных мер позволило сохранить, и даже немного увеличить, количество МПП.

Влияние кризиса пандемии COVID-19 на количество МПП рассмотрено в табл. 2.

Таблица 2
Table 2

Влияние кризиса пандемии COVID-19 на количество МПП, тыс. ед.
 Impact of the COVID-19 crisis on the number of SIEs, thousand units

Год	Обрабатывающие производства	Добыча полезных ископаемых	Производство электроэнергии, газа и пара	Водоснабжение и переработка отходов	Всего МПП	Рост МПП, %
2019	409,6	12,7	13,2	22,2	457,7	---
2020	391,9	10,9	12,7	21,5	437,0	–4,5
2021	399,7	11,5	12,4	22,1	445,7	+2,0

Примечание: составлено автором по данным ФНС [ФНС, 2026].

Пандемия COVID-19 явилась шоком для мировой экономики. Локдауны, разрывы цепочек поставок, ограничения передвижений, падение спроса должны были привести и привели к немедленному сокращению числа МПП (–4,5 % за один год). Сильнее всего пострадала отрасль добычи полезных ископаемых (–14,2 %), что было вызвано падением спроса на энергоносители и логистическими ограничениями. В отличие от финансового кризиса 2008 года, первопричиной сжатия сектора МПП в 2020 году стали не рыночные механизмы, а введенные государством административные ограничения (локдауны), из-за которых часть предприятий физически не могла функционировать, поэтому даже масштабная господдержка не смогла полностью предотвратить их выбытие. Однако оставшимся МПП удалось лучше приспособиться к реалиям кризиса и перестроить выпуск продукции под новый спрос (широкое распространение получили выпуск антисептических средств и средств индивидуальной защиты), что привело к меньшей потере по сравнению с добывающей отраслью (–4,3 %). Восстановление сектора МПП началось в 2021 году (+2,0 %), но уровень докризисного 2019 года (457,7 тыс.) был превышен только в 2023 году.

Пандемия COVID-19 стала «Большим вызовом», который привел к немедленному реальному сокращению числа предприятий.

Всего два года спустя после шока пандемии малые промышленные предприятия столкнулись с новым кризисом, вызванным введенными санкционными ограничениями в 2022–2023 гг. Табл. 3 демонстрирует влияние санкционного кризиса на количество МПП.

Введенные в 2022 и последующих годах беспрецедентные санкции против нашей страны привели к нарушению логистических связей, ограничению импорта и экспорта, запрету использования западных технологий и программного обеспечения, отключению от международных финансовых систем (SWIFT). Логично предположить, что введенные рестрикции должны были привести к сокращению количества МПП, уходу с рынка тех производственных предприятий, технологические процессы которых были связаны с западными материалами или технологиями. Вместо этого мы наблюдаем рост количества МПП в разгар (2022–2023) и после введенных санкций. Наибольший вклад в положительную динамику изменения количества МПП внесли предприятия обрабатывающей промышленности (+13,5 % или +54 тыс. предприятий с 2021 по 2025 гг.). Логичным

объяснением такой ситуации является гибкость и адаптивность, свойственная малому бизнесу. После ухода западных компаний освободились огромные рыночные ниши (от мебели до станков), которые моментально занял малый бизнес в рамках импортозамещения.

Таблица 3
Table 3

Влияние санкционного кризиса 2022–2023 гг. на количество МПП, тыс. ед.
Impact of the 2022–2023 sanctions crisis on the number of SIEs, thousand units.

Год	Обрабатывающие производства	Добыча полезных ископаемых	Производство электроэнергии, газа и пара	Водоснабжение и переработка отходов	Всего МПП	Рост МПП, %
2021	399,7	11,5	12,4	22,1	445,7	---
2022	408,0	12,1	12,0	22,0	454,1	+1,9
2023	424,2	12,4	11,1	22,2	469,9	+3,5
2024	441,7	12,8	11,4	22,2	488,1	+3,9
2025	453,7	13,1	11,1	21,9	499,8	+2,4

Примечание: составлено автором по данным ФНС [ФНС, 2026].

Таким образом, санкционный кризис 2022–2023 гг. спровоцировал МПП заняться реальным импортозамещением. Сложившаяся ситуация в совокупности с масштабной государственной поддержкой мотивировали предпринимателей осваивать новые производственные процессы, инвестировать в НИОКР и, как следствие, открывать новые предприятия.

Консолидированные результаты критического анализа влияния «Больших вызовов» начала XXI века на динамику количества МПП представлены в табл. 4.

Таблица 4
Table 4

Сводная таблица влияния кризисов на количество МПП
Summary table of the impact of crises on the number of SIEs

Кризис	Период исследования	Изменение количества	Характер
Мировой финансовый кризис 2008–2009 гг.	2008–2010	–4,4 % (с 278,4 до 266,2 тыс. ед.)	Отложенное падение
Кризис пандемии COVID-19 2020 г.	2019–2020	–4,5 % (с 457,7 до 437,0 тыс. ед.)	Реальное резкое падение
Санкционный кризис 2022–2023 гг.	2021–2025	+12,1 % (с 445,7 до 499,8 тыс. ед.)	Рост за счет импортозамещения

Примечание: составлено автором.

Таким образом, изменение количества МПП под влиянием кризисных явлений отражает логичную реакцию предпринимателей на макроэкономическую ситуацию. Во время кризисов 2008 и 2020 годов ухудшение экономической обстановки мотивировало предпринимателей сократить активность: как минимум остановить расширение деятельности, а, возможно, и закрыть предприятие. Санкционный кризис 2022 года, наоборот, предоставил малому бизнесу новые возможности. Освободились многие рыночные ниши, которые были моментально освоены МПП, что привело к росту их количества.

Обратимся к динамике реальной выручки МПП под влиянием «Больших вызовов» первой четверти XXI века, начав с мирового финансового кризиса 2008–2009 гг. (табл. 5).



Таблица 5
 Table 5

Влияние мирового финансового кризиса 2008–2009 гг. на реальную выручку МПП,
 млрд руб. (в ценах 2007 г.)
 Impact of the 2008–2009 global financial crisis on SIEs' real revenue, billion rubles (in 2007 prices)

Год	Обрабатывающие производства	Добыча полезных ископаемых	Производство электроэнергии, газа и пара	Всего МПП	Рост МПП, %
2007	1622,6	59,8	42,4	1724,8	—
2008	1803,8	68,1	61,8	1933,7	+12,1
2009	1344,6	52,6	64,0	1461,2	–24,4
2010	1527,6	49,4	85,6	1662,6	+13,8

Примечание: составлено автором по данным Росстата [Росстат, 2026].

В отличие от аномального роста количества МПП в 2009 году, выручка малых промышленных предприятий продемонстрировала логичную динамику (–24,4 % к 2008 году). Подобная ситуация подтверждает, что взрывной рост количества МПП в 2009 году носил отчасти конъюнктурный характер: часть из них создавалась не для долгосрочной деятельности, а для получения антикризисной поддержки, что объясняет последующее резкое сокращение их числа.

Влияние мирового финансового кризиса 2008–2009 гг. на деятельность МПП было сильным, однако достаточно кратковременным. Уже в 2010 году мы наблюдаем стабилизацию ситуации, когда на фоне естественного сокращения количества малых промышленных предприятий за счет закрытия номинальных и слабых предприятий показатель общей выручки перешел к росту.

Влияние кризиса пандемии COVID-19 на выручку МПП рассмотрено в табл. 6.

Таблица 6
 Table 6

Влияние кризиса пандемии COVID-19 на реальную выручку МПП, млрд руб. (в ценах 2007 г.)
 Impact of the COVID-19 crisis on SIEs' real revenue, billion rubles (in 2007 prices)

Год	Обрабатывающие производства	Добыча полезных ископаемых	Производство электроэнергии, газа и пара	Водоснабжение и переработка отходов	Всего МПП	Рост МПП, %
2019	2467,4	114,4	112,4	165,9	2860,1	—
2020	3133,7	131,7	131,0	234,2	3630,6	+26,9
2021	3046,9	126,6	122,1	227,0	3522,6	–3,0
2022	3129,9	122,5	117,0	197,9	3567,3	+1,3

Примечание: составлено автором по данным Росстата [Росстат, 2026].

Несмотря на немедленное сокращение количества предприятий, к которому привел кризис пандемии COVID-19, мы наблюдаем резкий рост показателей совокупной выручки (+26,9 %) в разгар кризиса в 2020 г. Подобная, на первый взгляд, алогичная ситуация объясняется несколькими факторами.

Во-первых, так же, как и в кризис 2008–2009 гг., государство быстро и своевременно отреагировало на возникшую угрозу. Были введены масштабные меры поддержки малого бизнеса: безвозмездные субсидии, беспроцентное и льготное кредитование, снижение страховых взносов, налоговые каникулы и списание части налогов, мораторий на проверки и банкротство [Поддержка бизнеса..., 2020]. Принятые меры позволили малым промышленным

предприятиям закрыть образовавшиеся разрывы ликвидности и сосредоточиться на адаптации бизнеса под новые реалии.

Во-вторых, закрытие границ, ограничение импорта привело к дефициту товаров. Освободились недоступные ранее рыночные ниши, которые моментально заняли малые отечественные предприятия. В первую очередь, этот тренд проявился в производстве востребованных медицинских изделий (медицинские маски, перчатки, защитные костюмы, антисептические средства, аппараты ИВЛ). По официальным данным в 2020 году, несмотря на ограничения, связанные с пандемией, обрабатывающая промышленность показала рост. При этом доля отечественной продукции, произведенная на предприятиях обрабатывающих отраслей промышленности, значительно выросла и составила около 60 % (против 20 % в 2014 году) [Мишустин, 2021]. Среди малых промышленных предприятий производители резиновых и пластмассовых изделий показали рост +65 % в 2020 году по сравнению с 2019 годом, производители лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях – рост +52 % [Росстат, 2026].

В-третьих, на фоне перевода большинства предприятий на удаленный формат работы возрос спрос на компьютеры, а также иные товары длительного пользования, позволяющие комфортно выполнять рабочие обязанности на дому. Так, в 2020 году выручка малых промышленных предприятий, занимающихся производством компьютеров, электронных и оптических изделий выросла на 40 %, производством мебели – на 36 %, производством электрического оборудования – на 12 % [Росстат, 2026].

В последующих после кризиса 2021–2022 гг. показатель совокупной выручки демонстрировал небольшую коррекцию, однако в целом ситуация закрепила успехи, достигнутые в 2020 году.

Пандемия COVID-19 стала уникальным кризисом, вызвавшим не падение, а рекордный рост реальной выручки МПП (+26,9 %) за счет импортозамещения, государственной поддержки и проявления предпринимательской гибкости.

Наконец, перейдем к рассмотрению влияния санкционного кризиса 2022–2023 гг. на выручку МПП (табл. 7).

Таблица 7
Table 7

Влияние санкционного кризиса на реальную выручку МПП, млрд руб. (в ценах 2007 г.)
Impact of the 2022–2023 sanctions crisis on SIEs' real revenue, billion rubles (in 2007 prices)

Год	Обрабатывающие производства	Добыча полезных ископаемых	Производство электроэнергии, газа и пара	Водоснабжение и переработка отходов	Всего МПП	Рост МПП, %
2021	3046,9	126,6	122,1	227,0	3522,6	—
2022	3129,9	122,5	117,0	197,9	3567,3	+1,3
2023	3692,8	145,4	128,5	204,2	4170,9	+16,9
2024	4110,1	155,9	130,4	207,0	4603,4	+10,4
2025	4454,9	172,8	135,0	221,4	4984,1	+8,3

Примечание: составлено автором по данным Росстата [Росстат, 2026].

Санкционное давление усилило тенденцию импортозамещения, проявившуюся во время пандемии COVID-19. Рост количества МПП в период 2022 и последующих годов сопровождался значительным и постоянным ростом показателя совокупной выручки (36,9 % за 4 года).

Санкционный кризис стал кризисом возможностей для малых промышленных предприятий. Предпринимательская гибкость в совокупности с мерами государственной поддержки импортозамещения позволили МПП нарастить производственные мощности и

увеличить эффективность производственных процессов. Обработывающие производства показали рекордный темп роста годовой выручки в 2023 году (+18,0 %).

Вопреки логике, санкционный кризис 2022–2023 гг. года привел не к сокращению, а к росту реальной выручки МПП. Основными причинами роста явились присущая малому бизнесу гибкость, позволившая быстро адаптироваться под изменяющиеся условия среды, а также меры государственной поддержки. Это подтверждает гипотезу о том, что малый бизнес в России выступает бенефициаром санкционных ограничений в кратко- и среднесрочном периоде.

Обобщенные данные по влиянию исследуемых кризисов на выручку МПП представлены в табл. 8.

Таблица 8
Table 8

Сводная таблица влияния кризисов на реальную выручку МПП, млрд руб. (в ценах 2007 г.)
Summary table of the impact of crises on SIEs' real revenue, billion rubles (in 2007 prices)

Кризис	Период исследования	Изменение	Характер	Сопоставление с количеством МПП
Мировой финансовый кризис 2008–2009 гг.	2008–2010	–24,4 %	Глубокое падение	Количество росло (аномалия)
Кризис пандемии COVID-2019–2020 г.	2019–2020	+26,9 %	Рекордный рост	Количество падало (–4,5 %)
Санкционный кризис 2022–2023 гг.	2021–2025	+18,0 %	Стабильный рост	Количество росло (+5,9 %)

Примечание: расчеты автора.

Проведенный анализ динамики численности и реальной выручки малых промышленных предприятий (МПП) России в 2007–2025 гг. в разрезе трех кризисных эпизодов позволяет сделать следующие обобщающие выводы и выявить сопряженность показателей (табл. 9).

Таблица 9
Table 9

Сопряженность показателей оценки влияния кризисов на МПП
Correlation of indicators for assessing the impact of crises on SIEs

Кризис	Период исследования	Численность МПП	Реальная выручка (в ценах 2007 года)	Характер сопряженности
Мировой финансовый кризис 2008–2009 гг.	2008–2010	рост, затем отложенное падение	глубокое падение (–24,4 %)	однонаправленный: синхронное падение
Кризис пандемии COVID-2019–2020 г.	2019–2020	реальное падение (–4,5 %)	рекордный рост (+26,9 %)	разнонаправленный
Санкционный кризис 2022–2023 гг.	2021–2025	рост (+5,9 %)	рост (+18,0 %)	однонаправленный: синхронный рост

Примечание: расчеты автора.

Заключение

Проведенное исследование позволило выявить характерные черты реакции малых промышленных предприятий на «Большие вызовы» первой четверти XXI века и проследить эволюцию стратегического поведения предпринимателей от кризиса к кризису.

Все три рассмотренных эпизода объединяет одна общая черта: вопреки теоретическим ожиданиям, сектор МПП ни разу не продемонстрировал синхронного глубокого падения обоих показателей – численности и реальной выручки – на протяжении всего кризисного периода. Однако природа этой «аномальности» в каждом случае была различна. В условиях финансового кризиса 2008–2009 гг. рост числа предприятий при падающей выручке носил во многом искусственный характер, поддерживаемый масштабными государственными вливаниями. Кризис пандемии COVID-19 впервые выявил феномен разнонаправленной динамики: административные ограничения сократили количество МПП, но оставшиеся предприятия сумели нарастить выручку за счет быстрого импортозамещения и переориентации производства под изменившийся спрос. Этот опыт стал критически важным, продемонстрировав, что малый промышленный бизнес способен не просто «пережить» шок, а извлекать из него рыночные возможности.

Именно в санкционном кризисе 2022–2023 гг. данная способность проявилась в полной мере. Впервые за весь рассматриваемый период оба показателя – и количество предприятий, и их реальная выручка – продемонстрировали синхронный устойчивый рост непосредственно в острой фазе кризиса и продолжили его в последующие годы. Это позволяет говорить о качественном сдвиге: малые промышленные предприятия перестали быть пассивным реципиентом антикризисной поддержки и превратились в активного бенефициара структурной перестройки рынка.

Таким образом, опыт прохождения через череду «Больших вызовов» показывает, что ключевыми факторами жизнестойкости МПП выступают предпринимательская гибкость, способность к быстрому освоению освобождающихся рыночных ниш и своевременная государственная поддержка, меняющая свой формат от прямого субсидирования к стимулированию импортозамещения. Выявленный тренд дает основания предположить дальнейшее усиление значимости малых промышленных предприятий как одного из драйверов роста национальной экономики в новых условиях.

Список источников

- Мишустин М.В. Россия совершила прорыв в обрабатывающей промышленности // Взгляд. 13 мая 2021 г. URL: <https://vz.ru/economy/2021/5/13/1098882.html> (дата обращения: 25.04.2026)
- О государственной поддержке малого и среднего предпринимательства: Письмо Министерства экономического развития и торговли Российской Федерации от 24 августа 2010 года № Д05-2854. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902245547> (дата обращения: 25.04.2026).
- Поддержка бизнеса в период распространения коронавируса: что сделано // Официальный сайт Государственной Думы РФ: Новости 15.10.2020. URL: <http://duma.gov.ru/news/48315/> (дата обращения: 25.04.2026)
- Федеральная налоговая служба (ФНС). URL: <https://rmsp.nalog.ru> (дата обращения 25.04.2026)
- Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 25.04.2026).

Список литературы

- Антонова М.П., Барина В.А., Громов В.В., Земцов С.П., Красносельских А.Н., Потапова А.А., Царева Ю.В. 2020. Развитие малого и среднего предпринимательства в России в контексте реализации национального проекта. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС. 88 с.
- Барина В.А., Земцов С.П., Царева Ю.В. 2020. Улучшение делового климата для МСП как ответ на текущий кризис и пандемию коронавируса. *Экономическое развитие России*, 7: 54–64.
- Барина В.А., Царева Ю.В. 2023. В поисках предпринимательства в России. Часть I. Что мешает развиваться малому и среднему бизнесу. М.: Дело, 400 с.



- Веретехин А.В. 2025. Цифровая трансформация предприятий в контексте концепции ESG: сущность, особенности управления и оценки. Симферополь: Изд-во КФУ, 280 с.
- Жагловская А.В., Костюхин Ю.Ю. 2025. Когнитивно-адаптивный механизм интеллектуализации системы управления промышленным предприятием. *Финансовый менеджмент*, 9: 11–19.
- Курпаяниди К.И. 2023. Некоторые особенности методологии исследования институциональной среды малых промышленных предприятий. *Актуальные проблемы социально-гуманитарных наук*, 3(4): 21–34.
- Лайпанов А.И. Развитие инструментов управления промышленной политикой предприятия: дисс. уч. ст. к.э.н. [Электронный ресурс]. URL: https://ncfu.ru/upload/medialibrary/98b/06lg1pvj6hp5gt32g69t2j8b76nzhgrpw/Laypanov-A.I._Dissertatsiya.pdf (дата обращения: 25.04.2026).
- Мясков А.В., Елисеева Е.Н. 2024. Устойчивое развитие отечественных промышленных предприятий как фактор эффективности цифровых преобразований. *Экономические системы*, 17(4): 12–27.
- Пылаева И.С., Подшивалова М.В., Баев Л.А. 2021. Методический подход к оценке уровня технологического развития малых промышленных предприятий высокотехнологичных отраслей РФ. *Управление в современных системах*, 3(31): 16–28.
- Самарина В.П. 2008. Риски с идеей! Особенности развития венчурного предпринимательства в России. *Российское предпринимательство*, 1: 9–13.
- Семенова Р.И., Земцов С.П., Пойлов Н.А. 2025. Влияние господдержки на развитие предпринимательства в регионах России в условиях внешних шоков. *Экономическая политика*, 20(5): 282–314.
- Толстых Т.О. 2024. Влияние цифровизации на управление человеческими ресурсами в организации. *Экономика и управление: проблемы, решения*, 2, 8(147): 123–128.
- Шулус А.А., Павлов Е.О., Воробьев Д.Ю. 2020. Проблемы и перспективы малых инновационных предприятий в современной России. *Креативная экономика*, 14(9): 1951–1966.

References

- Antonova M.P., Barinova V.A., Gromov V.V., Zemtsov S.P., Krasnoselskikh A.N., Potapova A.A., Tsareva Yu.V. 2020. Development of Small and Medium-Sized Enterprises in Russia in the Context of the National Project Implementation. Moscow: Publishing House “Delo” of RANEP. 88 p. (in Russian).
- Barinova V.A., Zemtsov S.P., Tsareva Yu.V. 2020. Improving the business climate for SMEs as a response to the current crisis and the coronavirus pandemic. *Economic Development of Russia*, 7: 54–64 (in Russian).
- Barinova V.A., Tsareva Yu.V. 2023. In Search of Entrepreneurship in Russia. Part I. What Hinders the Development of Small and Medium-Sized Businesses. Moscow: Delo, 400 p. (in Russian).
- Veretekhin A.V. 2025. Digital transformation of enterprises in the context of the ESG concept: essence, management features and assessment. Simferopol: KFU Publishing House, 280 p. (in Russian).
- Zhaglovskaya A.V., Kostyukhin Yu.Yu. 2025. Cognitive-adaptive mechanism for the intellectualization of the management system of an industrial enterprise. *Financial Management*, 9: 11–19 (in Russian).
- Kurpayanidi K.I. 2023. Some features of the methodology for studying the institutional environment of small industrial enterprises. *Current Problems of the Social and Humanitarian Sciences*, 3(4): 21–34 (in Russian).
- Laypanov A.I. Development of Tools for Managing an Enterprise’s Industrial Policy: dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences. [Electronic resource]. URL: https://ncfu.ru/upload/medialibrary/98b/06lg1pvj6hp5gt32g69t2j8b76nzhgrpw/Laypanov-A.I._Dissertatsiya.pdf (accessed: 25.04.2026) (in Russian).
- Myaskov A.V., Eliseeva E.N. 2024. Sustainable development of domestic industrial enterprises as a factor in the effectiveness of digital transformations. *Economic Systems*, 17(4): 12–27 (in Russian).
- Pylaeva I.S., Podshivalova M.V., Baev L.A. 2021. Methodological approach to assessing the level of technological development of small industrial enterprises in high-tech industries of the Russian Federation. *Management in Modern Systems*, 3(31): 16–28 (in Russian).
- Samarina V.P. 2008. Take a risk with an idea! Features of the development of venture entrepreneurship in Russia. *Russian Entrepreneurship*, 1: 9–13 (in Russian).
- Semenova R.I., Zemtsov S.P., Poylov N.A. 2025. The impact of state support on the development of entrepreneurship in the regions of Russia under external shocks. *Economic Policy*, 20(5): 282–314 (in Russian).



- Tolstikh T.O. 2024. The impact of digitalization on human resource management in an organization. *Economics and Management: Problems, Solutions*, 2, 8(147): 123–128 (in Russian).
- Shulus A.A., Pavlov E.O., Vorobyov D.Yu. 2020. Problems and Prospects of Small Innovative Enterprises in Modern Russia. *Creative Economy*, 14(9): 1951–1966 (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 28.04.2026

Received April 28, 2026

Поступила после рецензирования 01.06.2026

Revised June 01, 2026

Принята к публикации 22.06.2026

Accepted June 22, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Лабозин Александр Олегович, научный сотрудник, Федеральный институт промышленной собственности, г. Москва, Россия

Aleksandr O. Labozin, Research Assistant, Federal Institute of Industrial Property, Moscow, Russia



ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ FINANCES OF THE STATE AND ENTERPRISES

УДК 338.2

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-582-593

EDN LCDIOF

Интеграция токенизированных реальных активов в криптовалютный портфель

Степченкова О.С., Афонина М.В.

Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
Россия, 191002, Санкт-Петербург, Кузнечный пер., д. 9/27
ooolitmash@yandex.ru, marina.afonina.1984@mail.ru

Аннотация. Актуальная потребность криптофондов в снижении волатильности и поиске источников диверсификации криптовалютных портфелей нашла решение с появлением токенизированных реальных активов. В результате обоснования и применения методики интеграции новых активов, наряду с Bitcoin и Ethereum на основе современной портфельной теории, на эмпирических данных установлено, что токенизированные реальные активы обладают значительно более низкой волатильностью, чем ведущие криптовалюты, а корреляция с BTC и ETH остается низкой, формируя устойчивый диверсификационный потенциал. Разработанная стратегия интеграции, предусматривающая целевую долю, регулярную перебалансировку и частичное хеджирование криптоэкспозиции, повышает устойчивость портфеля к рыночным шокам. Показана возможность распространения подхода на токенизированные активы фармацевтической отрасли. Рекомендации адресованы финансовым менеджерам криптофондов и институциональным инвесторам.

Ключевые слова: токенизированные реальные активы, RWA, криптовалютный портфель, портфельная теория, волатильность, корреляция, факторный анализ, коэффициент Шарпа, стоимость под риском, диверсификация

Для цитирования: Степченкова О.С., Афонина М.В. 2026. Интеграция токенизированных реальных активов в криптовалютный портфель. *Экономика. Информатика*, 53(3): 582–593. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-582-593. EDN LCDIOF

Integration of Tokenized Real Assets into a Cryptocurrency Portfolio

Olga S. Stepchenkova, Marina V. Afonina

Saint Petersburg State University of Economics,
9/27 Kuznechny Ln., Saint Petersburg 191002, Russia
ooolitmash@yandex.ru, marina.afonina.1984@mail.ru

Abstract. The current need of crypto funds to reduce volatility and find sources of diversification of cryptocurrency portfolios has been solved with the emergence of tokenized real assets. As a result of substantiating and applying the methodology of integrating new assets, along with Bitcoin and Ethereum, based on modern portfolio theory, it has been established on empirical data that tokenized real assets have significantly lower volatility than leading cryptocurrencies, and the correlation with BTC and ETH remains

low, forming a stable diversification potential. The developed integration strategy, which includes a target share, regular rebalancing, and partial hedging of crypto exposure, increases the portfolio resilience to market shocks. The approach can be extended to tokenized assets in the pharmaceutical industry. Our recommendations are intended for financial managers of crypto funds and institutional investors.

Keywords: tokenized real assets, RWA, cryptocurrency portfolio, portfolio theory, volatility, correlation, factor analysis, Sharpe ratio, cost-at-risk, diversification

For citation: Stepchenkova O.S., Afonina M.V. 2026. Integration of Tokenized Real Assets into a Cryptocurrency Portfolio. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 582–593 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-582-593. EDN LCDIOF

Введение

Стремительное развитие технологии распределенных реестров (блокчейн) и расширение экосистемы децентрализованных финансов (DeFi) привели к появлению принципиально нового класса цифровых активов – токенизированных активов реального мира (Real World Assets, RWA). Под токенизацией понимается процесс создания цифрового представления традиционных финансовых и материальных активов, обеспечивающий дробление прав собственности (фракционирование), повышение ликвидности исторически неликвидных классов активов и автоматизацию процессов учета, клиринга и расчетов посредством смарт-контрактов [Бланк, 2025; Андрюшин, 2024]. По оценкам отраслевых аналитиков, совокупный объем рынка токенизированных RWA вырос с менее чем 5 млрд долл. США в 2018 году до нескольких десятков миллиардов долларов в 2024–2025 гг., а к 2030 году может достичь триллионных значений [Proskurovska, Birch, 2025; Mirdala, 2025; CoinGecko Research. 2025...]. Параллельно наблюдается устойчивый рост интереса к криптовалютному рынку со стороны институциональных инвесторов, которые рассматривают цифровые финансовые активы не только как спекулятивный инструмент, но и как средство долгосрочной диверсификации портфелей и хеджирования инфляционных рисков [Кошелев, 2023; Jung, 2026; Katarkar, 2026]. Вместе с тем криптофонды, ориентированные преимущественно на биткойн (BTC) и Ethereum (ETH), сталкиваются с высокой концентрацией рисков и экстремальной волатильностью, что ограничивает привлечение консервативного капитала и снижает устойчивость портфелей в периоды рыночных стрессов [Ning Xia et al., 2025]. В этой связи включение токенизированных реальных активов, обладающих принципиально иными характеристиками доходности и риска, рассматривается как один из наиболее перспективных путей повышения эффективности управления криптовалютными портфелями.

Токенизация коллективных инвестиционных продуктов признается одним из ведущих трендов в сфере управления активами, поскольку она устраняет традиционные барьеры входа, обеспечивает трансграничный доступ и автоматизирует расчеты, что особенно значимо для рынков с низкой ликвидностью базовых активов [Макарова, Оглоблина, 2025; World Economic Forum. 2025...]. В международной практике развитие RWA происходило преимущественно «снизу вверх» – в рамках DeFi-протоколов на публичных блокчейнах (Ethereum, Solana, Polymesh) с использованием стейблкоинов как основного средства привлечения ликвидности. Напротив, российская модель формируется «сверху вниз» – через законодательное регулирование на основе Федерального закона № 259-ФЗ «О цифровых финансовых активах» (ЦФА) и утвержденной в феврале 2026 года Правительством РФ Концепции токенизации активов реального сектора экономики [Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 259-ФЗ...; Концепция токенизации активов реального сектора...]. Такая институциональная траектория создает предпосылки для более предсказуемой корреляции RWA с реальным сектором и минимизации регуляторных рисков, что делает данный класс активов особенно привлекательным для инвесторов, действующих в российской юрисдикции. Однако, несмотря на различия в моделях, и глобальный, и российский рынки остро нуждаются в едином

методическом аппарате, позволяющем количественно оценивать влияние токенизированных RWA на риск-доходные характеристики криптовалютного портфеля.

Теоретические и эмпирические аспекты токенизации реальных активов интенсивно исследуются в зарубежной и отечественной литературе. Значительный пласт работ посвящен анализу функциональных возможностей и рисков токенизации: от технических аспектов масштабируемости и безопасности [Zhao, Ding, Su et al., 2025] до вопросов правового регулирования и классификации цифровых активов [Mirdala, 2025; Новоселова, 2024]. Ряд исследований фокусируется на корреляционных свойствах токенизированных активов, в частности показано, что токены, обеспеченные золотом (PAXG, XAUT), демонстрируют сильную долгосрочную корреляцию с физическим металлом (XAU), что позволяет использовать их для диверсификации портфелей, включающих BTC и ETH [Ashfaq, Pfeifer, Gürpınar, Gulum, 2026]. На примере токенизации недвижимости в DeFi продемонстрировано, что включение таких активов в доле 10–30 % расширяет эффективное множество портфеля и снижает общую волатильность на 10–20 % [Kranz, Schaaf, Guggenberger, Strüker, 2026]. Обсуждается влияние токенизации на трансформацию традиционных финансов (TradFi) и ее потенциал в качестве «поворотного момента» на пересечении TradFi и DeFi [Li, 2025; Jung, 2026]. Подчеркивается, что RWA обеспечивают предсказуемую доходность и низкую волатильность, а их добавление в криптопортфели позволяет снизить общий риск на 10–15 % при сохранении доходности [CoinGecko Research. 2025...]. В российской науке исследуются перспективы применения децентрализованных финансовых технологий для создания инвестиционных продуктов [Бланк, 2025], систематизируются опыт и тренды развития рынка ЦФА [Манахова, Колмыков, 2025], анализируются правовые основы обращения цифровых активов [Новоселова, 2024], а также предлагаются классификации токенизированных активов и платформ [Андрюшин, 2024.].

Вместе с тем, несмотря на растущее количество публикаций, существующие исследования носят преимущественно качественный характер либо ограничиваются анализом узких сегментов (например, токенизированного золота или недвижимости). Цель работы – обосновать целесообразность и разработать методику интеграции токенизированных реальных активов в портфель криптофонда наряду с Bitcoin и Ethereum на основе инструментария классической портфельной теории и факторного анализа, а также сформулировать практические рекомендации по оптимальной доле RWA и параметрам управления таким портфелем.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: 1) проанализировать волатильность токенизированных RWA и подобрать сопоставимые прокси-аналоги для количественной оценки риска в сравнении с BTC и ETH; 2) оценить динамику и уровень корреляции RWA с Bitcoin и Ethereum, определить диверсификационный потенциал данного класса активов и расширить эффективное множество портфеля; 3) провести факторный анализ (однофакторная рыночная модель, CAPM) для декомпозиции доходности RWA на систематическую и специфическую составляющие, выявив источники дополнительной доходности и меру чувствительности к крипторынку; на основе анализа чувствительности и расчета показателей риска (VaR) оценить устойчивость предложенной стратегии в неблагоприятных рыночных условиях и сформулировать рекомендации по целевой доле RWA, периодичности ребалансировки и хеджированию криптовалютной экспозиции.

Результаты и их обсуждение

Методологическая основа исследования базируется на классической портфельной теории Гарри Марковица (MPT), модели ценообразования капитальных активов (CAPM), а также на инструментарии факторного анализа, адаптированном к условиям крипторынка и токенизированных реальных активов. Для каждого актива доходность за период t рассчитывалась как относительное изменение цены:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}, \quad (1)$$

где P_t – цена актива, P_{t-1} – цена в предыдущий период.

Средняя доходность за n периодов определяется по формуле:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_t. \quad (2)$$

Волатильность как мера риска вычислялась через выборочное стандартное отклонение доходностей:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2}. \quad (3)$$

где σ – стандартное отклонение (волатильность) доходности актива, R_t – доходность в период t , $\bar{R}$ – средняя доходность, N – количество наблюдений.

Для годовой волатильности при использовании полугодовых данных применялся множитель $\sqrt{2}$: $\sigma_{\text{год}} = \sigma_{\text{полугод}} \cdot \sqrt{2}$.

Ковариация, необходимая для оценки портфельного риска, рассчитывалась по формуле:

$$\text{Cov}(R_i, R_j) = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_{i,t} - \bar{R}_i)(R_{j,t} - \bar{R}_j), \quad (4)$$

где R_i, R_j – доходность актива i в периоде t , $\bar{R}_i, \bar{R}_j$ – средние доходности актива, n – количество наблюдений (периодов).

Для портфеля, состоящего из n рискованных активов, ожидаемая доходность определяется как взвешенная сумма ожидаемых доходностей отдельных активов:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i), \quad (5)$$

где w_i – доля актива i в портфеле, причем $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

В случае комбинации безрискового актива и рискованного портфеля:

$$E(R_p) = (1-w) \cdot R_f + w \cdot E(R_A) = R_f + w \cdot (E(R_A) - R_f),$$

где R_f – безрисковая ставка, w – доля рискованного портфеля P .

Риск портфеля, состоящего из рискованных активов, вычисляется через квадратный корень из дисперсии портфеля:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{Cov}(R_i, R_j)}. \quad (6)$$

Для портфеля, включающего безрисковый актив (при $\sigma_f = 0$ и $\text{Cov}(R_f, R_A) = 0$), риск портфеля упрощается до: $\sigma_p = w \cdot \sigma_A$ ($0 \leq w \leq 1$).

Для оценки эффективности портфеля на единицу принимаемого риска использовался коэффициент Шарпа:

$$S = \frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p}. \quad (7)$$

Данный показатель позволяет сравнивать портфели с разным уровнем риска: чем выше значение, тем лучше компенсация за риск.

Для декомпозиции доходности RWA на систематическую и специфическую составляющие применялась регрессионная модель:



$$R_{i,t} = \alpha_i + \beta_i R_{m,t} + \varepsilon_{i,t}, \quad (8)$$

где $R_{i,t}$ – доходность актива i в период t , $R_{m,t}$ – доходность рыночного портфеля, α_i – альфа (несистематическая, или избыточная, доходность), β_i – бета (мера систематического риска), $\varepsilon_{i,t}$ – случайная ошибка регрессии.

В качестве рыночного портфеля R_m принята комбинация Bitcoin (80 %) и Ethereum (20 %), отражающая структуру типичного криптофонда.

На основе рыночной модели строится равновесная CAPM, связывающая ожидаемую доходность актива с его систематическим риском:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i(E(R_m) - R_f), \quad (9)$$

где бета актива рассчитывается как: $\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{\sigma_m^2}$, а σ_m^2 – дисперсия доходности рыночного портфеля.

Для оценки систематического риска диверсифицированного портфеля используется взвешенная сумма бет отдельных активов:

$$\beta_p = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot \beta_i. \quad (10)$$

Данная формула применялась для расчета беты портфеля как с включением RWA, так и без него.

Для количественной оценки рыночного риска в стрессовых сценариях рассчитывался однодневный VaR на доверительном уровне 95 %:

$$\text{VaR}_{95\%} = \mu - 1.645 \cdot \sigma, \quad (11)$$

где μ – средняя доходность портфеля, σ – стандартное отклонение, а 1,645 – квантиль стандартного нормального распределения для 95 % доверительного интервала (при допущении нормальности распределения доходностей). Данный показатель позволяет оценить максимальные ожидаемые потери портфеля в нормальных рыночных условиях.

Все перечисленные формулы были реализованы в табличном процессоре Excel с использованием встроенных функций (СРЗНАЧ, СТАНДОТКЛОН.В, КОВАР, КОРРЕЛ, ЛИНЕЙН). Исходные данные о ценах BTC и ETH получены с платформы CoinMarketCap, данные о прокси-аналогах RWA – с платформ Vanguard (ETF VNQ) и iShares (ETF GSG). Период анализа охватывает полугодовые интервалы с сентября 2023 г. по март 2026 г., что обеспечивает достаточное количество наблюдений для расчета базовых статистик при сохранении актуальности рыночных условий. Безрисковая ставка принята равной доходности 10-летних казначейских облигаций США на март 2026 г. (4,1 %), что соответствует практике оценки альтернативных издержек для долларовых портфелей.

Рассматриваемый кейс касается гипотетического криптофонда международного уровня, специализирующегося на управлении портфелями цифровых активов. Фонд ориентирован на институциональных и квалифицированных розничных инвесторов, работает в юрисдикциях с благоприятным регуляторным режимом (например, Сингапур, Швейцария, Каймановы острова или США с регистрацией SEC для отдельных продуктов). География операций – глобальная, с активами на блокчейнах Ethereum, Bitcoin и специализированных сетях (Centrifuge, Polymesh, Solana для RWA). Текущая структура портфеля (гипотетическая, на основе типичных криптофондов марта 2026 г.) представлена в табл. 1.

Основные активы фонда на март 2026 года – Bitcoin (BTC) и Ethereum (ETH), составляющие 70–90 % портфеля. Фонд стремится к диверсификации через токенизированные реальные активы (RWA: недвижимость, товары, казначейские облигации США, частный

кредит). Состояние криптовалютного рынка на момент анализа характеризовалось сохраняющимся доминированием Bitcoin и Ethereum как по рыночной капитализации, так и по совокупной доле рынка (табл. 2).

Таблица 1
Table 1

Исходные данные о структуре портфеля
Initial data on the portfolio structure

Актив	Текущая доля (%)	Ожидаемая годовая доходность (%)	Волатильность (σ, %)	Корреляция с BTC	Корреляция с ETH
Bitcoin (BTC)	60	25–40 (историческая + прогноз)	60–80	1,00	0,85
Ethereum (ETH)	30	30–50	70–90	0,85	1,00
Токенизированные RWA	0 (планируется 10–20)	8–15 (реальная доходность + премия)	15–35	0,2–0,4	0,3–0,5
Безрисковый актив (Treasuries tokenized)	10 (наличные/стабильные)	4,0–4,5 (текущая доходность)	~0–5	0	0

Источник: составлено авторами.

Таблица 2
Table 2

Основные параметры крипторынка (март 2026 г.)
Key parameters of the crypto market (March 2026)

Актив	Цена	Рыночная капитализация	Доля рынка
BTC	~\$72 000	\$1.4T	59%
ETH	~\$2100	\$250B	~10%

Источник: CoinMarketCap.

Для расчета использовались полугодовые данные цен BTC и ETH с 01.09.2023 по 01.03.2026 (CoinMarketCap).

Таблица 3
Table 3

Стоимость активов
Asset value

Date	BTC Price	ETH Price
01-09-2023	26967	1671
01-03-2024	71333	3647
01-09-2024	63329	2603
01-03-2025	82548	1823
01-09-2025	114056	4125
01-03-2026	69629	2029

Источник: CoinMarketCap

В ходе анализа криптопортфеля, состоящего из Bitcoin (BTC) и Ethereum (ETH), и оценки влияния добавления токенизированных реальных активов (RWA) были получены следующие результаты.

Полученные значения годовой волатильности BTC (110,4 %) и ETH (123,7 %) количественно подтверждают тезис об экстремально высокой рискованности недиверсифицированных криптовалютных портфелей (табл. 4), что согласуется с оценками, приводимыми в литературе [Ashfaq, Pfeifer, Gürpınar, Gulum, 2026; CoinGecko Research. 2025...].

Таблица 4
Table 4

Результаты расчета волатильности
Volatility calculation results

Актив	Средняя доходность (полугодовая)	Полугодовая волатильность	Годовая волатильность
BTC	36,57 %	78,09 %	110,44 %
ETH	27,02 %	87,44 %	123,66 %
RWA*	–	–	20–25 %

Источник: разработано авторами. *RWA оценены через прокси: VNQ (недвижимость) и GSG (товары). Волатильность RWA в 2–3 раза ниже волатильности BTC и ETH, что делает их потенциальным стабилизатором портфеля.

Для сравнения: волатильность токенизированных реальных активов, аппроксимированная через биржевые фонды VNQ (недвижимость) и GSG (товарные активы), находится в диапазоне 20–25 % годовых, что сопоставимо с показателями традиционных классов активов (акции широкого рынка, REITs) и в 4–6 раз ниже волатильности ведущих криптовалют. Корреляционная матрица, построенная по полугодовым данным за 2023–2026 гг., подтверждает наличие устойчивого диверсификационного потенциала у токенизированных реальных активов (табл. 5).

Таблица 5
Table 5

Корреляционная матрица
The correlation matrix

	BTC	ETH	RWA
BTC	1,0	0,8	0,3
ETH	0,8	1,0	0,4
RWA	0,3	0,4	1,0

Источник: разработано авторами.

В этих условиях традиционная диверсификация внутри криптовалютного сегмента не обеспечивает значимого снижения портфельного риска. Напротив, корреляция RWA с BTC (0,3) и ETH (0,4) находится в диапазоне, который в теории портфельных инвестиций классифицируется как умеренный или низкий, что свидетельствует о слабой зависимости доходности реальных активов от динамики крипторынка. Экономически это объясняется тем, что стоимость токенизированной недвижимости, товарных активов и казначейских облигаций определяется фундаментальными факторами реальной экономики – динамикой арендных ставок, ценами сырьевых товаров, уровнем процентных ставок, – в то время как цены BTC и ETH подвержены влиянию спекулятивных потоков капитала и сетевых эффектов. Выявленный уровень корреляции позволяет расширить эффективное множество портфеля по Марковицу: добавление RWA смещает границу эффективности влево, обеспечивая более низкий уровень риска для каждого заданного уровня ожидаемой доходности.

Оптимизация портфеля по Марковицу (целевая доходность 20 %, безрисковая ставка $R_f=4,1\%$) позволила получить следующие оптимальные веса. Для портфеля с включением RWA распределение составило: BTC 40 %, ETH 30 %, RWA 30 %, при этом ожидаемая доходность достигла 25 %, риск портфеля снизился до 35 %, а коэффициент Шарпа оказался равен 0,60.

Для портфеля, состоящего только из криптовалют, оптимальными стали доли BTC 50 % и ETH 50 %, ожидаемая доходность – 32 %, риск – 45 %, коэффициент Шарпа – 0,62. Таким образом, включение RWA в умеренной доле (20–30 %) обеспечивает снижение общего риска портфеля на 10 процентных пунктов (с 45 % до 35 %) при сохранении коэффициента Шарпа на уровне примерно 0,6. Снижение доходности в данном случае компенсируется значительно меньшим риском, что соответствует приоритетам консервативных инвесторов.

Для декомпозиции доходности RWA на систематическую и специфическую составляющие была построена однофакторная рыночная модель: $R_{i,t} = \alpha_i + \beta_i R_{m,t} + \varepsilon_{i,t}$, где в качестве рыночного портфеля R_m использована комбинация BTC (80 %) и ETH (20 %). Полученные параметры модели приведены в табл. 6.

Таблица 6
Table 6

Факторный анализ
Factor analysis

Показатель	Значение	Интерпретация
Бета (β)	0,4	Низкая чувствительность к волатильности крипторынка
Альфа (α)	1,55 п. п.	Дополнительная доходность от привязки к реальным активам
R^2	0,91	91 % дисперсии объясняется рыночным фактором

Источник: разработано авторами.

Результаты факторного анализа позволяют раскрыть структуру доходности RWA и ее связь с систематическим риском крипторынка. Полученное значение беты RWA ($\beta = 0,4$) указывает на низкую чувствительность данного класса активов к колебаниям рыночного портфеля.

Перспективы применения RWA в фармацевтической отрасли

Пилотный проект китайской Hubyo Pharmaceutical, реализованный совместно с криптобиржей KuCoin и предполагающий токенизацию доходов от линейки GLP-1-полипептидных препаратов, а также инициатива Renhe Pharmaceutical по созданию RWA-биржи для безрецептурных лекарственных средств свидетельствуют о формировании принципиально нового класса базовых активов – «опционов на разработку», стоимость которых определяется не динамикой крипторынка, а результатами научно-исследовательской деятельности и регуляторных процедур [Hubyo Pharmaceutical and KuCoin Join Forces...].

С точки зрения проведенного факторного анализа такие активы, аналогично рассмотренным товарным и недвижимым RWA, должны демонстрировать низкую чувствительность к рыночному криптопортфелю ($\beta < 0,4–0,5$) и положительную альфу, обусловленную специфической доходностью, генерируемой в реальном секторе (продажи препаратов, лицензионные платежи, прохождение клинических фаз). Соответственно, их включение в портфель криптофонда способно обеспечить дополнительный диверсификационный эффект без увеличения систематического риска.

Основываясь на установленных в работе закономерностях, можно сформулировать следующие рекомендации для финансового менеджмента криптофондов, рассматривающих возможность интеграции фармацевтических RWA. Во-первых, на начальном этапе целевую долю таких активов целесообразно поддерживать в диапазоне 10–20 % от стоимости портфеля, что соответствует зоне оптимального компромисса между снижением волатильности и сохранением приемлемой ожидаемой доходности, выявленной оптимизацией по Марковицу (при доле RWA 30 % риск портфеля снижался с 45 до 35 %).

Во-вторых, ввиду высокой специфичности и разнородности фармацевтических RWA, необходимо проводить предварительный due diligence с оценкой технологической зрелости актива (фаза клинических испытаний, статус патентной защиты, история взаимодействия с

регуляторами), а также с анализом корреляционных свойств на доступных исторических данных или данных прокси-аналогов.

В-третьих, мониторинг портфеля следует осуществлять с использованием инструментария, апробированного в настоящем исследовании: ежеквартальный пересмотр весов на основе rolling-корреляции (окно 90 дней) позволит своевременно идентифицировать рост корреляции с BTC/ETH выше порогового значения 0,5 и сократить экспозицию в случае неблагоприятных сдвигов.

В-четвертых, оценку экстремальных рисков рекомендуется проводить с расчетом VaR (95 %), который для комбинированного портфеля, как показали расчеты, на 5 п. п. ниже, чем для чисто криптовалютного (–15 % против –20 %), что обеспечивает более высокую устойчивость к просадкам. Наконец, для минимизации остаточных крипторисков сохраняет силу рекомендация по хеджированию 30–50 % криптоэкспозиции с использованием деривативов. Реализация изложенного подхода позволит криптофондам не только повысить соотношение риск/доходность, но и привлечь консервативный институциональный капитал, заинтересованный в выходе за пределы чисто спекулятивных стратегий и участия в финансировании долгосрочных фармацевтических инноваций через механизм токенизации.

Дискуссия

Результаты исследования согласуются с рядом недавних эмпирических работ, в которых утверждается, что токенизированные реальные активы способны снижать волатильность криптопортфелей на 10–15 % [CoinGecko Research. 2025...; Kranz, Schaaf, Guggenberger, Strüker, 2026.]. Вместе с тем настоящее исследование вносит существенное дополнение: в отличие от большинства опубликованных результатов, ограничивающихся анализом какого-либо одного подкласса RWA (чаще всего – токенизированного золота), здесь впервые на единой методологической основе сопоставлены одновременно товарные и недвижимые прокси-активы, а также продемонстрирована применимость классического инструментария MPT и CAPM к портфелям с короткой историей наблюдений и экстремальными распределениями доходностей.

Экономическая интерпретация выявленной низкой корреляции RWA с ведущими криптовалютами заслуживает отдельного обсуждения. Динамика цен BTC и ETH в рассматриваемом периоде определялась преимущественно спекулятивными потоками капитала, ожиданиями относительно регуляторных изменений и циклами глобальной ликвидности, тогда как стоимость прокси RWA (ETFs на недвижимость и товарные активы) формировалась фундаментальными факторами реальной экономики – арендными ставками, ценами сырья, дивидендными выплатами. Именно это различие в драйверах доходности лежит в основе диверсификационного потенциала RWA и объясняет полученные значения парных корреляций.

Кроме того, расчет VaR производился в предположении нормальности распределения доходностей, тогда как для криптоактивов характерны «тяжелые хвосты» и положительный эксцесс. Следовательно, реальные экстремальные потери могут быть выше полученных значений, что требует применения более продвинутых методов оценки риска (историческое моделирование, метод экстремальной стоимости) в практическом риск-менеджменте.

Сопоставление с альтернативными подходами к диверсификации криптопортфелей показывает, что традиционное включение стейблкоинов или альткоинов зачастую не обеспечивает устойчивого снижения риска из-за их высокой корреляции с BTC и ETH в периоды рыночного стресса. RWA, напротив, демонстрируют стабильно низкую корреляцию (0,2–0,4), что подтверждается исследованиями [Ashfaq, Pfeifer, Gürpınar, Gulum, 2026; Tiwari, Abdullah, Sarker, Abakah, 2025]. При этом важно различать глобальный и национальный институциональный контекст: регулируемые российские ЦФА, в силу большей юридической определенности и прямой привязки к активам реального сектора, потенциально обладают еще более предсказуемыми корреляционными свойствами и меньшими регуляторными рисками по сравнению с глобальными RWA, выпущенными на публичных блокчейнах без четкого правового статуса.

Заключение

Проведенное исследование решает научно-практическую задачу обоснования целесообразности и разработки методики интеграции токенизированных реальных активов (RWA) в портфель криптофонда наряду с Bitcoin и Ethereum. На основе адаптации классического инструментария портфельной теории (MPT, CAPM) и факторного анализа к специфике крипторынка получены следующие основные результаты.

1. Эмпирически подтверждена значительно более низкая волатильность RWA (20–25% годовых) по сравнению с BTC (110,4 %) и ETH (123,7 %).

2. Корреляция RWA с BTC и ETH составляет 0,3 и 0,4 соответственно, что ниже корреляции BTC–ETH (0,8), и свидетельствует о наличии устойчивого диверсификационного потенциала.

3. Оптимизация портфеля по Марковицу показала, что включение RWA в долю 20–30 % снижает общий риск портфеля с 45 % до 35 % при сохранении коэффициента Шарпа на уровне около 0,6.

4. Факторный анализ ($\beta = 0,4$; $\alpha = 1,55$ п. п.) указывает на слабую чувствительность к крипторынку и наличие специфической доходности, связанной с реальными активами.

5. Расчет VaR (95 %) показал, что для комбинированного портфеля с RWA максимальные ожидаемые потери на 5 п. п. ниже, чем для чисто криптовалютного портфеля (–15 % против –20 %).

На основании полученных результатов для финансового менеджмента криптофондов и институциональных инвесторов могут быть предложены следующие практические рекомендации: (1) начать включение RWA в портфель с доли 10–20 % с возможным последующим увеличением до 30 % при сохранении низких корреляций; (2) сфокусироваться на наиболее ликвидных сегментах – токенизированных казначейских облигациях и золоте – с постепенным расширением в другие классы (недвижимость, фармацевтические активы); (3) внедрить регулярную ежеквартальную перебалансировку с мониторингом (окно 90 дней) и порогом сокращения доли RWA при превышении корреляции 0,5; (4) хеджировать 30–50 % криптовалютной экспозиции деривативами для снижения хвостовых рисков.

Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением эмпирической базы, построением многофакторных моделей оценки риска, применением методов машинного обучения для прогнозирования корреляционных сдвигов, а также верификацией предложенной методики на формирующемся российском рынке цифровых финансовых активов. Реализация этих направлений позволит повысить точность оценок и расширить область применения предложенного подхода, способствуя дальнейшей институционализации рынка токенизированных реальных активов и его интеграции в практику профессионального управления цифровыми портфелями.

Список источников

- Концепция токенизации активов реального сектора российской экономики (утв. Правительством РФ в феврале 2026 г.). URL: https://minfin.gov.ru/ru/press-center/?id_4=40191. (дата обращения: 24.04.2026).
- Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 259-ФЗ «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изм. и доп.). URL: <https://base.garant.ru/74451466/> (дата обращения: 24.04.2026).
- CoinGecko Research. 2025 (updated 2026). RWA Report 2024: Rise of Real-World Assets in Crypto. URL: <https://assets.coingecko.com/reports/Research/RWA-Report-2024-Rise-of-Real-World-Assets-in-Crypto.pdf>. (дата обращения: 24.04.2026).
- Hybio Pharmaceutical and KuCoin Join Forces to Pioneer China's First RWA Pilot in Innovative Drug Development. URL: <https://www.hybio.com/news/hybio-pharmaceutical-and-kucoin-join-forces-to-pioneer-china-s-first-rwa-pilot-in-innovative-drug-development/> (дата обращения: 24.04.2026).
- World Economic Forum. 2025. Asset Tokenization in Financial Markets. URL: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Asset_Tokenization_in_Financial_Markets_2025.pdf. (дата обращения: 24.04.2026).

Список литературы

- Андрюшин С.А. 2024. Токенизация реальных активов: классификация, платформы, приложения, возможности и проблемы развития. *Russian Journal of Economics and Law*, 18(1): 88–104.
- Бланк Д.А. 2025. Перспективы применения децентрализованных финансовых технологий для создания инвестиционных продуктов. *Аудиторские ведомости*, 4: 31–38. DOI: 10.24412/1727-8058-2025-4-31-38.
- Кошелев К.А. 2023. Рынок цифровых финансовых активов в России: основные направления развития и оценка экономического потенциала. *Финансовый бизнес*, 6 (240): 147–152.
- Макарова В.В., Оглоблина Е.В. 2025. Токенизация биржевых инвестиционных фондов и ее влияние на мировую финансовую систему. *Мировая экономика*, 12 (253). URL: https://ecsn.ru/wp-content/uploads/202512_685.pdf.
- Манахова И.В., Колмыков К.А. 2025. Цифровые финансовые активы на современном финансовом рынке: систематизация опыта и трендов в России. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право*, 25(2): 116–126. DOI: 10.18500/1994-2540-2025-25-2-116-126.
- Новоселова Л.А. 2024. Стейблкоины в системе действующего российского законодательства. *Цифровое право*, 5(1): 8–22. DOI: 10.38044/2686-9136-2024-5-1-1.
- Ashfaq M., Pfeifer M., Gürpınar T., Gulum M.A. 2026. Tokenized Gold in Crypto Markets: Tracking Accuracy and Portfolio Performance. *FinTech*, 5(1): 19. DOI: 10.3390/fintech5010019.
- Jung H. 2026. The Great Financial Transition: How Stablecoins and Tokenized Assets Are Rewriting the Rules of Money. *SSRN Electronic Journal*. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.6267758>
- Katarkar S. 2026. Blockchain and Tokenization: Will They Actually Democratize Private Markets? A Critical Analysis of Technological Enablers and Structural Constraints. *SSRN Electronic Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.6143947.
- Kranz T., Schaaf V., Guggenberger T.M., Strüker J. 2026. From Bricks to Blocks: Designing a Framework for the Tokenization of Real Estate for DeFi. *IEEE Access*, 14: 4089–4109.
- Li J. 2025. Current Landscape of the Real-World Asset (RWA) Tokenization Ecosystem. *George Mason University Research Paper*. URL: <https://ssrn.com/abstract=6077226>.
- Mirdala R. 2025. Tokenization of real-world assets: Legal frameworks, market dynamics, and policy pathways for a decentralized financial future. *Journal of Applied Economic Sciences*. Vol. XX, 2(88): 285–312. DOI: 10.57017/jaes.v20.2(88).09.
- Ning Xia et al. 2025. Exploration on Real World Assets (RWAs) & Tokenization. URL: <https://arxiv.org/html/2503.01111v1>.
- Proskurovska A., Birch K. 2025. Tokenization of everything? Exploring the limits of blockchain technologies in the governance of financial markets and assets. *Finance and Society*. Advance online publication. DOI: 10.1017/fas.2025.10026.
- Tiwari A.K., Abdullah M., Sarker P.K., Abakah E.J.A. 2025. Real-world asset tokens and commodities: static and dynamic linkages. *China Accounting & Finance Review*, 27(5). URL: <https://ssrn.com/abstract=5843322>.
- Zhao X., Ding J., Su Y. et al. 2025. Scalable & secure real-world asset tokenization using ethereum staking & layer-2 solutions. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 18: 254. DOI: 10.1007/s12083-025-02032-6.

References

- Andryushin S.A. 2024. Tokenizaciya real'nyx aktivov: klassifikaciya, platformy, prilozheniya, vozmozhnosti i problemy razvitiya [Tokenization of Real Assets: Classification, Platforms, Applications, Opportunities, and Challenges]. *Russian Journal of Economics and Law*, 18(1): 88–104.
- Blank D.A. 2025. Perspektivy primeneniya decentralizovannyx finansovyx texnologij dlya sozdaniya investicionnyx produktov [Prospects for the Application of Decentralized Financial Technologies for the Creation of Investment Products]. *Auditorskie vedomosti*, 4: 31–38. DOI: 10.24412/1727-8058-2025-4-31-38.
- Koshelev K.A. 2023. Rynok cifrovyyx finansovyx aktivov v Rossii: osnovnye napravleniya razvitiya i ocenka ekonomicheskogo potenciala [The Market of Digital Financial Assets in Russia: Main Directions of Development and Assessment of Economic Potential]. *Finansovyj biznes*, 6 (240): 147–152.
- Makarova V.V., Ogloblina E.V. 2025. Tokenizaciya birzhevyx investicionnyx fondov i eyo vliyanie na mirovuyu finansovuyu sistemu [Tokenization of Exchange-Traded Funds and Its Impact on the Global

- Financial System]. *Mirovaya ekonomika*, 12 (253). URL: https://ecsn.ru/wp-content/uploads/202512_685.pdf.
- Manakhova I.V., Kolmykov K.A. 2025. Cifrovye finansovye aktivy na sovremennom finansovom rynke: sistematizatsiya opyta i trendov v Rossii [Digital Financial Assets in the Modern Financial Market: Systematization of Experience and Trends in Russia]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Ekonomika. Upravlenie. Pravo*, 25(2): 116–126. DOI: 10.18500/1994-2540-2025-25-2-116-126.
- Novoselova L.A. 2024. Stejblkoiny v sisteme dejstvuyushhego rossijskogo zakonodatel'stva [Stablecoins in the System of Current Russian Legislation]. *Cifrovoe pravo*, 5(1): 8–22. DOI: 10.38044/2686-9136-2024-5-1-1.
- Ashfaq M., Pfeifer M., Gürpinar T., Gulum M.A. 2026. Tokenized Gold in Crypto Markets: Tracking Accuracy and Portfolio Performance. *FinTech*, 5(1): 19. DOI: 10.3390/fintech5010019.
- Jung H. 2026. The Great Financial Transition: How Stablecoins and Tokenized Assets Are Rewriting the Rules of Money. *SSRN Electronic Journal*. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.6267758>
- Katarkar S. 2026. Blockchain and Tokenization: Will They Actually Democratize Private Markets? A Critical Analysis of Technological Enablers and Structural Constraints. *SSRN Electronic Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.6143947.
- Kranz T., Schaaf V., Guggenberger T.M., Strüker J. 2026. From Bricks to Blocks: Designing a Framework for the Tokenization of Real Estate for DeFi. *IEEE Access*, 14: 4089–4109.
- Li J. 2025. Current Landscape of the Real-World Asset (RWA) Tokenization Ecosystem. *George Mason University Research Paper*. URL: <https://ssrn.com/abstract=6077226>.
- Mirdala R. 2025. Tokenization of real-world assets: Legal frameworks, market dynamics, and policy pathways for a decentralized financial future. *Journal of Applied Economic Sciences*. Vol. XX, 2(88): 285–312. DOI: 10.57017/jaes.v20.2(88).09.
- Ning Xia et al. 2025. Exploration on Real World Assets (RWAs) & Tokenization. URL: <https://arxiv.org/html/2503.01111v1>.
- Proskurovska A., Birch K. 2025. Tokenization of everything? Exploring the limits of blockchain technologies in the governance of financial markets and assets. *Finance and Society*. Advance online publication. DOI: 10.1017/fas.2025.10026.
- Tiwari A.K., Abdullah M., Sarker P.K., Abakah E.J.A. 2025. Real-world asset tokens and commodities: static and dynamic linkages. *China Accounting & Finance Review*, 27(5). URL: <https://ssrn.com/abstract=5843322>.
- Zhao X., Ding J., Su Y. et al. 2025. Scalable & secure real-world asset tokenization using ethereum staking & layer-2 solutions. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 18: 254. DOI: 10.1007/s12083-025-02032-6.

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 24.04.2026

Поступила после рецензирования 01.06.2026

Принята к публикации 22.06.2026

Received April 24, 2026

Revised June 01, 2026

Accepted June 22, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Степченкова Ольга Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры международного бизнеса, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Афони́на Мари́на Вита́льевна, студентка кафедры международного бизнеса, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga S. Stepchenkova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of International Business, Saint Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg, Russia

Marina V. Afonina, Student of the Department of International Business, Saint Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg, Russia



КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ COMPUTER SIMULATION

УДК 004.021

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-594-606

EDN LELWHB

Метод битовой фаззификации признаков в индекс SFI: математическое описание, кодирование и экспериментальная валидация

¹Стукалин А.В., ²Константинов И.С., ³Черноморец А.А., ³Белов С.П., ³Гайворонский В.А.

¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
Россия, 127434, г. Москва, Лиственничная аллея, д. 4

²Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46

³Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85
alexey@stukalin.com

Аннотация. В статье приводится математическое описание метода битовой фаззификации признаков (Fuzzy Bit Encoding, FBE) и индексного представления SFI (Stukalin Fuzzy Index) [Стукалин, 2025, Моторин, 2025]. Метод предназначен для преобразования числовых и нечётко интерпретируемых признаков в компактный битовый вектор и символьный код, пригодный для хранения, фильтрации, сравнения и ранжирования объектов. В отличие от классической фаззификации, результатом является дискретный слот, связанный с термом, направлением предпочтения и весом признака. Описаны правила формирования битового слота, нормализованной оценки, SFI-кода на визуально совместимом латинском алфавите и RLE-сжатия повторяющихся символов. Метод валидирован на реальной базе из 3422 животных; получены высокие корреляции SFI с коммерческими индексами NM\$ (Net Merit) и CM\$ (Cheese Merit), а также устойчивое совпадение верхних групп отбора.

Ключевые слова: битовая фаззификация, нечёткие множества, SFI, бинарная репрезентация, дискретизация признаков, RLE, ранжирование, Net Merit, системный анализ

Для цитирования: Стукалин А.В., Константинов И.С., Черноморец А.А., Белов С.П., Гайворонский В.А. 2026. Метод битовой фаззификации признаков в индекс SFI: математическое описание, кодирование и экспериментальная валидация. *Экономика. Информатика*, 53(3): 594–606. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-594-606. EDN LELWHB

A Method for Bitwise Fuzzification of Features into the SFI Index: Mathematical Description, Encoding, and Experimental Validation

¹Alexey V. Stukalin, ²Igor S. Konstantinov,

³Andrey A. Chernomorets, ³Sergey P. Belov, ³Vitaly A. Gaivoronsky

¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
4 Listvennichnaya Alley, Moscow 127434, Russia

²Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 46 Kostyukov St., Belgorod 308012, Russia

³Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod 308015, Russia
alexey@stukalin.com

Abstract. The article presents a detailed mathematical description of the Fuzzy Bit Encoding (FBE) method and the SFI (Stukalin Fuzzy Index) representation [Stukalin, 2025; Motorin, 2025]. FBE is designed to

© Стукалин А.В., Константинов И.С., Черноморец А.А., Белов С.П., Гайворонский В.А., 2026

transform numerical and imprecisely interpretable features into a compact bit vector and a character code suitable for storing, filtering, comparing, and ranking of objects. Unlike classical fuzzification, the output is not a continuous membership function but a discrete slot associated with a linguistic term, a preference direction, and a weighted feature score. The paper describes the rules for bit slot generation, normalized score computation, SFI code construction on a visually compatible Latin alphabet, and RLE compression of repeated characters to reduce storage size. The method was validated on a real-world database of 3,422 animals; high correlations were obtained between SFI and the commercial indices NM\$ (Net Merit) and CM\$ (Cheese Merit), along with a stable match of the top selection groups across multiple evaluation scenarios, confirming its practical applicability and robustness.

Keywords: fuzzy bit encoding, fuzzy sets, SFI, binary representation, attribute discretization, RLE, ranking, Net Merit, systemic analysis

For citation: Stukalin A.V., Konstantinov I.S., Chernomorets A.A., Belov S.P., Gaivoronsky V.A. 2026. A Method of Bitwise Fuzzification of Features into the SFI Index: Mathematical Description, Encoding, and Experimental Validation. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 594–606 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-594-606. EDN LELWHB

Введение

Рост объёмов аграрных данных требует методов, которые одновременно обеспечивают интерпретируемость, компактное хранение и высокую скорость обработки. В задачах оценки животных, технологических объектов и платформенных информационных систем исходные признаки часто имеют разную размерность, неодинаковое направление предпочтения и нечёткие границы между качественными состояниями. Классическая нечёткая логика позволяет описывать такие состояния через функции принадлежности [Заден, 2015], однако хранение и массовое сравнение вещественных векторов принадлежности не всегда удобно для платформенной аналитики.

В современной селекции молочного животноводства доминируют линейно-индексные модели оценки племенной ценности [Хорошайло, 2023, Сермягин, 2024, Ванраден, 2001]. В качестве широко применяемых внешних сравнительных индексов в молочном животноводстве могут рассматриваться национальные индексы: TPI (Total Performance Index) и NM\$ (Net Merit) в США, LPI (Lifetime Performance Index) и \$Pro (Pro Dollars) в Канаде, RZG (Relativ Zuchwert Gesamtindex) в Германии, ISU (Unife Selection Index) во Франции, NTM (Nordic Total Merit) в Финляндии, Дании и Швеции, а также другие индексы используемые в зарубежной практике комплексной оценки животных [Ванраден, 2001, Федяев, 2016].

Значимость признаков здоровья, воспроизводства, лёгкости отёла и жизнеспособности потомства подтверждается исследованиями по эмбриональным потерям, перинатальной выживаемости и мертворождаемости в молочном скотоводстве [Гуськова, 2014, Мэйер, 2001, Хансен, 2004].

Математический базис эталонов

Оценки признаков, используемые в современных селекционных индексах, могут формироваться на основе BLUP/ssGBLUP-подходов, объединяющих родословную, фенотипические и геномные данные [Сермягин, 2024]. Модель описывается системой (Формула 1) уравнений смешанных линейных моделей Хендерсона:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + H^{-1} \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Уравнение смешанных линейных моделей Хендерсона для ssGBLUP включает вектор наблюдений y , фиксированные эффекты $\hat{\beta}$ с матрицей планов X , и случайные генетические

эффекты $\hat{u}$ с матрицей планов Z . Матрица H^{-1} представляет собой инвертированную объединенную матрицу родства, сочетающую данные родословной и SNP-маркеров, а компоненты σ_a^2 и σ_e^2 определяют аддитивную генетическую дисперсию и дисперсию остаточных эффектов соответственно [Сермягин, 2024]. Итоговый экономический индекс NM\$ представляет собой взвешенную сумму признаков с экономическими весами [Ванраден, 2001] (Формула 2):

$$NM\$ = \sum_{j=1}^k w_j \cdot PTA_j, \quad (2)$$

где w_j – экономический вес, а PTA_j – ожидаемая передающая способность признака.

Проблема пересчёта традиционных индексов

Ключевая особенность ssGBLUP как популяционной модели состоит в том, что получаемые оценки зависят от состава исходной популяции, структуры родословных, объёма геномных данных и полноты фенотипической информации на момент расчёта [Сермягин, 2024]. Включение новых животных, обновление родословных или поступление дополнительных геномных данных изменяет структуру матриц родства, а появление новых фенотипических наблюдений влияет на правую часть системы уравнений смешанной модели и, соответственно, на итоговые оценки племенной ценности. Это порождает ряд серьёзных технологических проблем:

- Вычислительная нагрузка. Метод требует одновременной работы со сверхбольшими матрицами родства и массивами фенотипических данных, что резко увеличивает вычислительные затраты при оценке поголовья, исчисляемого миллионами животных [Сермягин, 2024]. По этой причине операторы данных (например, CDCB) вынуждены проводить официальный перерасчёт оценок для всего мирового поголовья по строгому графику – как правило, 2–3 раза в год.

- Нестабильность индексов («дрейф данных»). При каждом новом релизе из-за смены генетической базы сравнения и пересчёта оценок родственных животных индекс конкретного животного может заметно колебаться от релиза к релизу. Это существенно затрудняет интерпретацию динамики индивидуальных оценок при сопоставлении данных разных периодов.

- Невозможность аналитики в режиме реального времени: на уровне крупных агрохолдингов невозможно получить мгновенный отклик индекса при обновлении ежедневных данных контрольных доек.

Метод Fuzzy Bit Encoding предлагается как прикладной способ локального дискретного кодирования признакового профиля [Стукалин, 2025, Моторин, 2025], не заменяющий популяционные генетические модели, но дополняющий их в задачах быстрого ранжирования, фильтрации и интерпретации объектов за счёт разделения двух уровней: семантического уровня фазификации и вычислительного уровня кодирования [Стукалин, 2025, Моторин, 2025]. Сначала числовое значение признака переводится в дискретный уровень и активируется соответствующий терм, затем этот уровень записывается в битовый слот и в символьный SFI-код. Такой подход сохраняет объяснимость признакового профиля и одновременно делает возможными быстрые операции фильтрации, сравнения и группировки.

Цель исследования: Разработка и экспериментальная валидация математического метода дискретного индексирования племенной ценности животных на основе нечёткой битовой фазификации признаков, обеспечивающего высокую скорость обработки данных и стабильность ранжирования без необходимости сквозного матричного пересчёта популяции.

Математическая модель метода

Пусть объект описывается набором признаков $x = (x_1, x_2, \dots, x_k)$. Каждому признаку x_j соответствует лингвистическая переменная X_j с терм-множеством (Формула 3):

$$T_j = \{A_{\{j,0\}}, A_{\{j,1\}}, \dots, A_{\{j,C_j\}}\}, \quad j = 1, \dots, k, \quad (3)$$

где C_j – максимальный номер дискретного уровня признака x_j , поэтому всего для признака задано $C_j + 1$ термов.

Каждому терму A_{ji} сопоставляется функция принадлежности $\mu_{ji}(x_j) \in [0,1]$ [Заден, 1965]. В общем случае фаззификация формирует вектор (Формула 4):

$$f_j(x_j) = (\mu_{j0}(x_j), \mu_{j1}(x_j), \dots, \mu_{jC_j}(x_j)). \quad (4)$$

Для вычислительного кодирования выбирается активный уровень q_j (Формула 5). В простейшем случае он определяется как терм с максимальной степенью принадлежности либо как интервал, в который попадает значение признака:

$$q_j = \arg \max_{i \in \{0, \dots, C_j\}} \mu_{ji}(x_j), \quad q_j \in \{0, 1, \dots, C_j\}. \quad (5)$$

Если признак имеет направление $\min$, то есть меньшее значение является предпочтительным, уровень инвертируется (Формула 6):

$$q_j q_j^* = C_j - q_j; \quad \text{для направления } \max: q_j^* = q_j. \quad (6)$$

Для признаков с линейной полезностью используется направление предпочтения $\max$ или $\min$. Однако для отдельных признаков допускается экспертно заданный порядок термов, не совпадающий с естественным порядком числовых диапазонов. В этом случае активный уровень определяется не величиной исходного значения, а приоритетом соответствующего терма в прикладной задаче. Такой подход позволяет описывать немонотонные признаки – те, для которых оптимум достигается при средних значениях, а отклонение как в меньшую, так и в большую сторону снижает предпочтительность уровня.

Длина битового слота определяется количеством допустимых градаций (уровней) признака

$$n_j = C_j + 1, \quad m_j = \lceil \log_2(n_j) \rceil. \quad (7)$$

Битовый слот признака представляет собой двоичный код фиксированной длины, отражающий активный уровень признака [Белоусов, 2015] (Формула 8):

$$B_j = \text{bin}_{m_j}(q_j^*), \quad B_j \in \{0, 1\}^m. \quad (8)$$

Нечёткий битовый вектор объекта строится путём конкатенации слотов в заданном порядке признаков: $V = B_1 \parallel B_2 \parallel \dots \parallel B_k$.

Для компактного и удобного для восприятия представления применяется SFI-код: каждому значению q_j^* ставится в соответствие символ латинского алфавита $L = \{A, B, C, E, H, K, M, O, P, T, X, Y\}$, отобранного из букв, начертание которых совпадает в латинице и кириллице. При появлении в коде более двух одинаковых символов подряд используется RLE-сжатие [Белоусов, 2015]: последовательность из r повторяющихся символов a заменяется записью $r \cdot a$, если $r > 2$. Например, $EEE = 3E$, а EE остаётся без сжатия.

Нормализованный индекс и алгоритм расчёта

SFI-код предназначен для хранения и интерпретации профиля, а нормализованная численная оценка SFI применяется для ранжирования. Для каждого признака вычисляется нормированная оценка слота (Формула 9):

$$s_j = \frac{q_j^*}{C_j}, \quad s_j \in [0, 1]. \quad (9)$$

При заданном нормированном векторе весов $w = (w_1, \dots, w_k)$, где $w_j \geq 0$ и $\sum w_j = 1$, интегральная оценка имеет вид [Ванраден, 2025] (Формула 10):

$$SFI_{\text{чистый}} = \sum_{j=1}^k w_j \cdot s_j. \quad (10)$$

Для сопоставления объектов используется линейная нормировка на шкалу 0–1000 (Формула 11):

$$SFI_{\text{норм}} = 1000 \cdot \frac{SFI_{\text{чистый}} - \min(SFI_{\text{чистый}})}{\max(SFI_{\text{чистый}}) - \min(SFI_{\text{чистый}})}. \quad (11)$$

Минимальное и максимальное значения $SFI_{\text{чистый}}$ рассчитываются по анализируемой выборке животных.

В эксперименте использованы 12 признаков, применяемых в селекционной и экономической оценке молочного скота [Хорошайло, 2023, Ванраден, 2025]: FAT, PROT, FE, PL, LIV, REPRO, SCS, CALV, HTH, UDDER_FEET, BWC_PROXY и MILK. Для FE применена повышенная детализация до 10 уровней с порогами -80; -30; 20; 70; 120; 180; 220; 270; 330; 390. Это устраняет потерю информации в верхнем диапазоне эффективности кормления.

Таблица 1
Table 1

Признаки, шкалы кодирования и веса модели SFI
SFI Model Traits, Coding Scales, and Weights

Признак	Описание	Напр.	Макс. код	Вес
1	2	3	4	5
FAT	Ожидаемая передающая способность (РТА) по количеству молочного жира за лактацию, фунты (lbs)	max	Шаг 30–35 фунтов: $\leq 0 = 0$ $1 \dots 30 = 1$ $31 \dots 60 = 2$ $61 \dots 85 = 3$ $86 \dots 100 = 4$ $101 \dots 115 = 5$ $> 115 = 6$	0.365
PROT	Ожидаемая передающая способность (РТА) по количеству молочного белка за лактацию, фунты (lbs)	max	Шаг 20–25 фунтов: $\leq 0 = 0$ $1 \dots 20 = 1$ $21 \dots 40 = 2$ $41 \dots 55 = 3$ $56 \dots 70 = 4$ $71 \dots 80 = 5$ $> 80 = 6$	0.119

Продолжение табл. 1
Continuation of Table 1

1	2	3	4	5
FE	Эффективность кормления (Feed Efficiency). Показывает экономию/затраты на корма в долларах (\$) на основе чистой энергии	max	Разработанные 10 уровней: $\leq -80 = 0$ $-79 \dots -30 = 1$ $-29 \dots 20 = 2$ $21 \dots 70 = 3$ $71 \dots 120 = 4$ $121 \dots 180 = 5$ $181 \dots 220 = 6$ $221 \dots 270 = 7$ $271 \dots 330 = 8$ $331 \dots 390 = 9$ $> 390 = 10$	0.107
PL	Продуктивная жизнь (Productive Life). Измеряется в месяцах дополнительного нахождения коровы в стаде	max	Шаг 2 месяца: $\leq 0 = 0$ $0.1 \dots 2.0 = 1$ $2.1 \dots 4.0 = 2$ $4.1 \dots 5.5 = 3$ $5.6 \dots 6.5 = 4$ $6.6 \dots 7.5 = 5$ $> 7.5 = 6$	0.169
LIV	Живучесть (Cow Livability). Измеряется в процентах (%) вероятности выживания коровы на ферме (не падежа)	max	$\leq -1.0\% = 0$ $-0.9\% \dots 0.5\% = 1$ $0.6\% \dots 1.5\% = 2$ $1.6\% \dots 3.0\% = 3$ $> 3.0\% = 4$	0.071
REPRO	Сводный индекс фертильности (включает DPR, HCR, CCR). Измеряется в процентах (%) изменения уровня стельности	max	$\leq -2.0\% = 0$ $-1.9\% \dots 0.0\% = 1$ $0.1\% \dots 1.5\% = 2$ $1.6\% \dots 3.5\% = 3$ $> 3.5\% = 4$	0.032
SCS	Индекс соматических клеток (Somatic Cell Score). Математический логарифм концентрации клеток в 1 мл молока	min чем меньше, тем лучше	Исходные коды q (высокое воспаление): $\leq 2.65 = 0$ $2.66 \dots 2.85 = 1$ $2.86 \dots 3.05 = 2$ $3.06 \dots 3.25 = 3$ $> 3.25 = 4$ Инверсия $q^* = 4 - q$	0.005
CALV	Лёгкость отела быка (Sire Calving Ease). Процент (%) тяжелых родов у нетелей при использовании семени данного животного	min чем меньше, тем лучше	Исходные коды q (тяжелые роды): $\leq 1.5\% = 0$ $1.6\% \dots 2.2\% = 1$ $2.3\% \dots 3.0\% = 2$ $3.1\% \dots 4.0\% = 3$ $> 4.0\% = 4$ Инверсия $q^* = 4 - q$	0.035



Окончание табл. 1
End of Table 1

1	2	3	4	5
BWC_PROXY	Композит размера и веса тела (Body Weight Composite). Измеряется в пунктах линейной оценки экстерьера (в сигмах (σ))	min чем меньше, тем лучше	Исходные коды q (крупная корова): $\leq -1.5\sigma = 0$ $-1.4\sigma \dots 0.5\sigma = 1$ $0.6\sigma \dots 1.8\sigma = 2$ $> 1.8\sigma = 3$ Инверсия $q^* = 3 - q$	0.036
HTH	Композитный показатель здоровья животного (Health Trait Composite). Может учитывать совокупную оценку устойчивости животного к заболеваниям, нарушению обмена веществ и иным факторам, влияющим на здоровье и хозяйственную пригодность. В текущей версии модели сохранён как резервный профильный признак.	max	Резервная шкала здоровья: $\leq 0 = 0$ $0.1 \dots 1.0 = 1$ $1.1 \dots 2.0 = 2$ $2.1 \dots 3.0 = 3$ $> 3.0 = 4$	0.000
UDDER_FEET	Композитная оценка экстерьерных признаков вымени и конечностей (Udder and Feet/Legs Composite). Характеризует функциональную пригодность животного по признакам, связанным с качеством вымени, постановкой конечностей и потенциальной долговечностью. В текущей версии модели сохранён как резервный профильный признак.	max	Резервная шкала экстерьера: $\leq -1.0 = 0$ $-0.9 \dots 0.0 = 1$ $0.1 \dots 1.0 = 2$ $1.1 \dots 2.0 = 3$ $> 2.0 = 4$	0.000
MILK	Ожидаемая передающая способность (РТА) по общему удою молока за лактацию, фунты (lbs)	max	Грубая шкала объемов: $\leq 0 = 0$ $1 \dots 1200 = 1$ $1201 \dots 2200 = 2$ $> 2200 = 3$	0.061

Признаки HTH и UDDER_FEET сохранены в структуре профильного SFI-кода как дополнительные признаки для селекционной работы, но в численной версии индекса имеют нулевой вес и не влияют на значение SFI_{чистый}.

Наибольший вклад имеют FAT, PL, PROT и FE. Повышение веса FE до 0,107 и увеличение числа уровней до 10 позволили точнее различать животных с экстремально высокой эффективностью кормления.

Контрольный пример показывает эффект детализации FE: животное 139532 имеет NM\$ = 691 и занимает 1-е место по NM\$, при этом после корректировки FE получает FE_code = 10 и поднимается до 5-го места по SFI. Его признак FE = 425 больше не теряет преимущество внутри верхнего класса.

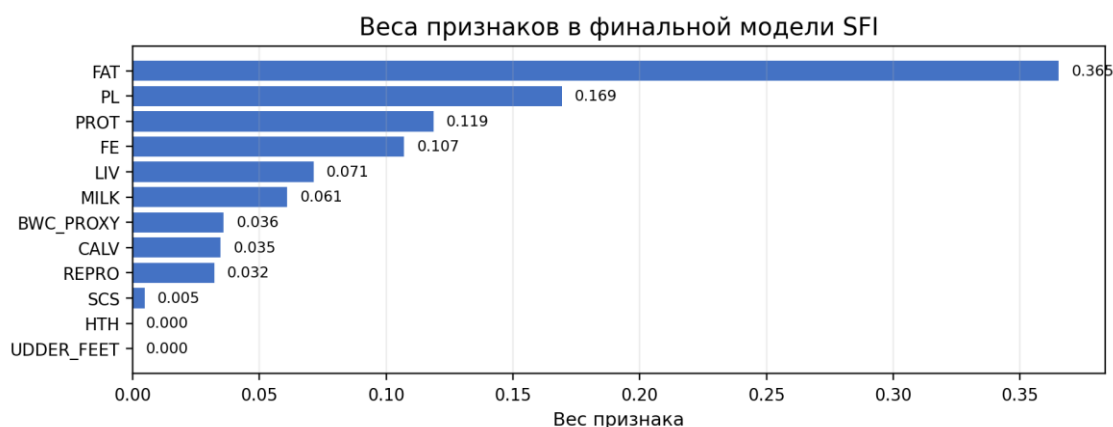


Рис. 1. Веса признаков в финальной модели SFI
Fig. 1. Trait weights in the final SFI model

Экспериментальная валидация

Валидация выполнена на реальной базе из 3422 животных. Веса модели SFI были настроены относительно NM\$, поэтому сопоставление с NM\$ рассматривается как внутренняя проверка согласованности модели, а сопоставление с CM\$ рассматривается как дополнительная проверка переносимости профиля SFI на смежный экономический индекс.

Для оценки степени соответствия шкал анализировались как числовая близость значений, так и близость их рангового порядка. С этой целью были рассчитаны коэффициент корреляции Пирсона и коэффициент корреляции Спирмена:

$$\begin{aligned} \text{Пирсон: } r &= \text{cov}(X, Y) / (\sigma_X \cdot \sigma_Y), \\ \text{Спирмен: } \rho &= \text{corr}(\text{rank}(X), \text{rank}(Y)). \end{aligned} \quad (12)$$

Коэффициент Пирсона отражает степень линейной близости числовых шкал, тогда как коэффициент Спирмена характеризует близость рангового порядка объектов. Для селекционных задач коэффициент Спирмена имеет особое значение, поскольку показывает, насколько сохраняется состав верхних групп отбора при переходе от одной шкалы к другой.

Таблица 2
Table 2

Корреляционная согласованность SFI с NM\$ и CM\$
Correlation concordance of SFI with NM\$ and CM\$

Сравнение	Pearson	Spearman	Top-100	Top-200	Диапазон
SFI vs NM\$	0.96475	0.96452	74/100	164/200	-352...691
SFI vs CM\$	0.95603	0.95523	70/100	161/200	-336...708

Более высокая степень согласованности SFI с индексом NM\$ закономерна, так как веса модели изначально настраивались именно по NM\$. Тем не менее корреляция с индексом CM\$ также сохраняется на высоком уровне, что говорит о хорошей переносимости профиля SFI на смежный экономический индекс.

Сопоставление проведено без подгонки шкалы SFI под диапазон значений NM\$; сам индекс NM\$ был нормирован исключительно для целей визуального сопоставления со шкалой SFI (0–1000).

Облако точек демонстрирует выраженную линейную зависимость, что подтверждает сохранение общего порядка экономической оценки при переходе от непрерывных значений к дискретным кодам SFI.

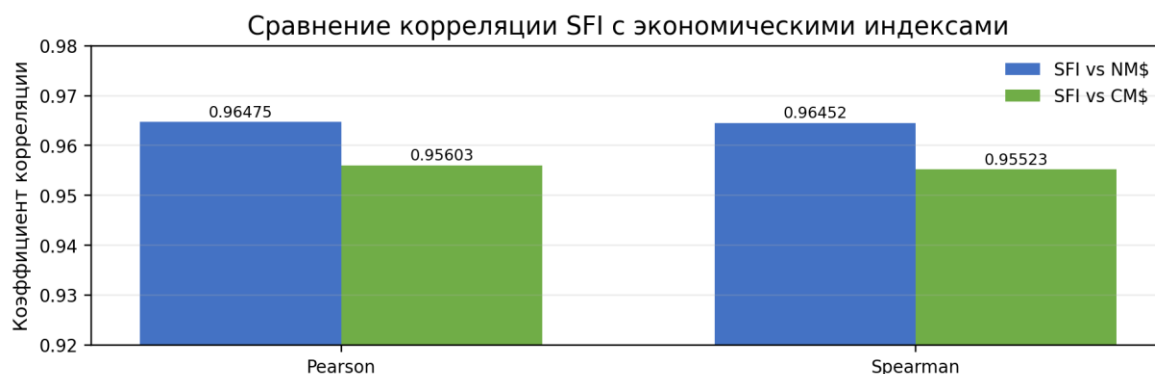


Рис. 2. Корреляция SFI с NM\$ и CM\$
Fig. 2. Correlation of SFI with NM\$ and CM\$

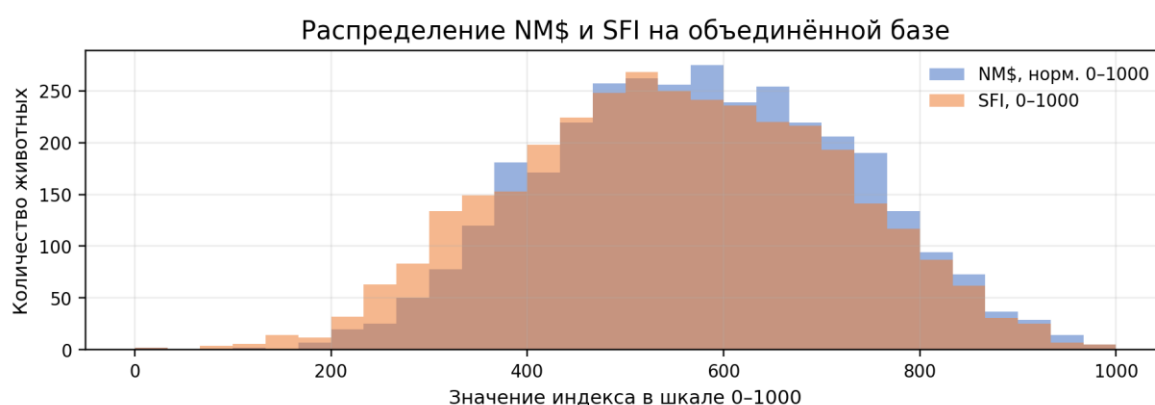


Рис. 3. Распределение NM\$ и SFI в нормированной шкале 0–1000
Fig. 3. Distribution of NM\$ and SFI on a normalized 0–1000 scale

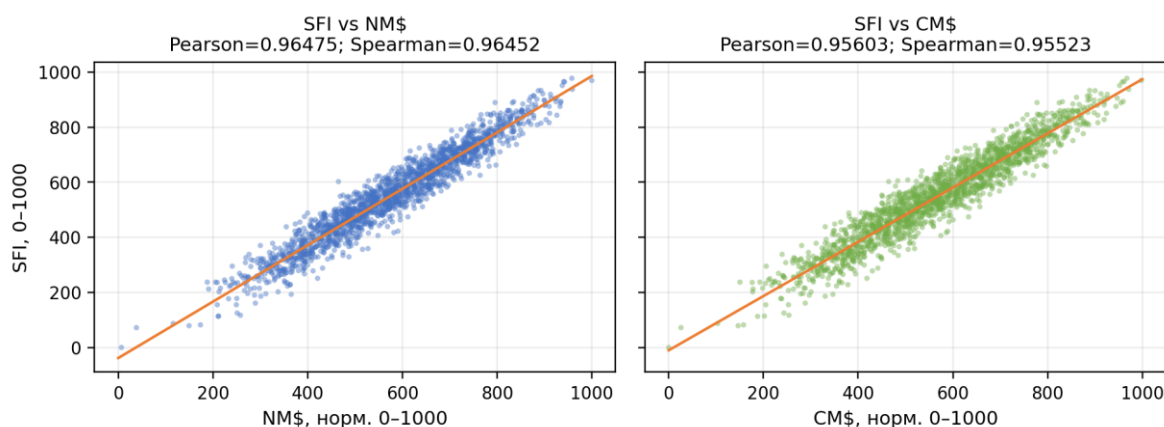


Рис. 4. Точечная зависимость SFI от NM\$ и CM\$
Fig. 4. Scatterplots of SFI versus NM\$ and CM\$

Совпадение по группе Топ-100 составляет 74 из 100 животных для NM\$ и 70 из 100 для CM\$. Однако это значение не следует интерпретировать как ошибку в 26–30 %, поскольку Топ-100 представляет собой жёсткий пороговый критерий: животное, занимающее по рангу позицию 101–200, формально считается несовпадением, хотя фактически остаётся в пределах верхней селекционной зоны. При расширении анализируемой группы до Топ-200 SFI сохраняет 164 животных из Топ-200 по NM\$ и 161 животное из Топ-200 по CM\$.

Таблица 3
Table 3

Совпадение верхних групп и интерпретация результатов
Overlap of the top-ranked groups and interpretation of the results

Верхняя группа Top-N	Совпадение с NM\$	Совпадение с CM\$
50	30/50	30/50
100	74/100	70/100
200	164/200	161/200
300	243/300	235/300
500	416/500	411/500
1000	889/1000	873/1000

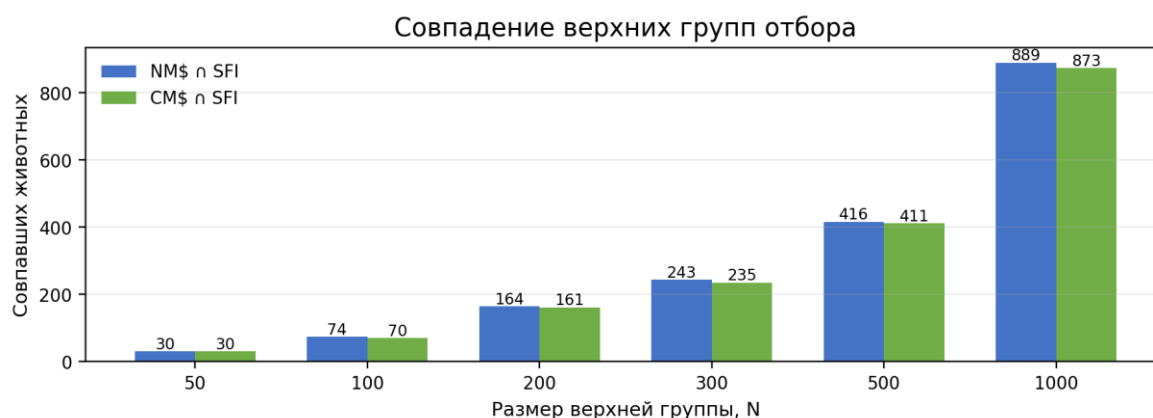


Рис. 5. Совпадение верхних групп отбора SFI с NM\$ и CM\$
Fig. 5. Overlap of the top selection groups identified by SFI, NM\$, and CM\$

Пояснение: чем шире селекционная группа, тем устойчивее совпадение; это подтверждает применимость SFI как инструмента предварительного отбора и профильного ранжирования.

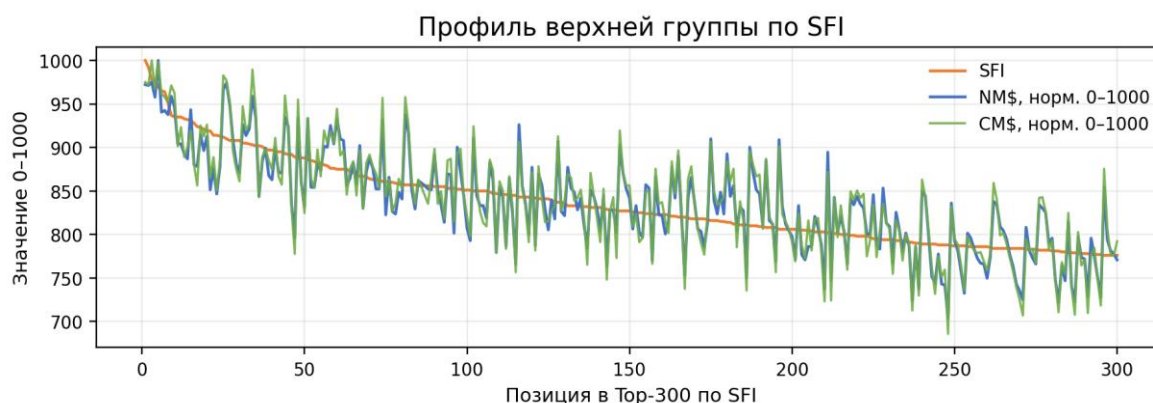


Рис. 6. Профиль Top-300 по SFI
Fig. 6. Top-300 profile by SFI

Пояснение: верхняя группа SFI в целом сохраняет высокие значения NM\$ и CM\$; локальные расхождения объясняются дискретизацией и отличием структуры весов SFI от экономических индексов.

Заключение

Предложенный метод битовой фазификации уточняет связь между фазификацией, дискретным кодированием, битовым вектором, символьным SFI-кодом и нормализованной численной оценкой [Стукалин, 2025, Моторин, 2025]. Метод обеспечивает компактное представление признакового профиля объекта и сохраняет возможность вычислительно эффективного сравнения, фильтрации и ранжирования.

Эксперимент на 3422 животных показал высокое соответствие SFI внешним экономическим индексам: Pearson = 0.96475 и Spearman = 0.96452 для NM\$, Pearson = 0.95603 и Spearman = 0.95523 для CM\$. Совпадение Top-100 с NM\$ составило 74/100, а с CM\$ – 70/100. Следовательно, SFI может использоваться как объяснимый индексный инструмент предварительного отбора, группировки и анализа животных. Его практическая ценность заключается в сочетании компактного кодирования, расшифровываемого профиля и высокой согласованности с внешними экономическими индексами.

Ограничения метода связаны с выбором порогов, весов и степени дискретизации. При слишком грубой дискретизации часть информации теряется, что было показано на признаке FE. Повышение числа уровней FE до 10 улучшило различение верхнего диапазона и повысило качество отбора. Дальнейшее развитие метода связано с автоматизированным подбором порогов, устойчивостью к шуму и интеграцией SFI-кодов с bitmap-индексами и средствами аналитической обработки данных.

Список литературы

- Белоусов А.И., Ткачев С.Б. 2015. Дискретная математика. Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана. (Математика в техническом университете; вып. 19). 743 с.
- Гуськова С.В., Турбина И.С., Ескин Г.В., Комбарова Н.А. 2014. Основные генетические причины эмбриональных потерь в молочном скотоводстве, связанные с интенсивной селекцией по продуктивности. *Молочное и мясное скотоводство*, 3: 10–14.
- Моторин О.А., Стукалин А.В. 2025. Адаптивные методы фазификации данных в аграрных информационных системах с учетом контекста. *Информационные системы и технологии*, 2(148): 38–47.
- Сермягин А.А., Янчуков И.Н. 2024. Развитие системы геномной оценки племенной ценности крупного рогатого скота на основе моделей ssGBLUP. *Сельскохозяйственная биология*, 59(2): 245–258. EDN BNMRTZ.
- Стукалин А.В., Моторин О.А. 2025. Способ контекстной оценки объектов и систем с неоднородными наборами свойств с использованием метода битовой фазификации нечетких значений на примере оценки племенной ценности животных. *Перспективы науки*, 3(186): 23–32. EDN YQCSZC.
- Стукалин А.В. 2026. Способ оценки племенной ценности животных с применением метода битовой фазификации на основе нечетких множеств. Патент № 2861331 C1 РФ, МПК A01K 67/02, G06N 7/02. Заявл. 21.02.2025; опублик. 05.05.2026. EDN AVZGPV.
- Федяев П.М., Лукьянов К.И. 2016. Современные тенденции в индексной оценке племенной ценности молочного скота. *Генетика и разведение животных*, 4: 11–19. EDN XRURQL.
- Хорошайло Т.А., Свистунов С.В. 2023. Организация селекционно-племенной работы в животноводстве. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина. 157 с. ISBN 978-5-907816-14-5. EDN BKHZCX.
- Hansen M., Misztal I., Lund M.S., Pedersen J., Christensen L.G. 2004. Undesired phenotypic and genetic trend for stillbirth in Danish Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 87(5): 1477–1486. doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)73299-3.
- Meyer C.L., Berger P.J., Thompson J.R., Sattler C.G. 2001. Genetic evaluation of Holstein sires and maternal grandsires in the United States for perinatal survival. *Journal of Dairy Science*, 84(5): 1246–1254. doi:10.3168/jds.S0022-0302(01)74586-9.
- VanRaden P.M. et al. 2025. Net merit as a measure of lifetime profit: 2025 revision. USDA Animal Genomics and Improvement Laboratory.
- Zadeh L.A. 1965. Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3): 338–353. doi:10.1016/S0019-9958(65)90241-X.

References

- Belousov A.I., Tkachev S.B. 2015. Discrete Mathematics. Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University. (Mathematics at a Technical University; issue 19). 743 p. (in Russian)
- Guskova S.V., Turbina I.S., Eskin G.V., Kombarova N.A. 2014. The main genetic causes of embryonic losses in dairy cattle breeding, associated with intensive selection for productivity. *Dairy and beef cattle breeding*, 1: 10–14 (in Russian).
- Motorin O.A., Stukalin A.V. 2025. Adaptive methods of data fuzzification in agricultural information systems taking into account the context. *Information Systems and Technologies*, 2(148): 38–47 (in Russian).
- Sermyagin A.A., Yanchukov I.N. 2024. Development of a genomic evaluation system for the breeding value of cattle based on ssGBLUP models. *Agricultural Biology*, 59(2): 245–258 (in Russian). EDN BNMRTZ.
- Stukalin A.V., Motorin O.A. 2025. A method for contextual assessment of objects and systems with heterogeneous sets of properties using the bit fuzzyfication method for fuzzy values, illustrated by the assessment of the breeding value of animals. *Prospects of Science*, 3(186): 23–32 (in Russian). EDN YQCSZC.
- Stukalin A.V. 2026. A method for assessing the breeding value of animals using the bit fuzzyfication method based on fuzzy sets. Patent No. 2861331 C1, Russian Federation, IPC A01K 67/02, G06N 7/02. Application date: 21.02.2025; publication date: 05.05.2026 (in Russian). EDN AVZGPV.
- Fedyaev P.M., Lukyanov K.I. 2016. Modern trends in the index assessment of the breeding value of dairy cattle. *Genetics and Animal Breeding*, 4: 11–19 (in Russian). EDN XRURQL.
- Khoroshaylo T.A., Svistunov S.V. 2023. Organization of Breeding and Pedigree Work in Animal Husbandry. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin. 157 p. (in Russian) ISBN 978 5 907816 14 5. EDN BKHZCX.
- Hansen M., Misztal I., Lund M.S., Pedersen J., Christensen L.G. 2004. Undesired phenotypic and genetic trend for stillbirth in Danish Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 87(5): 1477–1486. doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)73299-3.
- Meyer C.L., Berger P.J., Thompson J.R., Sattler C.G. 2001. Genetic evaluation of Holstein sires and maternal grandsires in the United States for perinatal survival. *Journal of Dairy Science*, 84(5): 1246–1254. doi:10.3168/jds.S0022-0302(01)74586-9.
- VanRaden P.M. et al. 2025. Net merit as a measure of lifetime profit: 2025 revision. USDA Animal Genomics and Improvement Laboratory.
- Zadeh L.A. 1965. Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3): 338–353. doi:10.1016/S0019-9958(65)90241-X.

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 13.07.2026

Поступила после рецензирования 27.08.2026

Принята к публикации 04.09.2026

Received July 13, 2026

Revised August 27, 2026

Accepted September 04, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Стукалин Алексей Вадимович, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

Константинов Игорь Сергеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexey V. Stukalin, Russian State Agrarian University – Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Igor S. Konstantinov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Computer Engineering and Automated Systems Software, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia



Черноморец Андрей Алексеевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры прикладной информатики и информационных технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Andrey A. Chernomorets, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Applied Informatics and Information Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Белов Сергей Павлович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Sergey P. Belov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Гайворонский Виталий Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры математического и программного обеспечения информационных систем, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Vitaly A. Gaivoronsky, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical and Software Information Systems, Institute of Engineering and Digital Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ SYSTEM ANALYSIS AND MANAGEMENT

УДК 004.891.2

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-607-618

EDN MHMMAA

Разработка методики и автоматизированной системы поддержки принятия решений для оценки конкурентоспособности предприятий индустрии питания

Иванов А.А.

Смоленский казачий институт промышленных технологий и бизнеса –
филиал Московского государственного университета технологий и управления
имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет),
Россия, 215119, г. Вязьма, ул. Ленина, д. 77
comrade.ivanov1997@yandex.ru

Аннотация. В статье представлена разработка методики и автоматизированной системы для оценки конкурентоспособности предприятий общественного питания. Актуальность обусловлена отсутствием типовых решений, интегрирующих нормативные, экономические и экспертные данные. Критический анализ выявил ограничения существующих подходов. В качестве решения предложена трехкомпонентная методика на основе иерархии жестких, экономических и мягких показателей. Для ранжирования мягких показателей применен модифицированный метод Дельфи, обработка – с использованием теории нечетких множеств. Реализована автоматизированная система, обеспечивающая расчет интегрального показателя, верификацию данных и формирование управленческих рекомендаций. Инструментарий позволяет проводить объективную оценку, повышая обоснованность решений по поддержке и развитию предприятий.

Ключевые слова: конкурентоспособность предприятия, общественное питание, автоматизированная система поддержки принятия решений, методика оценки, экспертные оценки, коэффициент конкордации, нечеткие множества, база знаний, информационная безопасность

Для цитирования: Иванов А.А. 2026. Разработка методики и автоматизированной системы поддержки принятия решений для оценки конкурентоспособности предприятий индустрии питания. *Экономика. Информатика*, 53(3): 607–618. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-607-618. EDN MHMMAA

Development of a Methodology and an Automated Decision Support System for Assessing the Competitiveness of Food Industry Enterprises

Andrey A. Ivanov

Smolensk Cossack Institute of Industrial Technologies and Business – branch of the Federal State Budget
Educational Institution of Higher Education “K.G. Razumovsky Moscow State University
of technologies and management (the First Cossack University)”
77 Lenin St., Vyazma 215119, Russia
comrade.ivanov1997@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of the development of a comprehensive methodology and a specialized automated decision support system for assessing the competitiveness of public catering enterprises. The relevance of the study is explained by the lack of standard software solutions on the market that can integrate regulatory

© Иванов А.А., 2026

requirements, economic indicators and qualitative expert assessments into a single formalized algorithm. A critical analysis of existing approaches revealed their systemic limitations: overlooking mandatory SanPiN and GOST norms, the predominance of macroeconomic or highly specialized criteria, the use of ordinary consumers as experts without checking the consistency of opinions. As a solution, an original three-component methodology is proposed, based on a hierarchical system of hard (normative), economic and soft (qualitative) indicators. A modified Delphi method was employed to form and rank the list of soft indicators, ensuring consensus among industry experts. Expert assessments were processed using the apparatus of fuzzy set theory, and data reliability was ensured by the mandatory calculation of Kendall's concordance coefficient and Pearson's goodness-of-fit test. The methodology has been implemented in a developed automated decision support system, its architecture designed with DFD methodology. The system implements algorithms for calculating the integral competitiveness indicator, statistical verification of expert data and generating management recommendations based on a production model. Particular attention is paid to information security measures, including cryptographic password hashing using the PBKDF2 algorithm and encryption of confidential data using AES-256. The developed toolkit allows for an objective, scientifically based assessment, which increases the validity of management decisions on state support and strategic development of food industry enterprises.

Keywords: enterprise competitiveness, public catering, decision support system, assessment methodology, expert assessments, concordance coefficient, fuzzy sets, knowledge base, information security

For citation: Ivanov A.A. 2026. Development of a Methodology and an Automated Decision Support System for Assessing the Competitiveness of Food Industry Enterprises. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 607–618 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-607-618. EDN MHMMAA

Введение

В условиях современной экономики предприятия индустрии питания столкнулись с необходимостью повышения устойчивости и эффективности своей деятельности. Государственная поддержка малого и среднего бизнеса в данной сфере требует обоснованных критериев для выделения ресурсов, направленных на предприятия с высоким потенциалом развития. Традиционные подходы к оценке конкурентоспособности часто носят фрагментарный характер, фокусируясь либо на финансовых результатах, либо на субъективных мнениях потребителей, что не позволяет получить целостную картину состояния предприятия [Wu, Chen, Yang, Zhao, 2024].

Актуальность настоящего исследования определяется отсутствием на рынке программного обеспечения специализированных автоматизированных систем поддержки принятия решений, адаптированных для комплексной оценки конкурентоспособности предприятий питания [Asa, Bock, Nautwima, 2024]. Существующие АСППР в основном ориентированы на финансовый сектор, медицину или социологию, не учитывая специфику отрасли, включая строгие нормативные требования [СанПиН, ГОСТ] и необходимость обработки качественных экспертных оценок. Целью работы является разработка научно обоснованной методики и реализующего ее программного комплекса, позволяющего проводить оперативную, объективную оценку конкурентоспособности и формировать адресные управленческие рекомендации.

Анализ существующих методик и программных решений

Анализ отечественных методик оценки конкурентоспособности предприятий общественного питания, представленных в диссертационных исследованиях и научных публикациях, позволяет выявить ряд методологических проблем [Конева, 2021; Филатов, Новикова, Ксенофонтова, Нечаев, 2024]. В работе Садыхова Э.Ф. рассматриваются такие показатели, как «Месторасположение», «Ассортимент и качество», «Уровень цен», однако отсутствует расчет обобщенного показателя и не проводится проверка выполнения обязательных нормативных требований [Садыхов, 2013]. Методика, предложенная Крапивой Т.В., включает три группы показателей (техничко-технологические, организационно-управленческие, социально-экономические) и предусматривает расчет комплексного показателя, но в качестве экспертов

также привлекаются посетители, а согласованность их мнений не оценивается [Крапива, 2013]. В исследованиях Котельниковой А.В. и Хвастунова А.Н. акцент сделан исключительно на экономических показателях, таких как объем услуг, прибыль и рентабельность, что игнорирует качественные аспекты деятельности [Котельникова, 2009; Хвастунов, 2009].

Зарубежный опыт, в частности модели SERVQUAL, EFQM и BSC, предлагает развитый концептуальный аппарат для управления качеством услуг и стратегической эффективностью [Ивлев, Попова, 2006]. Однако эти подходы также обладают существенными ограничениями в контексте оценки конкурентоспособности конкретного предприятия питания. Модель SERVQUAL фокусируется на восприятии конечного потребителя, игнорируя внутренние операционные и нормативные параметры. Модели EFQM и BSC, будучи ценными для комплексного аудита системы управления, требуют глубокой адаптации к специфике малых и средних предприятий и не содержат встроенных механизмов для проверки согласованности экспертных данных [Babayev, Balajayeva, 2023].

Анализ рынка программного обеспечения подтверждает наличие значительного пробела в области специализированных решений. Инструменты конкурентного анализа (SimilarWeb, SEMrush) оперируют исключительно веб-метриками, не учитывая внутренние показатели предприятия. CRM-системы (Salesforce, HubSpot) ориентированы на управление взаимодействием с клиентами, а не на диагностику внутреннего состояния бизнеса. Системы бизнес-аналитики (Tableau, Power BI) являются платформами для визуализации уже готовых данных, но не генерируют их на основе комплексной методики [Ruzimov, 2022]. Универсальные ERP-системы (SAP, 1C) автоматизируют операционную деятельность, но не содержат моделей для расчета интегральных показателей конкурентоспособности и не реализуют методики работы с экспертами [Ангелина, Салита, 2018].

Для более полного понимания рыночного контекста и обоснования уникальности разрабатываемой системы был проведён углублённый анализ существующих коммерческих и исследовательских программных решений, ориентированных на оценку конкурентоспособности, качества услуг или стратегического анализа в сфере HoReCa (Hotel, Restaurant, Café) [Łukiewska, 2024; D'Souza, D'Souza, 2023]. Результаты анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Анализ функциональности существующих решений и разрабатываемой АСППР
Comparative Analysis of Functionality of Existing Solutions and the Developed Decision Support System

Критерий / Решение	Учёт нормативных требований (СанПиН, ГОСТ)	Интеграция экономических показателей	Обработка экспертных оценок с проверкой согласованности	Генерация управленческих рекомендаций
1	2	3	4	5
Разработанная АСППР	Да (25 жёстких показателей)	Да (8 финансовых коэффициентов)	Да	Да (продукционная модель)
Универсальные BI-платформы (Tableau, Power BI)	Нет	Частично (только визуализация)	Нет	Нет
CRM-системы (Salesforce, HubSpot)	Нет	Нет	Нет (только отзывы клиентов)	Нет (фокус на продажах)
Системы онлайн- репутации (TrustYou, Revinat)	Нет	Нет	Нет (анализ отзывов без экспертов)	Нет (только аналитика)
ERP-системы (SAP, 1C:Ресторан)	Частично (учёт, но не оценка)	Да (оперативный учёт)	Нет	Нет (оптимизация процессов)

Окончание табл. 1
End of Table 1

1	2	3	4	5
Зарубежные DSS для HoReCa (например, JDA Software, Oracle Hospitality)	Нет (ориентированы на стандарты НАССР, но не на комплексную оценку)	Да (в основном операционные метрики)	Нет	Частично (оптимизация цепочек поставок)
Отечественные исследовательские методики (Крапива, Садыхов и др.)	Частично	Частично (разрозненно)	Частично (без статистической верификации)	Нет

Анализ показывает, что несмотря на наличие на рынке мощных инструментов для бизнес-аналитики, операционного управления и анализа отзывов, отсутствует комплексное решение, которое одновременно:

- 1) интегрирует обязательные нормативные требования как пороговый фильтр оценки;
- 2) сочетает количественные финансовые метрики с качественными экспертизами, проверенными на статистическую согласованность;
- 3) генерирует конкретные управленческие рекомендации, адаптированные под финансовые возможности предприятия;
- 4) специализировано именно для оценки конкурентоспособности (а не для оперативного управления или маркетингового анализа).

Зарубежные системы, такие как JDA Software или Oracle Hospitality, ориентированы преимущественно на оптимизацию логистики, управления запасами и бронирования, но не предлагают методик расчёта интегрального показателя конкурентоспособности на основе трёхкомпонентной модели. Отечественные же методики, представленные в диссертационных исследованиях, носят преимущественно теоретический характер и не реализованы в виде готового к внедрению программного обеспечения с криптографической защитой и веб-интерфейсом.

Анализ показал, что текущие подходы не обеспечивают комплексной оценки, сочетающей нормативный, экономический и экспертно-качественный аспекты. Данный пробел обуславливает необходимость разработки специализированной методики и АСППР. Предлагаемое решение уникально для рынка, поскольку не только автоматизирует процесс оценки, но и гарантирует его научную обоснованность, объективность и практическую ценность.

Разработка трехкомпонентной методики оценки конкурентоспособности

Для преодоления выявленных методологических пробелов была разработана авторская методика, основанная на трехуровневой системе показателей, различающихся природой данных, способом получения и логикой интерпретации.

1. Жесткие (нормативные) показатели. Данная группа формирует пороговый бинарный фильтр оценки. Перечень из 25 показателей дедуктивно выведен из анализа актуальных требований СанПиН 2.3/2.4.3590-20 и ГОСТ 30389-2013, регламентирующих деятельность предприятий питания. Каждый показатель имеет логическое значение «выполнено» (1) или «не выполнено» (0). Нарушение хотя бы одного из этих обязательных условий делает дальнейшую оценку конкурентоспособности бессмысленной, так как свидетельствует о невозможности законной эксплуатации предприятия до устранения выявленных нарушений. Примеры показателей: наличие оборудованной туалетной комнаты, соответствие планировки помещений техническому регламенту, наличие системы ХАССП, соблюдение товарного соседства.

2. Экономические показатели. Представляют количественную основу для оценки эффективности хозяйственной деятельности. В методику включены восемь ключевых коэффициентов: обеспеченность собственными средствами (ОСС), денежная устойчивость

(ДУ), рентабельность продаж (РП), рентабельность активов (РА), рентабельность продукции (РП_р), текущая ликвидность (ТЛ), абсолютная ликвидность (АЛ), оборачиваемость оборотных средств (ООС). Значения этих показателей рассчитываются на основе финансовых данных, предоставляемых руководством предприятия, по стандартным формулам финансового анализа. Для получения интегрального экономического показателя ($K_{эк}$) используется формула геометрического среднего взвешенных значений, что позволяет учесть многомерность факторов:

$$K_{эк} = \sqrt[8]{ООС \times \alpha_1 \times ДУ \times \alpha_2 \times РП \times \alpha_3 \times РА \times \alpha_4 \times РП_r \times \alpha_5 \times ТЛ \times \alpha_6 \times АЛ \times \alpha_7 \times ООС \times \alpha_8},$$

где α_i – весовой коэффициент i -го экономического показателя, определяемый экспертами.

3. Мягкие (качественные) показатели отражают нематериальные аспекты конкурентоспособности. Формирование финального перечня из десяти наиболее значимых показателей осуществлялось с применением модифицированного метода Дельфи. На первом этапе группе профильных экспертов (технологов, управляющих, отраслевых консультантов) был представлен расширенный предварительный список [Щедрина, Садовой, Дрижд, Трегубова, 2020]. В ходе нескольких последовательных анонимных опросов эксперты оценивали релевантность и измеримость каждого показателя. Итеративный процесс продолжался до достижения приемлемой степени консенсуса, результатом чего стало утверждение финального перечня, включающего: качество кухни, соотношение цена-качество, рекламная активность, широта ассортимента, уровень сервиса, современность интерьера, месторасположение, скорость обслуживания, система скидок и акций, имидж заведения.

Каждому мягкому показателю поставлена в соответствие пятиуровневая лингвистическая шкала с детальными описаниями. Например, для показателя «Качество кухни»: 5 – «Использование свежих продуктов, вкус насыщенный, блюдо украшено эстетично»; 1 – «В блюде используются несвежие продукты». Для обработки лингвистических оценок применяется аппарат теории нечетких множеств [Костикова, Кузнецов, Терелянский, 2023; Кравченко, 2023; Матыцина, Коробова, 2023].

Важнейшим этапом методики является расчет коэффициента конкордации Кендалла (W) для оценки степени согласованности мнений экспертов [Henzgen, Huellermeier, 2015] при ранжировании показателей или оценке предприятия [Сазонов, 2015]. Коэффициент рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} n^{12} (m^3 - m) - n \sum_{j=1}^n \frac{1}{12} \sum_{L=1}^g (t_L^3 - t_L)},$$

где S – сумма квадратов отклонений сумм рангов от средней суммы; n – количество экспертов; m – количество показателей, L_j – число значений повторяющихся элементов в оценках j -го эксперта; t_L – количество элементов в L -й связке для j -го эксперта; g – количество повторяющихся групп элементов. Значение $W > 0,85$ свидетельствует о высокой согласованности. Для проверки значимости коэффициента рассчитывается критерий согласия Пирсона:

$$\chi^2 = W \times n \times (m - 1),$$

который сравнивается с табличным значением.

После подтверждения согласованности экспертных оценок рассчитывается обобщенный показатель конкурентоспособности предприятия (K) для каждого эксперта по формуле взвешенной суммы:

$$K = \sum_{i=1}^m \left(\min(p_j^i) \times \alpha_i \right),$$

где p_j – числовое значение i -го мягкого показателя (от 1 до 5) от j -го эксперта, α_i – нормализованный весовой коэффициент i -го показателя, определенный на этапе ранжирования методом Дельфи, причем $\sum \alpha_i = 1$.

Итоговая оценка выводится на основе агрегирования результатов всех экспертов. Для формирования управленческих рекомендаций определяется значение каждого мягкого показателя, наиболее часто встречающегося в экспертных оценках, и из базы знаний системы выбираются соответствующие мероприятия с учетом экономического состояния предприятия.

Проектирование и разработка автоматизированной системы поддержки принятия решений

Для реализации предложенной методики была разработана специализированная АСППР. Проектирование системы осуществлялось с использованием методологий структурного анализа.

Инфологическая модель отражает структуру данных, обеспечивающую управление пользователями, планирование экспертиз, хранение результатов и формирование рекомендаций. Даталогическая модель реализована в виде реляционной базы данных, спроектированной с учетом требований нормальных форм. Основные сущности включают: USERS (пользователи), CATERING_COMPANY (предприятия), INDICATORS (показатели), TYPE_INDICATORS (типы показателей), RESULTS (результаты оценок), TIME_TABLE (расписание экспертиз), DISPLAY_RESULT (база знаний для рекомендаций). Связи между сущностями обеспечивают целостность данных и поддержку бизнес-логики систем. В ходе моделирования были выделены основные подсистемы: формирования и ведения базы данных, формирования и актуализации базы правил и алгоритмов генерации решений, генерации решений. Детализация потоков данных выполнена с помощью DFD-диаграммы, представленной на рис. 1, которые визуализируют взаимодействие внешних источников данных (администратор, эксперт, руководитель, бухгалтер) с процессами системы.

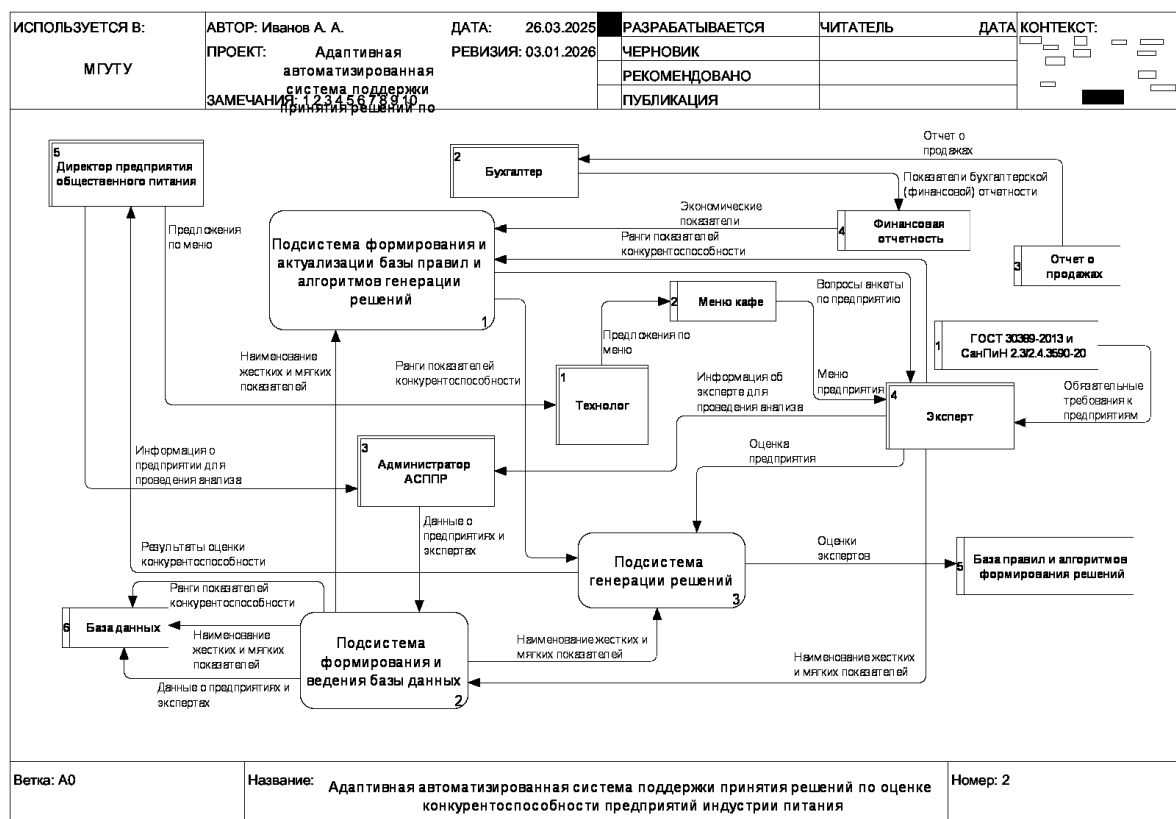


Рис. 1. Диаграмма потоков данных автоматизированной системы поддержки принятия решений
 Fig. 1. Data Flow Diagram of the Decision Support System

Ядро системы составляет набор алгоритмов, реализующих ключевые этапы методики:

1. Алгоритм расчета весовых коэффициентов на основе ранжирования экспертов.
2. Алгоритм проверки жестких показателей с бинарным результатом.
3. Алгоритм расчета экономических показателей по формулам.
4. Алгоритм расчета коэффициента конкордации и критерия Пирсона.
5. Алгоритм расчета обобщенного показателя конкурентоспособности.
6. Алгоритм формирования рекомендаций на основе продукционной модели,

анализирующей наиболее частые экспертные оценки и экономическую группу предприятия.

Система реализована как многозвенное приложение с использованием объектно-ориентированного подхода. Архитектура включает 23 взаимосвязанных класса, инкапсулирующих логику предметной области. Предусмотрено три роли пользователей с разграничением прав доступа:

1. Администратор АСППР: управление пользователями и ролями, ведение справочников (предприятия, типы предприятий, должности), планирование экспертиз, настройка системы.
2. Эксперт: ввод и редактирование жестких и мягких показателей, определение весовых коэффициентов, проведение оценки предприятий по расписанию.
3. Руководитель предприятия: управление данными о предприятии, ввод экономических показателей, просмотр результатов оценок и рекомендаций.

Интерфейс системы реализован в виде набора форм Windows Forms, обеспечивающих интуитивное взаимодействие. Все формы адаптированы под выполняемые задачи: от формы авторизации и главного меню до специализированных форм ввода показателей и просмотра комплексных отчетов.

Разработан криптографический модуль, обеспечивающий:

1. Безопасное хранение паролей. Хеширование по алгоритму PBKDF2 с использованием SHA-512 и высоким числом итераций (210 000). Формат хранения включает соль, число итераций и хеш, что позволяет проверять необходимость обновления параметров.
2. Шифрование конфиденциальных данных. Для защиты персональных данных (телефоны, адреса электронной почты) и коммерческой информации используется алгоритм AES-256 в режиме CBC. Реализована двухуровневая ключевая иерархия (конвертное шифрование), повышающая безопасность.
3. Защита от атак по времени. Сравнение хешей выполняется за постоянное время методом FixedTimeEquals.

Данные меры соответствуют требованиям Федерального закона № 152-ФЗ «О персональных данных» и № 98-ФЗ «О коммерческой тайне».

Практическая апробация и результаты

Разработанная автоматизированная система поддержки принятия решений прошла полномасштабную апробацию в реальных условиях на предприятиях общественного питания Смоленской области. Апробация проводилась в течение шести месяцев и преследовала несколько ключевых целей: верификация корректности работы всех алгоритмических модулей системы, оценка практической применимости предложенной методики, сбор обратной связи от конечных пользователей (экспертов и руководителей предприятий) и оценка влияния системы на качество и обоснованность принимаемых управленческих решений.

В апробации приняли участие 6 предприятий общественного питания города Вязьмы, Смоленской области. Для проведения экспертиз была сформирована группа из 5 экспертов, обладающих профильным образованием и опытом работы в индустрии питания не менее 5 лет (технологи, управляющие, отраслевые консультанты). В системе для каждого предприятия администратором было составлено расписание оценки. Процедура оценки для одного предприятия включала последовательное выполнение следующих этапов в АСППР:

1. Проверка соответствия жестким (нормативным) показателям (25 позиций).
2. Ввод руководителем предприятия актуальных финансовых данных для расчета экономических показателей.

3. Оценка экспертами мягких показателей по пятибалльной лингвистической шкале.

4. Автоматический расчет системой коэффициента конкордации, проверка его значимости по критерию Пирсона.

5. Расчет обобщенного показателя конкурентоспособности и интегрального экономического индекса.

6. Формирование итогового отчета с управленческими рекомендациями.

По результатам оценки все предприятия были классифицированы по экономическому уровню конкурентоспособности (низкий, средний, высокий). Экономические показатели продемонстрировали сильную дисперсию: рентабельность продаж варьировалась от 3 % до 18 %, что отразилось на итоговом интегральном экономическом индексе.

Низкие оценки (1–2 балла по 5-балльной шкале) эксперты наиболее часто выставляли по показателям «Рекламная активность» и «Система скидок и акций». Например, по критерию «Реклама» два предприятия из шести получили минимальные баллы от всех экспертов. Аналогичная ситуация наблюдалась с показателем «Акции и система скидок», где предприятия регулярно получали оценки 1–2 балла, что указывает на повсеместное отсутствие продуманной системы лояльности. В то же время по показателям «Качество кухни», «Соотношение цены и качества», «Место расположения» и «Скорость сервиса» оценки предприятий были стабильно высокими (преимущественно 4–5 баллов). Это свидетельствует о в целом удовлетворительном состоянии базовых аспектов деятельности и соблюдении нормативных требований в регионе.

Одним из ключевых результатов апробации стало подтверждение критической важности этапа статистической проверки согласованности экспертов. Во всех случаях – $W > 0,85$ (высокая согласованность). Данный результат продемонстрировал, что все рассчитанные результаты конкурентоспособности являются статистически надежными, объективными и основаны на согласованном мнении экспертов, что позволяет с уверенностью использовать их для построения рейтинга и выявления проблемных зон. Для математического подтверждения того, что полученные высокие значения коэффициента W неслучайны, был применен критерий Пирсона (χ^2). Сравнение расчетных значений χ^2 с критическим табличным значением для заданного числа степеней свободы и уровня значимости 5 % показало, что во всех случаях расчетный χ^2 существенно выше критического. Следовательно, нулевая гипотеза о случайном характере согласованности опровергается, а высокая согласованность экспертных оценок признается статистически значимой. Это служит строгим математическим доказательством корректности и надежности процедуры экспертной оценки.

На основе анализа наиболее частых экспертных оценок система для каждого предприятия сформировала пакет управленческих рекомендаций с учетом экономических возможностей предприятия (низкий, средний, высокий бюджет). Например, для предприятия с низкими оценками по «Рекламной активности» и средним экономическим состоянием были предложены следующие меры: создание страницы в социальных сетях с регулярным контентом, настройка геолокационной рекламы в Яндекс.Картах, внедрение программы лояльности через простые мессенджеры. Руководство предприятий, получивших отчеты, отметило высокую конкретность и практическую ориентированность предложенных мероприятий. В 80% случаев рекомендации были признаны релевантными и частично или полностью были приняты к реализации.

В ходе апробации была смоделирована ситуация изменения нормативного требования (условное обновление СанПиН). Эксперты оперативно внесли изменения в справочник жестких показателей, добавив новый обязательный пункт. При последующей оценке предприятий система автоматически включала этот показатель в проверку. Это подтвердило гибкость архитектуры и легкость поддержания методики в актуальном состоянии по сравнению с ручными методами. Временные затраты на полный цикл оценки одного предприятия, включая работу экспертов, ввод данных и формирование отчета, сократились в среднем с 5–7 рабочих дней (при традиционном подходе) до 1–2 дней.

По итогам апробации был проведен опрос среди экспертов и руководителей предприятий. Все эксперты отметили удобство и структурированность интерфейса для ввода оценок, а также ценность автоматического расчета согласованности. Руководители предприятий высоко оценили наглядность итоговых отчетов и практическую полезность сформированных рекомендаций, указав, что такой формат представления результатов позволяет быстро выделить ключевые проблемные зоны и сфокусировать ресурсы на их устранении.

Практическая апробация подтвердила работоспособность, эффективность и практическую ценность разработанной методики и АСППР. Система продемонстрировала способность:

1. Обеспечивать высокую степень объективности оценки за счет интеграции нормативных требований, финансового анализа и верифицированных экспертных данных.
2. Существенно сокращать временные затраты на проведение комплексного анализа конкурентоспособности.
3. Формировать адресные и действенные управленческие рекомендации, адаптированные под специфику и финансовые возможности конкретного предприятия.
4. Гибко адаптироваться к изменениям в нормативной и рыночной среде.

Полученные результаты позволяют рекомендовать разработанный программный комплекс к внедрению как в практику деятельности самих предприятий общественного питания для самооценки и стратегического планирования, так и в деятельность органов государственной и муниципальной поддержки малого и среднего бизнеса для обоснованного отбора получателей мер поддержки.

Заключение

Разработанные в ходе исследования методика и автоматизированная система поддержки принятия решений представляют собой завершенный научно-практический инструментарий для комплексной оценки конкурентоспособности предприятий индустрии питания. Основные научные результаты работы заключаются в следующем:

1. Разработана и научно обоснована трехкомпонентная методика, интегрирующая нормативные, экономические и качественные экспертные показатели в единую иерархическую модель.
2. Предложен и реализован алгоритм оценки конкурентоспособности, включающий формальные процедуры проверки согласованности экспертных мнений (коэффициент конкордации Кендалла, критерий Пирсона) и расчета интегрального показателя.
3. Спроектирована и разработана архитектура специализированной АСППР, включающая реляционную базу данных, функциональные модули для всех категорий пользователей и криптографическую подсистему безопасности.
4. Реализован механизм генерации управленческих рекомендаций на основе продукционной модели и анализа наиболее частых экспертных оценок с учетом экономического состояния предприятия.

Практическая значимость работы заключается в создании готового к внедрению программного продукта, который может использоваться как самими предприятиями для самодиагностики и разработки стратегий развития, так и государственными органами для обоснования решений о поддержке бизнеса. Применение системы способствует повышению объективности оценок, сокращению временных затрат на анализ и в итоге – росту эффективности и конкурентоспособности всего сектора общественного питания.

Список литературы

- Ангелина И.А., Салита С.В. 2018. Оценка конкурентоспособности предприятий пищевой промышленности: методический аспект. *Вестник Института экономических исследований*, (4 (12)), 34–41.
- Ивлев В.А., Попова Т.В. 2006. Интеграция концепций EFQM и BSC. *Компетентность*, 9(38), 35.

- Конева Д.В. 2021. Оценка конкурентоспособности предприятий общественного питания на рынке ресторанного бизнеса в Ханты-Мансийске. *Human Progress*, 7 (1).
- Костикова А.В., Кузнецов С.Ю., Терелянский П.В. 2023. Применение теории нечетких множеств в задаче оценки конкурентоспособности продукции. *E-Management*, 6 (2), 37–48.
- Котельникова А.В. 2009. Обеспечение конкурентоспособности предприятия общественного питания: диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05. Уфа: Уфим. гос. акад. экономики и сервиса, 166 с.
- Кравченко О.А. 2023. О реализации нечеткой модели оценки лояльности потребителей для организаций электроэнергетики на основе метода аддитивной свертки. *Теория и практика общественного развития*, (12), 253–264. doi: 10.24158/tipor.2023.12.32.
- Крапива Т.В. 2013. Системный подход к управлению качеством продукции общественного питания в условиях инновационного развития: диссертация кандидата технических наук: 05.18.15. Кемерово: Кемер. технол. ин-т пищевой пром., 158 с.
- Матыцина И.А., Коробова Л.А. 2023. Методология отбора сотрудника на основе нечеткой логики. *Известия ТулГУ. Технические науки*, (11), 451–456. doi: 10.24412/2071-6168-2023-11-451-452.
- Садыхов Э.Ф. 2013. Управление конкурентоспособностью организаций общественного питания: диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05. Москва: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. Экон. фак., 144 с.
- Сазонов А.А. 2015. Применение коэффициента ранговой конкордации в экспертных оценках управления персоналом. *Наука и современность*, (41), 141–146.
- Филатов В.В., Новикова Ж.В., Ксенофонтова Х.З., Нечаев Б.П. 2024. Конкурентоспособность предприятия общественного питания: методология оценки и направления повышения эффективности. *Прикладные экономические исследования*, (4), 10–24. doi: 10.47576/2949-1908.2024.4.4.001.
- Хвастунов А.Н. 2009. Обеспечение конкурентоспособности предприятий общественного питания потребительской кооперации: диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05. Новосибирск: Сиб. гос. ун-т потреб. кооп., 143 с.
- Щедрина Т.В., Садовой В.В., Дрижд Н.А., Трегубова Н.В. 2020. Методика оценки конкурентоспособности предприятий общественного питания. *Современная наука и инновации*, (1), 67–72. doi: 10.33236/2307-910X-2020-1-29-64-69.
- Asa R.A., Bock J., Nautwima J.P. 2024. Past, Present, and Future of Service Quality in Marketing. *Journal of Tourism, Hospitality & Culinary Arts*. doi: 10.20944/preprints202410.1113.v1.
- Babayev F., Balajayeva T. 2023. Ways of Increasing the Competitiveness of Food Industry Enterprises. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*, 4(44), doi: 10.31435/rsglobal_ijite/30122023/8069.
- D'Souza E., D'Souza K. 2023. A Study on the Impact of Innovative Technologies in the Hospitality Industry. *Journal of Tourism, Hospitality & Culinary Arts*, 15(1), 1–23.
- Henzen S., Huellermeier E. 2015. Weighting by Tying: A New Approach to Weighted Rank Correlation. *Joint European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases*. doi: 10.48550/arXiv.2308.10622.
- Łukiewska K.M. 2024. The importance of competitive potential in building the international competitiveness of food industry companies: Evidence from Poland. *PLoS ONE*, 19(10). doi: 10.1371/journal.pone.0312512.
- Ruzimov B. 2022. Improving the method of assessing the level of management on the competitiveness of food industry enterprises. *JournalNX*. doi: 10.17605/OSF.IO/4JGSF.
- Wu J., Chen J., Yang T., Zhao N. 2024. How to stay competitive: An innovative concept to assess the business competitiveness using online restaurant reviews. *International Journal of Hospitality Management*, 122(2), 103836. doi: 10.1016/j.ijhm.2024.103836.

References

- Angelina I.A., Salita S.V. 2018. Assessment of the Competitiveness of Food Industry Enterprises: Methodological Aspect. *Vestnik Instituta ekonomicheskikh issledovaniy*, (4 (12)), 34–41 (in Russian).
- Ivlev V.A., Popova T. V. 2006. Integration of EFQM and BSC Concepts. *Kompetentnost'*, 9(38), 35 (in Russian).

- Koneva D.V. 2021. Assessment of the Competitiveness of Public Catering Enterprises in the Restaurant Business Market in Khanty-Mansiysk. *Human Progress*, 7 (1) (in Russian).
- Kostikova A.V., Kuznecov S.Yu., Terelyanskiy P.V. 2023. Application of Fuzzy Set Theory in the Task of Assessing Product Competitiveness. *E-Management*, 6 (2), 37–48 (in Russian).
- Kotelnikova A.V. 2009. Ensuring the Competitiveness of a Public Catering Enterprise: Dissertation of Candidate of Economic Sciences: 08.00.05. Ufa: *Ufim. gos. akad. ekonomiki i servisa*, 166 p (in Russian).
- Kravchenko O.A. 2023. On the Implementation of a Fuzzy Model for Assessing Customer Loyalty for Power Industry Organizations Based on the Additive Convolution Method. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya*, (12), 253–264. doi: 10.24158/tipor.2023.12.32 (in Russian).
- Krapiva T.V. 2013. Systematic Approach to Managing the Quality of Public Catering Products in the Context of Innovative Development: Dissertation of Candidate of Technical Sciences: 05.18.15. Kemerovo: *Kemer. tekhnol. in-t pishhevoy prom.*, 158 (in Russian).
- Matycina I.A., Korobova L.A. 2023. Methodology for Employee Selection Based on Fuzzy Logic. *Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki*, (11), 451–456. doi: 10.24412/2071-6168-2023-11-451-452 (in Russian).
- Sadykhov E.F. 2013. Managing the Competitiveness of Public Catering Organizations: Dissertation of Candidate of Economic Sciences: 08.00.05. Moscow: *Mosk. gos.un-t im. M.V. Lomonosova. Econ. fak.*, 144 (in Russian).
- Sazonov A.A. 2015. Application of the Rank Concordance Coefficient in Expert Assessments of Personnel Management. *Nauka i Sovremennost'*, (41), 141–146 (in Russian).
- Filatov V.V., Novikova Zh.V., Ksenofontova Kh.Z., Nechaev B.P. 2024. Competitiveness of a Public Catering Enterprise: Assessment Methodology and Directions for Improving Efficiency. *Prikladnie ekonomicheskie issledovaniya*, (4), 10–24. doi: 10.47576/2949-1908.2024.4.4.001 (in Russian).
- Khvastunov A.N. 2009. Ensuring the Competitiveness of Consumer Cooperation Public Catering Enterprises: Dissertation of Candidate of Economic Sciences: 08.00.05. Novosibirsk: *Sib. gos. un-t potreb. koop.*, 143 (in Russian).
- Shhedrina T.V., Sadovoy V.V., Drizhd N.A., Tregubova N.V. 2020. Methodology for Assessing the Competitiveness of Public Catering Enterprises. *Sovremennaya nauka i innovatsii*, (1), 67–72. doi: 10.33236/2307-910X-2020-1-29-64-69 (in Russian).
- Asa R.A., Bock J., Nautwima J.P. 2024. Past, Present, and Future of Service Quality in Marketing. *Journal of Tourism, Hospitality & Culinary Arts*. doi: 10.20944/preprints202410.1113.v1.
- Babayev F., Balajayeva T. 2023. Ways of Increasing the Competitiveness of Food Industry Enterprises. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*, 4(44), doi: 10.31435/rsglobal_ijite/30122023/8069.
- D'Souza E., D'Souza K. 2023. A Study on the Impact of Innovative Technologies in the Hospitality Industry. *Journal of Tourism, Hospitality & Culinary Arts*, 15(1), 1–23.
- Henzgen S., Huellermeier E. 2015. Weighting by Tying: A New Approach to Weighted Rank Correlation. *Joint European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases*. doi: 10.48550/arXiv.2308.10622.
- Łukiewska K.M. 2024. The importance of competitive potential in building the international competitiveness of food industry companies: Evidence from Poland. *PLoS ONE*, 19(10). doi: 10.1371/journal.pone.0312512.
- Ruzimov B. 2022. Improving the method of assessing the level of management on the competitiveness of food industry enterprises. *JournalNX*. doi: 10.17605/OSF.IO/4JGSF.
- Wu J., Chen J., Yang T., Zhao N. 2024. How to stay competitive: An innovative concept to assess the business competitiveness using online restaurant reviews. *International Journal of Hospitality Management*, 122(2), 103836. doi: 10.1016/j.ijhm.2024.103836.

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 12.01.2026

Поступила после рецензирования 03.06.2026

Принята к публикации 09.06.2026

Received January 12, 2026

Revised June 03, 2026

Accepted June 09, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Иванов Андрей Александрович, старший преподаватель кафедры системной автоматизации и информационных технологий, Смоленский казачий институт промышленных технологий и бизнеса – филиал Московского государственного университета технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет), г. Вязьма, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Andrey A Ivanov, Senior Lecturer at the Department of Systems Automation and Information Technologies, Smolensk Cossack Institute of Industrial Technologies and Business – branch of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)”, Vyazma, Russia

УДК 007.51
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-619-632
EDN MPKNIE

Информационно-адаптивные организационные системы: формализация модели управления ИТ-компанией

Кислицын Е.В., Матвеев А.А.

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,
Россия, 620062, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 32
ev.kislitsyn@urfu.ru

Аннотация. Статья посвящена разработке концептуальной и формализованной модели ИТ-компании как информационно-адаптивной организационной системы. Актуальность исследования обусловлена фрагментарностью существующих подходов к управлению ИТ-компаниями и отсутствием интегрированных моделей, учитывающих специфику управления на основе данных. На основе синтеза теории организационных систем, организационной кибернетики и практик цифровой трансформации разработана модель, включающая три взаимосвязанных контура: управляющий, производственный и информационно-адаптивный. Предложена система дифференциальных уравнений, описывающая динамику взаимодействия контуров, и разработана система метрик зрелости управления с интегральным индексом. Имитационное моделирование подтвердило, что информационно-адаптивный контур является ключевым фактором устойчивости системы и обеспечивает саморегуляцию при внешних возмущениях. Модель создаёт теоретическую основу для построения цифровых двойников организаций и интеграции разрозненных управленческих практик в единую адаптивную систему.

Ключевые слова: информационно-адаптивная организационная система, управление ИТ-компанией, организационная кибернетика, динамические способности, data-driven управление, метрики зрелости, цифровой двойник организации

Для цитирования: Кислицын Е.В., Матвеев А.А. 2026. Информационно-адаптивные организационные системы: формализация модели управления ИТ-компанией. *Экономика. Информатика*, 53(3): 619–632. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-619-632. EDN MPKNIE

Information-Adaptive Organizational Systems: Formalization of an IT Company Management Model

Evgeniy V. Kislitsyn, Andrey A. Matveev

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
32 Mira St., Yekaterinburg 620062, Sverdlovsk Region, Russia
ev.kislitsyn@urfu.ru

Abstract. This article is devoted to the development of a conceptual and formalized model of an IT company as an information-adaptive organizational system. The relevance of the study stems from the fragmented nature of existing approaches to IT company management and the absence of integrated models that account for the specificities of data-driven management. By synthesizing the theory of organizational systems, organizational cybernetics, and digital transformation practices, a model comprising three interrelated loops – the management loop, the production loop, and the information-adaptive loop – has been developed. A system of differential equations describing the dynamic interaction of the loops is proposed, along with a system of management maturity metrics incorporating an integral index. Simulation modeling has confirmed that the information-adaptive loop is a key factor in system stability and ensures self-regulation under external disturbances.

© Кислицын Е.В., Матвеев А.А., 2026

The model provides a theoretical foundation for constructing digital twins of organizations and integrating disparate management practices into a unified adaptive system.

Keywords: information-adaptive organizational system, IT company management, organizational cybernetics, dynamic capabilities, data-driven management, maturity metrics, and the digital twin of an organization

For citation: Kislitsyn E.V., Matveev A.A. 2026. Information-Adaptive Organizational Systems: Formalization of an IT Company Management Model. *Economics. Information Technologies*, 53(2): 619–632 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-619-632. EDN MPKNIE

Введение

Цифровая экономика предъявляет принципиально новые требования к управлению ИТ-компаниям. Высокая скорость технологических изменений, неопределённость рыночных условий и переход к проектным формам организации труда обуславливают необходимость одновременной гибкости и целостности организационного функционирования. По данным международных исследований, лишь 12 % компаний успешно завершают программы цифровой трансформации, тогда как 70 % не достигают поставленных целей из-за недостаточной организационной адаптивности [Westerman et al., 2014; Kane et al., 2015]. В технологическом секторе эта проблема приобретает особую остроту: средняя продолжительность жизни бизнес-модели ИТ-компания сократилась с 15 до 5 лет, тогда как скорость принятия стратегических решений отстаёт от темпов изменения рынка в 3–4 раза [McGrath, 2013].

Актуальность исследования подтверждается значительным ростом публикаций в области адаптивных организационных систем и управления ИТ-компаниями за последнее десятилетие. В отечественной и зарубежной науке активно развиваются исследования организационной двунаправленности – способности одновременно осуществлять эксплуатацию существующих компетенций и новых возможностей [O'Reilly & Tushman, 2013; Орехова & Ярошевич, 2022]. Работы в рамках этого направления показали, что успешные организации строят архитектурные механизмы разделения и интеграции структур для разных типов деятельности, однако механизмы информационной координации между этими структурами остаются недостаточно изученными [Jansen et al., 2016; Birkinshaw & Gupta, 2013; Муравьев & Федорова, 2024; Орехова & Кислицын, 2019]. Параллельно развивается направление исследований организационной сложности и адаптивности, где делаются попытки применить теорию сложных адаптивных систем к управлению организациями [Anderson, 1999; Levinthal & Warglien, 1999]. Эти работы демонстрируют, что адаптивность возникает не из индивидуальных свойств агентов, а из паттернов взаимодействия между ними, однако инструментарий управления этими паттернами в ИТ-компаниях остаётся разработанным слабо.

Существующий научный разрыв проявляется в отсутствии моделей, где информационные потоки рассматривались бы не как вспомогательная инфраструктура, а как самостоятельный контур управления, обеспечивающий саморегуляцию организации на основе данных. Это обуславливает необходимость разработки концептуальной модели ИТ-компания как информационно-адаптивной организационной системы.

Цель исследования – разработать концептуальную и формализованную модель ИТ-компания как информационно-адаптированной организационной системы, интегрирующую стратегический, операционный и информационно-адаптивный контуры управления.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Обосновать применение организационно-системного подхода для анализа ИТ-компаний и выявить ограничения существующих теорий и методов управления.
2. Разработать концептуальную модель ИАОС, включающую описание подсистем, потоков ресурсов и информации, механизмов адаптивного управления.
3. Формализовать динамику взаимодействия контуров управления через систему дифференциальных уравнений и разработать систему метрик зрелости ИАОС.

Объект и методы исследования

Теория организационных систем восходит к общей теории систем Берталанфи [Bertalanffy, 1968], концепции открытых социальных систем Каца и Кана [Katz & Kahn, 1966] и организационной кибернетике Бира [Beer, 1972, 1985]. Последняя, представленная моделью жизнеспособной системы, описывает пять взаимосвязанных подсистем и понимает информационные каналы как «нервную систему» организации. Однако данная модель недостаточно учитывает специфику профильных ИТ-организаций, где данные образуют самостоятельный адаптивный контур. В отечественной науке теория управления организационными системами [Новиков, 2005; Новиков, 2019] развита как теория активных систем с акцентом на механизмы планирования, стимулирования [Бурков et al., 2009] и коалиционного взаимодействия [Губко, 2003], а также неизменяемые механизмы обмена [Коргин, 2003]. Однако она ориентирована преимущественно на контроль и стимулирование, а не на адаптивные свойства информационных систем в условиях цифровизации экономики.

Agile-подходы фокусируются на итеративной разработке и гибкости, однако исследования демонстрируют их системные ограничения при масштабировании: сопротивление культурным изменениям, сложности межкомандной координации и непоследовательное вовлечение стейкхолдеров [Geetha et al., 2025]. Эмпирические данные по российским ИТ-компаниям показывают, что лишь 9,5 % организаций успешно внедряют Agile, а основными барьерами являются частичное внедрение методологии, требования предпроектной оценки и несоответствие корпоративной культуры. Критически важно, что Agile эффективен на уровне команд, но не обеспечивает интеграции стратегического и операционного уровней [Rigby et al., 2016]. DevOps, направленный на интеграцию разработки и эксплуатации через автоматизацию, фокусируется преимущественно на операционном контуре, игнорируя стратегическое планирование. OKR и продуктовый менеджмент помогают командам фокусироваться на приоритетных бизнес-целях, но при этом имеют локальный характер [Rigby et al., 2018]. Таким образом, современные ИТ-подходы преимущественно решают конкретные задачи для увеличения эффективности небольших операционных единиц, не рассматривая организацию как систему.

Исследования цифровой трансформации выделяют рост роли адаптивности и данных в процессах жизнедеятельности организации. Зарубежные исследования показывают, что цифровая трансформация благотворно влияет на адаптивность организации [Browder et al., 2023], однако существующие подходы очень локальны и не интегрируют стратегический, операционный и информационно-адаптивный уровни. Исследования подтверждают, что организационная адаптивность требует более современных механизмов управления, опирающихся на данные [Sun et al., 2023]. В своей работе М. Кантемир с соавторами выделили значимость и необходимость учета потоков знаний в процессе оценки зрелости цифровой организации [Cantemir et al., 2023], в то время как Дж. Ерявец описал важность разработки организационных форм именно через адаптивные механизмы [Erjavec, 2024]. В отечественной науке разработана методология оценки адаптивности на основе нечеткой логики и системного моделирования [Ячменева, 2024], выделены уровни зрелости систем управления от пассивного до инновационного поведения, а также систематизированы методы трансформации [Мирзоева, 2024]. Также были предприняты попытки построения унифицированных моделей и механизмов цифровой трансформации [Васяйчева, 2023; Бадараев, 2025] и динамического управления ею на промышленном предприятии [Коновалова, 2022]. Критический анализ показывает, что эти работы не предлагают интегрированной модели, связывающей адаптивность с системной организацией ИТ-компаний.

Существующие подходы либо обеспечивают системное видение, но недостаточно конкретизированы для ИТ-компаний, либо решают локальные задачи, но не создают целостной модели. Выявлены две фундаментальные проблемы. Во-первых, отсутствует интеграция уровней управления: стратегический, операционный и информационно-аналитический уровни рассматриваются изолированно, без моделирования их взаимодействия через потоки данных и знаний. Во-вторых, не разработана формализация адаптивных механизмов: потоки информации не моделируются как самостоятельный контур управления, обеспечивающий саморегуляцию организации.

Таким образом, в научной литературе существует значительный разрыв: отсутствует интегрированная модель ИТ-компаний как организационной системы, учитывающая информационные и адаптивные контуры управления. Данный разрыв обуславливает необходимость разработки концептуальной модели ИТ-компаний как информационно-адаптивной организационной системы, интегрирующей стратегический, операционный и информационно-аналитический контуры.

Исследование опирается на синтез теории организационных систем, организационной кибернетики и анализа практик управления ИТ-компаниями. Основной метод – организационно-системное моделирование, направленное на формализацию структуры и динамики ИТ-компаний как информационно-адаптивной организационной системы (далее – ИАОС). Выбор данного метода обусловлен необходимостью преодолеть фрагментарность существующих подходов и обеспечить целостное описание взаимодействия стратегического, операционного и адаптивного контуров управления.

Модель ИАОС определяется как кортеж:

$$IAOS = (S, F, R, X(t)),$$

где $S = \{U, M, I, E\}$ – множество подсистем (управляющая U , производственная M , информационно-адаптивная I , внешняя среда E); F – информационные потоки; R – ресурсные потоки; $X(t)$ – вектор состояния системы.

Выбор трёхкомпонентных векторов состояния для каждой подсистемы обусловлен требованиями полноты описания при минимизации параметров модели: компоненты отражают структурные, функциональные и динамические характеристики контуров, измеримые в практике управления ИТ-компаниями. Матрицы взаимодействия размерностью 3×3 обеспечивают учёт перекрестных эффектов между компонентами векторов при сохранении вычислительной управляемости модели.

Применены методы системного анализа: декомпозиция для выделения подсистем и потоков, структурно-функциональный анализ для установления связей между элементами.

Результаты

Концептуальная модель строится на выделении трёх взаимосвязанных контуров управления и их взаимодействии с внешней средой.

Управляющий контур (U) включает стратегическое руководство, формирование целей развития, разработку корпоративной архитектуры и приоритизацию инициатив. Характерный горизонт принятия решений – 1–3 года, частота обновления стратегии – ежеквартально/ежегодно.

Производственный контур (M) охватывает процессы разработки, тестирования, развёртывания и эксплуатации программных продуктов. Работает в режиме коротких циклов (спринты 2–4 недели), обеспечивает непосредственное создание ценности для клиента.

Информационно-адаптивный контур (I) обеспечивает сбор, обработку и анализ данных о работе производственного контура и реакции внешней среды; формирует обратную связь для корректировки стратегических и операционных решений. Включает системы бизнес-аналитики, мониторинга, управления знаниями, обучения персонала.

Внешняя среда (E) – совокупность рынка, клиентов, конкурентов, технологических платформ, регуляторов и партнёров, с которыми система осуществляет обмен ресурсами и информацией.

Согласно теории организационных систем функционирование открытых социальных систем обеспечивается через потоки информации, ресурсов и решений, которые связывают подсистемы организации между собой и с внешней средой. В контексте ИТ-компаний эти потоки приобретают специфическую структуру, обусловленную цифровой природой продукта и высокой скоростью изменений.

Ресурсные потоки (R) представляют собой материальные и нематериальные ресурсы, циркулирующие между контурами системы. *Информационные потоки (F)* образуют нервную систему организации, обеспечивая координацию и адаптацию. В организационных системах они проходят через все стадии жизненного цикла информации: сбор, валидацию, обработку, хранение, извлечение, распространение и использование. Взаимодействие контуров через эти потоки создаёт замкнутые циклы адаптивного управления. Ключевыми циклами обратной связи являются стратегическая, операционная и внешняя адаптация.

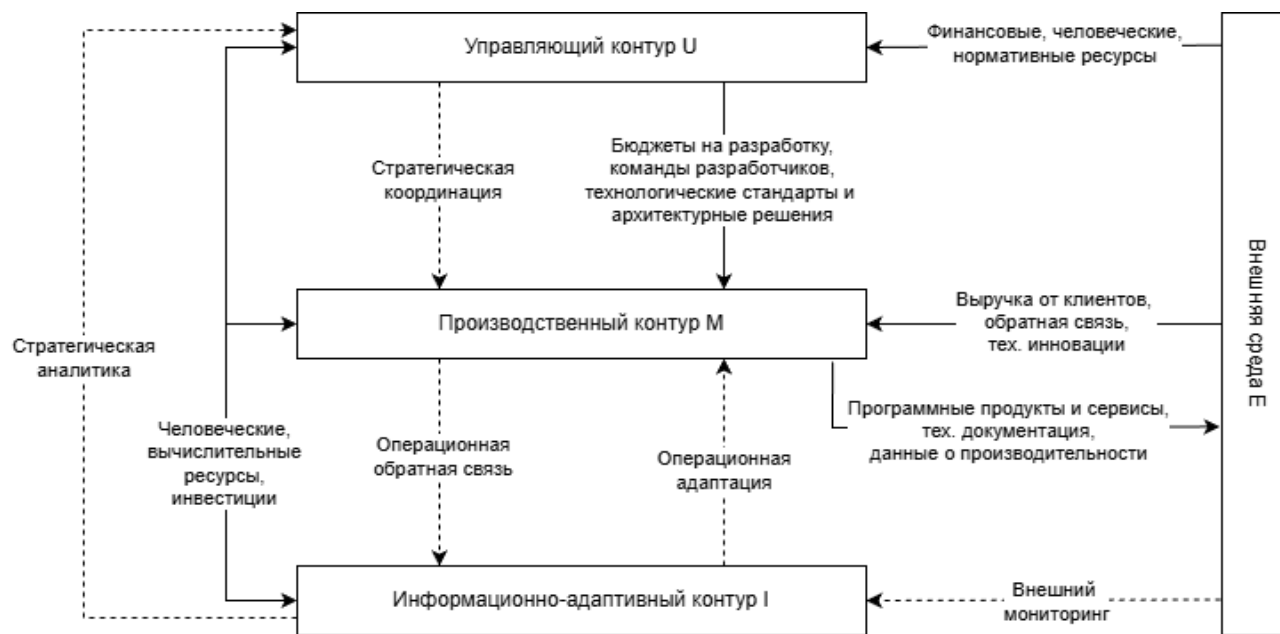


Рис. 1. Структурно-функциональная схема ИТ-компании как информационно-адаптивной организационной системы
Fig. 1. Structural and functional diagram of an IT company as an information-adaptive organizational system

Для количественного анализа динамики ИАОС введём следующие переменные состояния:

$$X_U(t) = (x_{U1}, x_{U2}, x_{U3})^T, \quad (1)$$

где $X_U(t)$ – вектор состояния управляющей подсистемы, x_{U1} – степень формализации стратегии (0–1), отражающая наличие документированной стратегии, целевых показателей и механизмов мониторинга их достижения; x_{U2} – охват стратегией подразделений (0–1), показывающий долю структурных единиц, для которых декомпозированы стратегические цели; x_{U3} – частота обновления стратегии (обратная величина периода в годах), характеризующая способность к стратегической адаптации.

$$X_M(t) = (x_{M1}, x_{M2}, x_{M3})^T, \quad (2)$$

где $X_M(t)$ – вектор состояния производственной подсистемы, x_{M1} – производительность команд (story points/спринт), стандартная метрика в Agile-практиках; x_{M2} – загрузка ресурсов (0–1), отношение фактически использованных ресурсов к доступным; x_{M3} – дефектность продукта (дефекты/1000 строк кода).

$$X_I(t) = (x_{I1}, x_{I2}, x_{I3})^T, \quad (3)$$

где $X_I(t)$ – вектор состояния информационно-адаптивной подсистемы, x_{I1} – полнота собираемых данных (0–1), то есть доля процессов, которые покрыты автоматизированным сбором данных;

x_{I2} – задержка аналитики, взятая как обратная величина, чем быстрее отчет, тем выше показатель;
 x_{I3} – доля сотрудников с доступом к self-service аналитике(0-1).

Вектор возмущения внешней среды $E(t)$:

$$E(t) = (e_1(t), e_2(t), e_3(t))^T, \quad (4)$$

где e_1 – интенсивность изменений требований рынка (частота значимых изменений в месяц);
 e_2 – конкурентное давление в виде индекса активности конкурентов и угрозы замещения; e_3 – доступность технологических инноваций (плотность появления технологий в отрасли).

Динамика системы описывается системой дифференциальных уравнений первого порядка (5)–(7).

$$\frac{dX_U}{dt} = A_U X_U + B_{UI} F_{IU}(X_I, X_M) + C_U E(t) \quad (5)$$

Уравнение (5) задает эволюцию стратегического управления. Слагаемое $A_U X_U$ описывает автономную динамику, то есть инерционность стратегических процессов, а также устаревание стратегических решений со временем. Матрица A_U размерностью 3×3 (по числу компонентов) содержит коэффициенты автономной эволюции. Слагаемое $B_{UI} F_{IU}$ моделирует влияние информационного потока относительно адаптивного контура. Здесь матрица B_{UI} определяет уровень эффективности и интенсивности использования аналитической информации в стратегическом управлении. Функция $F_{IU}(X_I, X_M)$ в свою очередь описывает уже нелинейную трансформацию данных из адаптивного контура с учетом операционных метрик в управленческие рекомендации. Последнее слагаемое данной системы дифференциальных уравнений $C_U E(t)$ описывает воздействие внешней среды на стратегический уровень управления, а конкретно регуляторные изменения и технологические сдвиги. В слагаемом $C_U E(t)$ матрица C_U показывает уровень чувствительности к внешним возмущениям.

$$\frac{dX_M}{dt} = A_M X_M + B_{MU} F_{UM}(X_U) + B_{MI} F_{IM}(X_I) + C_M E(t) \quad (6)$$

В уравнении (6) отражена динамика производственной подсистемы. $A_M X_M$ – это автономная эволюция производственных процессов (в том числе деградация производительности, происходящая при отсутствии обновления практик, а также при накоплении технического долга). Матрица A_M содержит коэффициенты инерционности операционных изменений. Произведение $B_{MU} F_{UM}$ интерпретирует влияние решений стратегического уровня на операционный. А B_{MU} – это матрица эффективности трансляции стратегического управления в процессы операционного уровня. Функция $F_{UM}(X_U)$ моделирует процесс декомпозиции стратегических целей в тактические задачи, в том числе эффекты искажения при передаче и задержки реализации. Произведение $B_{MI} F_{IM}(X_I)$ отражает адаптивное влияние аналитического контура на операционный уровень. Здесь матрица B_{MI} показывает эффективность преобразования аналитической информации в операционные изменения, а функция $F_{IM}(X_I)$ описывает механизмы оптимизации на основе управления данными (А/В-тестирование, автоматизированное масштабирование ресурсов, корректировка процессов на основе метрик). $C_M E(t)$ показывает уровень внешнего воздействия на операционный уровень (внезапные изменения требований заказчиков, сбои внешних сервисов и т. д.).

$$\frac{dX_I}{dt} = A_I X_I + B_{IM} G_{MI}(X_M) + B_{IE} G_{EI}(E(t)) \quad (7)$$

Уравнение (7) моделирует работу информационно-адаптивной подсистемы. По аналогии с другими контурами, $A_I X_I$ – автономная эволюция, то есть естественное устаревание аналитических инструментов и деградация данных без поддержки. $B_{IM} G_{MI}$ моделирует накопление данных из операционного контура. В частности, матрица B_{IM} показывает интенсивность генерации данных в производственных процессах, а функция $G_{MI}(X_M)$ описывает процесс сбора и первичной обработки операционных данных.

$B_{IE}G_{EI}$ – внешний мониторинг; B_{IE} – инвестиции во внешнюю аналитику, $G_{EI}(E(t))$ – механизмы сбора данных о внешней среде.

Система уравнений (5)–(7) является моделью динамики второго порядка с перекрёстными связями, где информационно-адаптивный контур I выступает в роли посредника между стратегическим U и операционным M уровнями. Такая структура позволяет анализировать устойчивость системы, время реакции на возмущения внешней среды и эффективность различных режимов управления.

На основе анализа свойств ИАОС разработана система метрик зрелости управления, включающая пять параметров, их количественные индикаторы и интегральный индекс. Для каждого параметра определены нормированные метрики (см. таблицу). Все метрики приведены к шкале $[0;1]$.

Метрики зрелости управления ИАОС
IAOS management maturity metrics

Параметр	Обоснование	Метрика	Расчёт
1	2	3	4
Открытость (O)	Способность системы обмениваться ресурсами и информацией с внешней средой определяется параметрами матриц чувствительности C_U, C_M, B_{IE} и интенсивностью внешних потоков	$m_O = \frac{n_{API} + n_{sp} + f_{upd}}{3}$	Отражает реализацию потоков $RE \rightarrow U, RE \rightarrow M, FE \rightarrow I$; n_{API} – число интегрированных внешних API; n_{sp} – число стратегических партнёрств; f_{upd} – частота обновления стратегии, раз в год
Связность (C)	Плотность информационных потоков между контурами определяется матрицами $B_{UI}, B_{MU}, B_{MI}, B_{IM}$ и функциями F_{IU}, F_{UM}, F_{IM}	$m_C = \frac{k_{UM} + k_{MI} + k_{UI}}{3}$	k_{UM} – своевременность передачи стратегии в операции; k_{MI} – полнота данных из операций в аналитику; k_{UI} – использование аналитики в стратегии.
Адаптивность (A)	Способность к корректировке решений на основе данных отражена в скорости реакции dx/dt и эффективности обратных связей	$m_A = \frac{t_{rct}^{-1} + n_{exp} + r_{suc}}{3}$	t_{rct} – время от изменения рынка до корректировки процессов (обратная величина); n_{exp} – число А/В-тестов/квартал; r_{suc} – доля успешных адаптаций (отношение положительных к отрицательным собственным значениям матриц обратной связи)

Окончание табл.
End of Table

1	2	3	4
Информационная насыщенность (I_s)	Уровень развития адаптивного контура определяется переменными X_I и параметрами его эволюции	$m_{I_s} = \frac{d_{cov} + d_{qit} + d_{acc}}{3}$	d_{cov} – доля процессов с цифровым следом; d_{qit} – точность прогнозов на основе данных; d_{acc} – доля сотрудников с доступом к аналитике
Целостность (S_{int})	Согласованность целей между контурами обеспечивается структурой потоков $F_{U \rightarrow M}$ и $F_{I \rightarrow U}$, $F_{I \rightarrow M}$	$m_{S_{int}} = \frac{S_{OKR} + S_{eng} + S_{agr}}{3}$	S_{OKR} – охват OKR; S_{eng} – индекс вовлечённости; S_{agr} – соответствие командных KPI стратегии

Интегральный индекс зрелости рассчитывается как среднегеометрическое метрик:

$$M = \sqrt[5]{m_o \times m_c \times m_A \times m_{I_s} \times m_{S_{int}}}. \quad (8)$$

Выбор среднегеометрического средства обусловлен тем, что зрелость системы ограничивается «слабым звеном»: низкое значение любого параметра снижает общую эффективность управления. Индекс M варьируется от 0 до 1, где значения 0–0,4 соответствуют начальному уровню зрелости, 0,4–0,6 – промежуточному, 0,6–0,8 – развитому, 0,8–1,0 – оптимальному.

Разработанные метрики позволяют количественно оценить зрелость управления ИТ-компанией, выявить узкие места в организационной структуре и спланировать мероприятия по развитию информационно-адаптивных свойств системы.

Для проверки работоспособности модели ИАОС и анализа взаимодействия контуров управления проведено имитационное моделирование на основе системы уравнений (5)–(7). Цель – исследование устойчивости системы, времени реакции на внешние возмущения и роли информационно-адаптивного контура.

Моделирование выполнено с дискретизацией $\Delta t = 0,1$ на интервале $T = 50$. Начальные условия отражают типичную ИТ-компанию:

$$\begin{aligned} X_U(0) &= (0,6; 0,5; 0,3), \\ X_M(0) &= (0,7; 0,8; 0,4), \\ X_I(0) &= (0,3; 0,2; 0,2). \end{aligned}$$

Эти условия соответствуют умеренному уровню стратегического и операционного развития при слабой аналитической инфраструктуре.

Матрицы взаимодействия заданы в нормированной форме (0–1) на основе следующих допущений: (1) влияние адаптивного контура на операционный выше прямого стратегического; (2) влияние аналитики на стратегию опосредовано; (3) внешняя среда воздействует на все контуры. Параметры заданы экспертно в соответствии с типовыми характеристиками управления ИТ-компаниями.

Рассмотрены три сценария.

Сценарий 1 (низкий уровень I). При слабом развитии информационно-адаптивного контура система демонстрирует запаздывающую реакцию на внешние изменения. Возмущения приводят к росту дефектности, снижению производительности и

рассогласованию стратегического и операционного уровней. Динамика характеризуется увеличением колебаний и снижением устойчивости.

Сценарий 2 (усиление I). При увеличении параметров $X_1(0,6; 0,5; 0,5)$ сокращается время реакции, усиливаются обратные связи и повышается согласованность контуров. Наблюдается стабилизация показателей, снижение колебаний и более быстрый выход на равновесие.

Сценарий 3 (внешний шок). Система с низким уровнем адаптивного контура при резком изменении внешней среды переходит в неустойчивое состояние. Но в свою очередь при развитии I система показывает высокий уровень саморегуляции и восстанавливает параметры с переходом к новому устойчивому состоянию.

Для количественной оценки был рассчитан интегральный индекс зрелости: сценарий 1 – 0,42; сценарий 2 – 0,64; сценарий 3 – 0,58.

Рост информационной насыщенности и связности приводит к нелинейному увеличению интегрального индекса, что является подтверждением мультипликативного характера зрелости и корректности использования среднегеометрической агрегации.

Моделирование показывает, что информационно-адаптивный контур является ключевым фактором устойчивости системы. Он отвечает за снижение времени реакции и за обеспечение саморегуляции. Эффективность управления определяется не только за счет параметров отдельных контуров, но и в том числе структурой информационных потоков между ними, что позволяет подтвердить гипотезу о значимости интеграции стратегического, операционного и адаптивного уровней в рамках модели ИАОС.

Обсуждение

Предложенная модель ИАОС вносит вклад в теорию организационных систем и управление ИТ-компаниями. В сравнении с классической моделью жизнеспособной системы Бира [Beer, 1972, 1985], в которой информационные потоки выполняют только координационную функцию, ИАОС выделяет информационно-адаптивный контур в полноценную самостоятельную подсистему, имеющую свою собственную динамику, которая непосредственно влияет на всю организацию целиком. Данная модель учитывает особенную специфику цифровых организаций, в которых данные образуют автономную среду для принятия решений, а непосредственно аналитика в свою очередь корректирует параметры стратегического и операционного управления.

Модель операционализирует категории из теории динамических способностей Тиса [Teese et al., 1997; Teese, 2007, 2018]. Информационно-адаптивный контур реализует восприятие через операции и мониторинг среды, а взаимодействие управляющего и производственного контуров обеспечивает захват и трансформацию. Тем самым абстрактные по своей природе компетенции получают привязку к конкретной, формализованной организационной структуре.

ИАОС расширяет концепцию стратегического выравнивания Хендерсона и Венкатрамана [Henderson & Venkatraman, 1993; Venkatraman, 1989], за счет добавления динамического измерения. Пока исходная модель предполагает лишь статическое соответствие между доменами, ИАОС обеспечивает постоянное выравнивание через замкнутые циклы обратной связи $U \rightarrow M \rightarrow I \rightarrow U$ и $M \rightarrow I \rightarrow M$, что имеет значение для ИТ-компаний с высокой скоростью изменений.

Описанная формализация через дифференциальные уравнения предоставляет математический аппарат, подходящий для анализа устойчивости систем с многоуровневыми контурами, что крайне критично для обеспечения жизнеспособности организации. И в отличие от качественных моделей кибернетики, предложенный формализм уже позволяет количественно оценить возможное время реакции на возмущения внешней среды, условия резонансных эффектов при несогласованности циклов управления, а также моделировать сценарии реорганизации.

Система метрик зрелости обеспечивает перевод теоретических положений в измеримые показатели. Все необходимые параметры присутствуют в формализованной модели, а среднегеометрическая агрегация соответствует принципу ограничения системы «слабым звеном» в соответствии с теорией Бира. Поэтому теоретический вклад состоит именно в создании современного типа организационной модели, применимого для ИТ-компаний, где информационная саморегуляция структурно выделена как механизм адаптации системы.

Практическая ценность модели проявляется в диагностике «слепых зон», где низкая связность сигнализирует о стратегическом разрыве, а низкая информационная насыщенность – о недоразвитии data-driven культуры [Bogdan & Borza, 2019]. ИАОС создаёт основу для разработки цифровых двойников организаций. В данной технологии заинтересовано 70 % руководителей, а 92 % уже внедривших компаний отмечают ROI выше 10 % [Кислицын, Городничев, 2021]. Формализованные переменные интегрируются в системы имитационного моделирования для тестирования сценариев без риска для операций. Модель также предлагает рамку для интеграции Agile, OKR и DevOps в единую архитектуру, преодолевая их фрагментарность [Шабалтина, 2024].

Ограничения модели связаны с концептуальным характером: параметры уравнений требуют эмпирической калибровки, организационный уровень анализа не охватывает межорганизационные экосистемы, предположение рациональности игнорирует политические и культурные факторы. Дальнейшие исследования должны включать эмпирическую валидацию, разработку алгоритмов машинного обучения для калибровки модели, создание программных платформ для цифровых двойников и расширение на гибридные организации с цифровыми агентами.

Заключение

Проведённое исследование подтвердило исходную гипотезу о том, что ИТ-компания может быть представлена как информационно-адаптивная организационная система (ИАОС), функционирование которой не сводится к сумме применяемых гибких методологий, а определяется структурной целостностью стратегического, операционного и адаптивного контуров управления.

Получены следующие результаты:

1. В отличие от классических моделей открытых систем и жизнеспособных систем, в работе обосновано выделение информационно-адаптивного контура как самостоятельной подсистемы. Доказано, что в условиях цифровой экономики данные выступают не просто каналом связи между уровнями управления, а образуют автономную среду принятия решений, непосредственно изменяющую параметры стратегического и операционного управления.

2. Разработана формализованная модель многоконтурного управления. Впервые предложена система дифференциальных уравнений, описывающая динамику взаимодействия управляющего, производственного и информационно-адаптивного контуров. Данный математический аппарат позволяет перейти от качественного описания организационной кибернетики к количественному анализу устойчивости системы, времени реакции на возмущения и условиям возникновения резонансных эффектов при несогласованности циклов управления.

3. Создана система количественных критериев зрелости ИАОС. В отличие от существующих качественных моделей оценки зрелости, разработана система из пяти нормированных метрик и интегрального индекса М. Это обеспечивает операционализацию абстрактных категорий теории динамических способностей и позволяет диагностировать «узкие места» организационной структуры на основе данных.

Практическая значимость работы заключается в создании архитектурной основы для построения цифровых двойников организаций, а также в обеспечении методологической рамки для интеграции разрозненных управленческих практик в единую адаптивную систему.

Перспективы дальнейших исследований связаны с эмпирической калибровкой параметров модели на основе реальных данных ИТ-компаний, расширением модели на сетевые взаимодействия (экосистемы организаций) и интеграцией поведенческих факторов (когнитивные искажения, культурная инерция) в формализм дифференциальных уравнений.

Список литературы

- Бадараев Т.Д. 2025. Разработка механизма цифровой трансформации: интеграция технологий и бизнес-процессов для повышения конкурентоспособности организаций. *Экономика и управление: проблемы, решения*, 6, 3 (156): 10–21.
- Бурков В.Н., Губко М.В., Коргин Н.А., Новиков Д.А. 2009. Теория управления организационными системами и другие науки об управлении организациями. *Проблемы управления*, (3.1), 28–35.
- Васяйчева В.А. 2023. Модель цифровой трансформации системы управления инновационной деятельностью предприятия. *Вестник Самарского университета. Экономика и управление*, 14, 4: 105–113.
- Губко М.В. 2003. Управление организационными системами с коалиционным взаимодействием участников. М.: ИПУ РАН.
- Кислицын Е.В., Городничев В.В. 2021. Имитационное моделирование развития отдельных отраслей тяжелой промышленности. *Бизнес-информатика*, 15, 1: 59–77.
- Коновалова Г.И. 2022. Динамический подход к управлению промышленным предприятием в условиях цифровой экономики. *Организатор производства*, 30, 1: 73–83.
- Коргин Н.А. 2003. Неманипулируемые механизмы обмена в активных системах. М.: ИПУ РАН.
- Мирзоева М.У. 2024. Организационные изменения в условиях цифровой трансформации: методология управления и оценка эффективности. *Вестник евразийской науки*, 16, 6. URL: <https://esj.today/PDF/99ECVN624.pdf>
- Муравьев С.Р., Федорова Е.П. 2024. Факторы формирования и результативности региональной стратегии цифровой трансформации. *Экономика. Информатика*, 51, 4: 766–782.
- Новиков Д.А. 2005. Теория управления организационными системами. М.: МПСИ.
- Новиков Д.А. 2019. Теория управления: Дополнительные главы. М.: ЛЕНАНД.
- Орехова С.В., Кислицын Е.В. 2019. Малый бизнес и структурные сдвиги в промышленности. *Terra Economicus*, 17, 4: 129–147.
- Орехова С.В., Ярошевич Н.Ю. 2022. Экосистемы и новая конкуренция: феномен "яйца и курицы". *Вопросы управления*, (75): 34–48.
- Шабалтина Л.В. 2024. Методы управления жизненным циклом высокотехнологичной продукции. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 9-2: 338–346.
- Ячmeneва В.М. 2024. Адаптация и адаптивность деятельности предприятий в условиях цифровизации экономики: монография / В. М. Ячmeneва, З. О. Османова, Н. В. Святохо; под общ. ред. В.М. Ячmeneвой. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2024. 196 с.
- Anderson P. 1999. Complexity Theory and Organization Science. *Organization Science*, 10(3), 216–232.
- Beer S. 1972. Brain of the Firm: The Managerial Cybernetics of Organization. London: Allen & Unwin.
- Beer S. 1985. Diagnosing the System for Organizations. Chichester: Wiley.
- Bertalanffy L. 1968. von. General Systems Theory. New York: George Braziller.
- Birkinshaw J., Gupta K. 2013. Clarifying the Distinctive Contribution of Ambidexterity to the Field of Organization Studies. *Academy of Management Perspectives*, 27(4): 287–298.
- Bogdan M., Borza A. 2019. Big Data Analytics and Organizational Performance: A Meta-Analysis Study. *Management and Economics Review*, 4(2): 147–162.
- Browder R.E., Dwyer S.M., Koch H. 2023. Upgrading adaptation: How digital transformation promotes organizational resilience. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 17(4): 732–758.
- Cantemir M., Pitic A.G., Bayraktar D. 2023. Drivers of Digital Transformation and Their Impact on Organizational Management. *Studies in Business and Economics*, 18(1): 42–58.
- Erjavec J. 2024. How to Develop Organizational Forms for a Successful Digital Transformation. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(2): 1123–1145.
- Henderson J.C., Venkatraman N. 1993. Strategic Alignment: Leveraging Information Technology for Transforming Organizations. *IBM Systems Journal*, 32(1): 4–16.
- Jansen J.J. 2016. P., Simsek, Z., & Cao, Q. Ambidexterity and Performance in Multiunit Contexts: Cross-Level Moderating Effects of Structural and Resource Attributes. *Strategic Management Journal*, 33(11): 1286–1303.

- Kane G.C., Palmer D., Phillips A.N., Kiron D., Buckley N. 2015. Strategy, Not Technology, Drives Digital Transformation. *MIT Sloan Management Review*, 57(1): 1–25.
- Karakuş M., Yalçın C. 2024. Digital Transformation and Organizational Change Management. *International Journal of Business and Management*, 19(3): 78–92.
- Katz D., Kahn R.L. 1966. *The Social Psychology of Organizations*. New York: Wiley.
- Kolbjørnsrud V. 2023. Organizing Intelligent Digital Actors. In *Designing Adaptive Organizations*. Cambridge University Press.
- Levinthal D.A., Warglien M. 1999. Landscape Design: Designing for Local Action in Complex Worlds. *Organization Science*, 10(3): 342–357.
- McGrath R.G. 2013. *The End of Competitive Advantage: How to Keep Your Strategy Moving as Fast as Your Business*. Boston: Harvard Business Review Press.
- O'Reilly C.A., Tushman M.L. 2013. Organizational Ambidexterity: Past, Present, and Future. *Academy of Management Perspectives*, 27(4): 324–338.
- Rigby D.K., Sutherland J., Takeuchi H. 2018. Agile at Scale. *Harvard Business Review*, 96(3): 88–96.
- Ríos J. 2012. Design and Diagnosis for Sustainable Organizations. Springer.
- Ríos J. 2025. The Viable System Model and the Taxonomy of Organizational Pathologies in the Age of Artificial Intelligence. *Systems*, 13(9): 749.
- Sun X., He Z., Qian Y. 2023. Getting organizational adaptability in the context of digital transformation. *Journal of Business Research*, 154: 113299.
- Teece D.J. 2007. Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of (Sustainable) Enterprise Performance. *Strategic Management Journal*, 28(13): 1319–1350.
- Teece D.J. 2018. *Dynamic Capabilities as (Workable) Management Systems Theory*. Cambridge University Press.
- Teece D.J., Pisano G., Shuen A. 1997. Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 18(7): 509–533.
- Venkatraman N. 1989. The Concept of Fit in Strategy Research: Toward Verbal and Statistical Correspondence. *Academy of Management Review*, 14(3): 423–444.
- Westerman G., Bonnet D., McAfee A. 2014. *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation*. Boston: Harvard Business Press.

References

- Badaraev, T.D. 2025. Razrabotka mekhanizma tsifrovoy transformatsii: integratsiya tekhnologii i biznes-protsessov dlya povysheniya konkurentosposobnosti organizatsii [Development of a digital transformation mechanism: integration of technologies and business processes to increase the competitiveness of organizations]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 6, 3 (156): 10–21.
- Burkov, V.N., Gubko, M.V., Korgin, N.A., Novikov, D.A. 2009. Teoriya upravleniya organizatsionnymi sistemami i drugie nauki ob upravlenii organizatsiyami [Theory of organizational systems management and other organizational management sciences]. *Problemy upravleniya*, (3.1), 28–35.
- Vasyaicheva, V.A. 2023. Model tsifrovoy transformatsii sistemy upravleniya innovatsionnoi deyatel'nostyu predpriyatiya [Model of digital transformation of the enterprise innovation management system]. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie*, 14, 4: 105–113.
- Gubko, M.V. 2003. Upravlenie organizatsionnymi sistemami s koalitsionnym vzaimodeystviem uchastnikov [Management of organizational systems with coalitional interaction of participants]. Moscow: IPU RAN.
- Kislitsyn, E.V., Gorodnichev, V.V. 2021. Imitatsionnoe modelirovanie razvitiya otdelnykh otraslei tyazheloi promyshlennosti [Simulation modeling of the development of certain heavy industry sectors]. *Business Informatics*, 15, 1: 59–77.
- Konovalova, G.I. 2022. Dinamicheskii podkhod k upravleniyu promyshlennym predpriyatiem v usloviyakh tsifrovoy ekonomiki [A dynamic approach to industrial enterprise management in the digital economy]. *Organizator proizvodstva*, 30, 1: 73–83.
- Korgin, N.A. 2003. Nemanipuliruemye mekhanizmy obmena v aktivnykh sistemakh [Non-manipulable exchange mechanisms in active systems]. Moscow: IPU RAN.
- Mirzoeva, M.U. 2024. Organizatsionnye izmeneniya v usloviyakh tsifrovoy transformatsii: metodologiya upravleniya i otsenka effektivnosti [Organizational changes in the context of digital transformation: management methodology and performance evaluation]. *Vestnik evraziiskoi nauki*, 16, 6. URL: <https://esj.today/PDF/99ECVN624.pdf>

- Muravyev, S.R., Fedorova, E.P. 2024. Faktory formirovaniya i rezultativnosti regionalnoi strategii tsifrovoy transformatsii [Factors of formation and effectiveness of the regional digital transformation strategy]. *Ekonomika. Informatika*, 51, 4: 766–782.
- Novikov, D.A. 2005. Teoriya upravleniya organizatsionnymi sistemami [Theory of organizational systems management]. Moscow: MPSI.
- Novikov, D.A. 2019. Teoriya upravleniya: Dopolnitelnye glavy [Management theory: Additional chapters]. Moscow: LENAND.
- Orehova, S.V., Kislitsyn, E.V. 2019. Malyi biznes i strukturnye sdvigi v promyshlennosti [Small business and structural shifts in industry]. *Terra Economicus*, 17, 4: 129–147.
- Orehova, S.V., Yaroshevich, N.Yu. 2022. Ekosistemy i novaya konkurentsia: fenomen "yaytsa i kuritsy" [Ecosystems and new competition: the "chicken and egg" phenomenon]. *Voprosy upravleniya*, (75): 34–48.
- Shabaltina, L.V. 2024. Metody upravleniya zhiznennym tsiklom vysokotekhnologichnoi produktsii [Methods of managing the life cycle of high-tech products]. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*, 9-2: 338–346.
- Yachmeneva, V.M., Osmanova, Z.O., Svyatokho, N.V. 2024. Adaptatsiya i adaptivnost deyatel'nosti predpriyatii v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki [Adaptation and adaptability of enterprises in the context of economic digitalization], ed. V.M. Yachmeneva. Simferopol: IT "ARIAL".
- Anderson, P. 1999. Complexity Theory and Organization Science. *Organization Science*, 10(3), 216–232.
- Beer, S. 1972. Brain of the Firm: The Managerial Cybernetics of Organization. London: Allen & Unwin.
- Beer, S. 1985. Diagnosing the System for Organizations. Chichester: Wiley.
- Bertalanffy, L. von. 1968. General Systems Theory. New York: George Braziller.
- Birkinshaw, J., Gupta, K. 2013. Clarifying the Distinctive Contribution of Ambidexterity to the Field of Organization Studies. *Academy of Management Perspectives*, 27(4): 287–298.
- Bogdan, M., Borza, A. 2019. Big Data Analytics and Organizational Performance: A Meta-Analysis Study. *Management and Economics Review*, 4(2): 147–162.
- Browder, R.E., Dwyer, S.M., Koch, H. 2023. Upgrading adaptation: How digital transformation promotes organizational resilience. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 17(4): 732–758.
- Cantemir, M., Pitic, A.G., Bayraktar, D. 2023. Drivers of Digital Transformation and Their Impact on Organizational Management. *Studies in Business and Economics*, 18(1): 42–58.
- Erjavec, J. 2024. How to Develop Organizational Forms for a Successful Digital Transformation. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(2): 1123–1145.
- Henderson, J.C., Venkatraman, N. 1993. Strategic Alignment: Leveraging Information Technology for Transforming Organizations. *IBM Systems Journal*, 32(1): 4–16.
- Jansen, J.J.P., Simsek, Z., Cao, Q. 2016. Ambidexterity and Performance in Multiunit Contexts: Cross-Level Moderating Effects of Structural and Resource Attributes. *Strategic Management Journal*, 33(11): 1286–1303.
- Kane, G.C., Palmer, D., Phillips, A.N., Kiron, D., Buckley, N. 2015. Strategy, Not Technology, Drives Digital Transformation. *MIT Sloan Management Review*, 57(1): 1–25.
- Karakuş, M., Yalçın, C. 2024. Digital Transformation and Organizational Change Management. *International Journal of Business and Management*, 19(3): 78–92.
- Katz, D., Kahn, R.L. 1966. The Social Psychology of Organizations. New York: Wiley.
- Kolbjørnsrud, V. 2023. Organizing Intelligent Digital Actors. In *Designing Adaptive Organizations*. Cambridge University Press.
- Levinthal, D.A., Warglien, M. 1999. Landscape Design: Designing for Local Action in Complex Worlds. *Organization Science*, 10(3): 342–357.
- McGrath, R.G. 2013. The End of Competitive Advantage: How to Keep Your Strategy Moving as Fast as Your Business. Boston: Harvard Business Review Press.
- O'Reilly, C.A., Tushman, M.L. 2013. Organizational Ambidexterity: Past, Present, and Future. *Academy of Management Perspectives*, 27(4): 324–338.
- Rigby, D.K., Sutherland, J., Takeuchi, H. 2018. Agile at Scale. *Harvard Business Review*, 96(3): 88–96.
- Ríos, J. 2012. Design and Diagnosis for Sustainable Organizations. Springer.
- Ríos, J. 2025. The Viable System Model and the Taxonomy of Organizational Pathologies in the Age of Artificial Intelligence. *Systems*, 13(9): 749. <https://doi.org/10.3390/systems13090749>
- Sun, X., He, Z., Qian, Y. 2023. Getting organizational adaptability in the context of digital transformation. *Journal of Business Research*, 154: 113299.
- Teece, D.J. 2007. Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of (Sustainable) Enterprise Performance. *Strategic Management Journal*, 28(13): 1319–1350.

- Teece, D.J. 2018. *Dynamic Capabilities as (Workable) Management Systems Theory*. Cambridge University Press.
- Teece, D.J., Pisano, G., Shuen, A. 1997. Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 18(7): 509–533.
- Venkatraman, N. 1989. The Concept of Fit in Strategy Research: Toward Verbal and Statistical Correspondence. *Academy of Management Review*, 14(3): 423–444.
- Westerman, G., Bonnet, D., McAfee, A. 2014. *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation*. Boston: Harvard Business Press.

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 27.03.2026

Поступила после рецензирования 03.06.2026

Принята к публикации 03.09.2026

Received March 27, 2026

Revised June 03, 2026

Accepted September 03, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кислицын Евгений Витальевич, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных технологий и систем управления института радиоэлектроники и информационных технологий, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

Матвеев Андрей Александрович, ассистент кафедры информационных технологий и систем управления института радиоэлектроники и информационных технологий, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Evgeniy V. Kislitsyn, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Information Technologies and Management Systems, Institute of Radioelectronics and Information Technologies, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia

Andrey A. Matveev, Assistant the Department of Information Technologies and Management Systems, Institute of Radioelectronics and Information Technologies, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia

УДК 004.89
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-633-649
EDN PJCYUK

Поддержка принятия решений в сфере обеспечения качества на основе использования цифровых двойников

Конев К.А.

Уфимский университет науки и технологий,
Россия, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32
sireo@rambler.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение ситуационно-онтологического подхода для формирования концепции цифрового двойника бизнес-процесса в сфере обеспечения качества промышленного предприятия. Предложена теоретико-множественная модель критериальной функции, обеспечивающая адаптивный переход между уровнями принятия решений (ситуация, решение, сценарий) с учётом обстоятельств времени и места. Разработан метод интеграции цифрового следа как механизма обратной связи для самообучения системы и актуализации онтологических знаний. Практическая реализация проиллюстрирована на примере оценки качества документооборота. Показано, что этот подход позволяет преодолеть системные барьеры несогласованности, неопределённости, необъяснимости и неактуальности, характерные для традиционных подходов к управлению качеством.

Ключевые слова: цифровой двойник, обеспечение качества, поддержка принятия решений, ситуационно-онтологический подход, онтологическое моделирование, цифровой след, нечёткая логика, адаптивные системы

Для цитирования: Конев К.А. 2026. Поддержка принятия решений в сфере обеспечения качества на основе использования цифровых двойников. *Экономика. Информатика*, 53(3): 633–649. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-633-649. EDN PJCYUK

Decision Support for Quality Assurance Based on the Use of Digital Twins

Konstantin A. Konev

Ufa University of Science and Technology,
32 Zaki Validi St., Ufa, Republic of Bashkortostan, 450076, Russia
sireo@rambler.ru

Abstract. The article discusses the application of a situational-ontological approach to formulate the concept of a digital twin of a business process in the field of quality assurance at an industrial enterprise. The author proposes a set-theoretic model of a criterion function, which provides an adaptive transition between decision-making levels (situation, decision, scenario) taking into account the circumstances of time and place. A method for integrating a digital footprint as a feedback mechanism for system self-learning and updating ontological knowledge has been developed. Practical implementation is illustrated using the example of document flow quality assessment. It is shown that the approach enables overcoming the systemic barriers of inconsistency, uncertainty, inexplicability, and obsolescence characteristic of traditional approaches to quality management.

Keywords: digital twin, quality assurance, decision support, situational-ontological approach, ontological modeling, digital footprint, fuzzy logic, adaptive systems

For citation: Konev K.A. 2026. Decision Support for Quality Assurance Based on the Use of Digital Twins. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 633–649 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-633-649. EDN PJCYUK

Введение

Мощный всплеск развития цифровых технологий, особенно в части работы с распределёнными данными, а также формирование представлений о четвёртой промышленной революции привели к появлению понятия о цифровом двойнике. Данный подход, возникнув в интернете, сегодня активно применяется в проектировании, и практически любое высокотехнологическое изделие сегодня имеет цифровую модель, которая полностью или частично удовлетворяет понятию цифрового двойника [Kritzinger, 2018]. На сегодняшний день цифровой двойник может быть не только у пользователя или изделия, но и у технологического или организационного процесса и даже у природного или неприродного явления [Вязилов, 2024].

В сфере обеспечения качества доминирует парадигма цифрового двойника как статичного эталона, сводящая принятие решений к примитивной задаче регулирования – оценке соответствия реальных параметров модели. Данный подход, эффективный для операционного контроля продукции, принципиально неприменим к сложным процессам с высокой долей субъективного фактора: организационным бизнес-процессам, стратегическому планированию, управлению инвестициями. Главный системный недостаток существующих решений – их неспособность адаптироваться к контексту и обучаться на опыте. Для преодоления этого ограничения в статье предлагается ситуационно-онтологический подход (СОП), который рассматривает цифрового двойника как гибкую базу знаний, определяющую, что качественно и целесообразно в конкретной ситуации с учётом обстоятельств времени и места, а также накапливающую опыт через механизм цифрового следа [Avdeeva, 2020].

Для таких случаев, при рассмотрении цифрового двойника в виде базы знаний, появляется возможность ответить на вопрос о предпочтении выбора в конкретной ситуации. Иными словами, цифровой двойник в сфере обеспечения качества – компонент процесса принятия решений. Поэтому требуется подробное описание самого процесса от концепции до примера реализации на основе СОП.

Концепция принятия решений на основе цифрового двойника в сфере обеспечения качества

Цифровой двойник – это модель, цифровая репликация реального объекта, процесса или явления, предназначенная для повышения производственной эффективности и рентабельности предприятия [Liu, 2020]. Концепция «цифровых двойников» является одной из идей четвертой промышленной революции. Она нацелена на повышение способности предприятий своевременно выявлять реальные недостатки и проблемы, более точно прогнозировать их последствия и производить продукцию более высокого качества. Подобная инновационная технология предоставляет компаниям возможность виртуально моделировать и анализировать свои производственные процессы, что позволяет им принимать более обоснованные решения, оптимизировать ресурсы и повышать производительность [Тao, 2019].

Значимым преимуществом цифровых двойников является возможность проведения виртуальных испытаний и моделирования сценариев без физического вмешательства в процессы создания опытных образцов. Данный подход позволяет выявлять и устранять потенциальные проблемы на ранних этапах, существенно сокращая временные и финансовые затраты на последующие доработки. Кроме того, технология обеспечивает непрерывный мониторинг состояния оборудования, прогнозирование потребности в техническом обслуживании и предотвращение внеплановых простоев, что непосредственно влияет на качество выпускаемой продукции [Cimino, 2019].

Принципиальное отличие цифрового двойника от имитационного моделирования заключается в его точности: обеспечивается возможность не только прогнозирования функционирования объекта, но и демонстрации его поведения в реальных условиях с учетом обстоятельств времени и места.

Вместе с тем внедрение цифровых двойников сопряжено с определенными сложностями. Построение адекватной виртуальной модели требует сбора и обработки значительных объемов данных, что может быть затруднительно для предприятий ввиду необходимости привлечения инженеров данных, обладающих пониманием производственной специфики, что предполагает дополнительную подготовку ИТ-специалистов или технологов с предметными знаниями. Также значимы вопросы обеспечения безопасности и конфиденциальности данных, используемых в цифровых двойниках. Указанные факторы требуют тщательного учета при разработке и внедрении данной технологии.

Рассмотрим использование цифрового двойника для принятия решений в сфере обеспечения качества в промышленности.

В сфере обеспечения качества можно выделить три уровня принимаемых решений:

- **продуктовый**, к которому можно отнести контроль и управление качеством продукции, материалов, оборудования и т. д., т. е. всё то, что может быть решено на уровне опыта конкретного исполнителя: рабочего, контролёра, мастера, инженера;
- **процессный**, к которому относится управление процессами, как технологическими и производственными, так и чисто организационными, т. е. то, что принято называть менеджментом качества;
- **системный**, реализуемый руководством и сводящийся к выбору правильной стратегии управления процессами, связанными с качеством, или предприятием, выбора сфер и объёма для развития (инвестиций), определения направлений приложения основных сил (например, можно купить новое цифровое оборудование для контроля, а можно попробовать повысить эффективность использования существующего оборудования).

На каждом уровне обеспечения качества процессы принятия решений значительно различаются (табл. 1) [Borshchev, 2004].

Таблица 1
Table 1

Особенности уровней принятия решений в сфере обеспечения качества
Features of decision-making levels for quality assurance

Особенности каждого уровня	Уровень принятия решений в сфере обеспечения качества		
	Продуктовый	Процессный	Системный
Параметры для управления	В основном полностью определены	Не полностью определены, но поддаются статистической обработке	Определены не полностью
Последствия ошибки	Обычно незначительные, но кумулятивные	От незначительных до значимых	Обычно критически значимые
Уровень целей	Частные	Общие для одного или ряда процессов	Общесистемные
Сроки принятия решений	Оперативные	Среднесрочные и оперативные	Среднесрочные и долгосрочные
Используются типы моделей для описания	Квалиметрические	Ситуационные	Онтологические
Предпочитаемый метод поддержки принятия решений	Сверка с эталонами, регулирование	СППР и статистика	СППР и интеллектуальные методы

При таком разбросе общие методы управления рассматривать достаточно сложно. Очевидно, что и использование цифровых двойников для каждого уровня управления в сфере обеспечения качества различно.

Для продуктового уровня, т. е. для контроля качества цифровой двойник – это модель, образец, эталон объекта, до соответствия с которым необходимо довести реальную заготовку, деталь или продукт. В данной области уже существует множество успешных примеров применения для разных областей, поэтому этот уровень в статье будет рассматриваться мало.

Для процессного и системного уровня идеи по применению цифровых двойников в литературе найти не просто. Главным образом, в данной сфере рассматривается образовательная деятельность, в которой может представляться в виде цифровой модели как обучающийся (продуктовый уровень), так и процесс обучения (процессный уровень) [Вихман, 2021].

Для промышленного предприятия хорошим вариантом цифрового двойника может выступать модель бизнес-процесса. Но такие модели, как правило, сильно огрублены и потому не дают полной уверенности в результате принятия решения. Требуется более «тонкая» методология моделирования для того, чтобы обеспечить понимание поведения моделируемого объекта в конкретной ситуации. Для продуктового уровня это обеспечивается верификацией и валидацией. Для процессного модель только предстоит построить.

Используем СОП для формирования концепции цифрового двойника бизнес-процесса или бизнес-операции для предприятия.

Согласно методу поддержки принятия решений в сфере обеспечения качества, разработанному в [Антонов, 2022], на теоретико-множественном языке бизнес-процесс можно представить, как совокупность уровней (рис. 1).

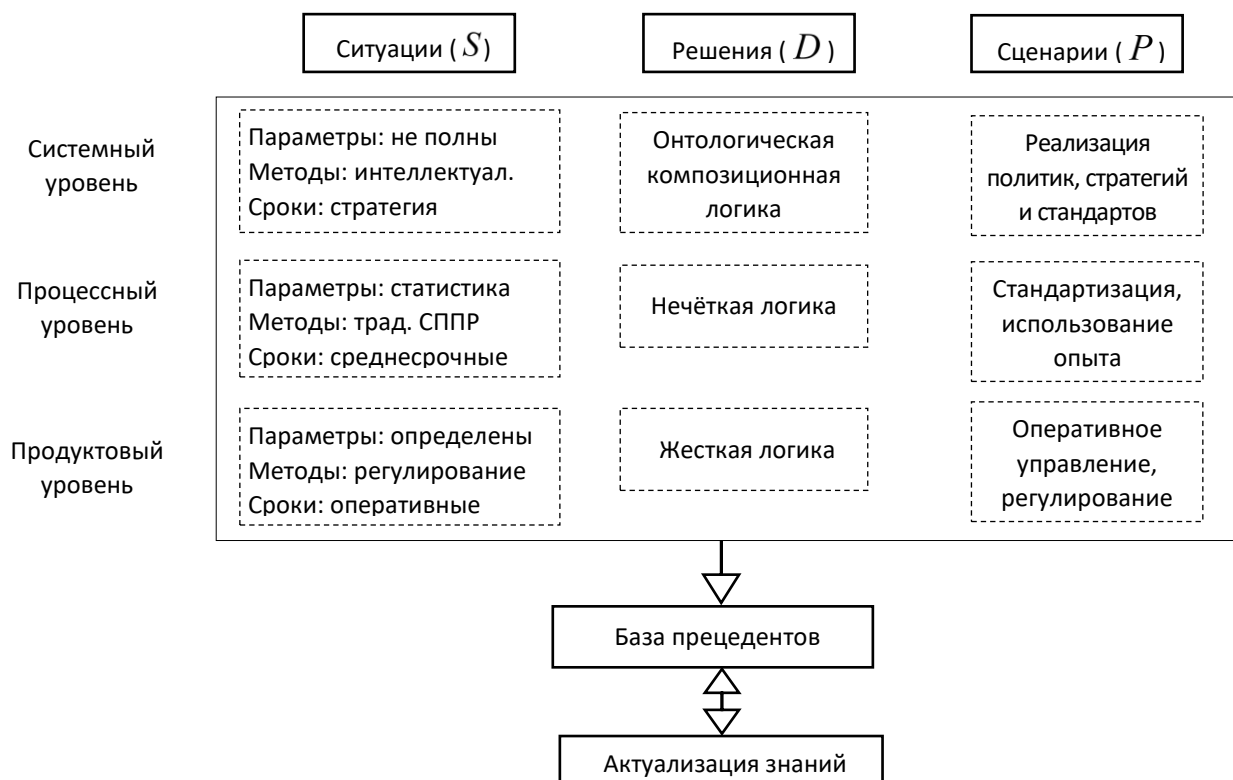


Рис. 1. Контекстно-зависимая модель принятия решений (по уровням)

Fig. 1. Context-dependent decision-making model (by levels)

При построении модели в описанном методе предполагается формализация для уровней ситуации, решений и сценариев как множеств, содержащих, соответственно, ситуации, решения и сценарии, так и соответствующие им множества характеристик, мер, критериев и оценок. Для

преобразования множеств вводятся такие виды переходов от исходной ситуации к целевой, как автоматические (решение не требуется), однократные, двухтактные и трёхтактные (по числу уровней решения) [Конев, 2024]. Но для организации цифрового двойника недостаточно построения только необходимых множеств. Требуется модель функции, которая позволит по характеристикам элемента модели (ситуации, решения или сценария), множеству мер и критериев, с учётом обстоятельств времени и места определить нужный компонент. Для этого введём понятие критериальной функции и построим теоретико-множественную модель.

Теоретико-множественная модель критериальной функции для процесса принятия решений при формировании цифрового двойника процесса обеспечения качества

Введём понятие критериальной функции (в терминах теории принятия решений – функция выбора) $f(V^e)$, обеспечивающей переход между уровнями иерархии модели (ситуация $\rightarrow$ решение $\rightarrow$ сценарий) на основе множества правил V^e . Индекс e указывает уровень применения функции от ситуации до сценария.

Для формирования $f(V^e)$ необходимо сформировать множества характеристик (Ch), мер (L) и критериев (Cr) [Алейникова, 2022].

Формально выбор решения $d \in D^S$ для ситуации $s_j \in S$ осуществляется критериальной функцией f , которая учитывает не только характеристики, меры и критерии, но и контекст времени и места: $f(Ch^S, Cr^S, L^S, T^S, Dep^S) \rightarrow D^S$. Для типовых ситуаций, где все компоненты определены, переход детерминирован. Индексы в множествах T и Dep могут опускаться, если контекст един для всех уровней. Важным достоинством такой формализации является представление всех компонент (ситуаций, решений, сценариев) в виде структурированных множеств (таблиц БД), что создаёт основу для программной реализации цифрового двойника [Boschert, 2016], где задача ЛПП сводится к обработке лишь нетипичных случаев, где часть множеств не определена.

Для нетиповых и кросс-уровневых ситуаций требуется генерация дополнительных элементов Ch , L , Cr (например, методами машинного обучения) или учёт сложных отношений между уровнями, отличных от обобщения.

По аналогии с ситуацией для уровня решения ($e = D$) формируется подмножество решений D^S и далее на основе $Ch^D, Cr^D, L^D, T^D, Dep^D$ формируется определение нужного решения, т. е. переход с уровня ситуаций (множество S) на уровень решений (множество D).

Общее аналитическое выражение критериальной функции для упорядоченного множества уровней:

$$f(V^e) = (Ch^e, Cr^e, L^e, T^e, Dep^e). \quad (1)$$

Для подмножества элементов, соответствующих конкретному элементу вышестоящего уровня $e-1$: $El(e)^{e-1} = f(Ch^{e-1}, Cr^{e-1}, L^{e-1}, T^{e-1}, Dep^{e-1})$, где $El(e)$ – множество, соответствующее индексу e .

Данная формализация позволяет полностью определить цифровой двойник бизнес-процесса: все компоненты (ситуации, решения, сценарии) представляются в виде структурированных множеств (таблиц БД), наполняемых данными и операциями (сравнение, вычисление). Задача ЛПП сводится к обработке нетипичных ситуаций, где часть множеств не определена, и к оценке адекватности принятых решений.

Предложенная теоретико-множественная формализация критериальной функции $f(V^e)$ создаёт математический базис для построения адаптивных СППР в сфере обеспечения качества, что показывает путь к преодолению системных барьеров традиционных подходов к управлению:

– выражение (1) применимо ко всем уровням иерархии принятия решений, что обеспечивает *согласованность* компонентов системы;

- возможность генерации дополнительных элементов множеств Ch , L , Cr для нетиповых ситуаций позволяет системе *работать в условиях неопределённости*;
- представление всех компонент как структурированных множеств (таблиц БД) с операциями сравнения и вычисления в виде цифрового двойника формирует условия для программной реализации, создавая *основу для объяснимых выводов* системы;
- разработанная структура СППР обеспечивает разделение ответственности между решателем, базой знаний и подсистемой сбора информации при сохранении их тесной интеграции, обеспечивая *актуальность* данных.

Однако статическая модель критериальной функции, даже с учётом возможности генерации новых элементов множеств, не решает проблему непрерывной актуализации знаний в условиях изменяющейся производственной среды. Функции принадлежности $\mu(ch_i^e)$, правила Cr^e и даже состав множеств Ch^e, L^e могут устаревать, что снижает адекватность принимаемых решений.

Для преодоления этого ограничения необходимо ввести механизм обратной связи, фиксирующий результаты принятых решений и их последствия, и использовать эту информацию для самообучения системы. Таким механизмом является цифровой след – совокупность записей о ситуациях, выбранных решениях, результатах их реализации и экспертных оценках эффективности.

Переход к интеграции цифрового следа в модель критериальной функции рассмотрен в следующем параграфе.

Значимым отличием цифрового двойника от статической цифровой модели является способность к эволюции вместе с физическим объектом, что предполагает наличие у модели свойства динамической актуальности [Шевчук, 2023].

В контексте данной статьи под цифровым двойником бизнес-процесса понимается тройка $\langle M_{ph}, M_v, Cn \rangle$, где: M_{ph} – физический бизнес-процесс (источник данных через ERP/MES, журналы событий, показатели качества), M_v – виртуальная модель, представленная онтологическим пространством O с множествами характеристик, мер, критериев и решений, Cn – (реализация решений) с периодичностью не реже одного раза в смену.

Для обеспечения обратной связи в условиях изменяющейся производственной среды в структуру СОП интегрирован механизм цифрового следа (Df). В отличие от статических журналов событий, цифровой след в рамках предложенной онтологии формализуется как подмножество зафиксированных ситуаций, принадлежащих онтологическому пространству предприятия O :

$Df = \{s_1, \dots, s_n\} \subseteq O$, где $s_i \in S$ – элемент множества ситуаций, принадлежащий онтологии предприятия O .

Каждая запись цифрового следа df_i интерпретируется как структурированный прецедент: $cs_i = \langle s_j, d_j, r_j, es_j \rangle$, где s_j – описание ситуации, d_j – принятое решение, r_j – результат реализации, es_j – экспертная оценка эффективности.

Функционирование механизма основано на парадигме рассуждений на основе прецедентов (Case-Based Reasoning). При возникновении новой ситуации s_k система осуществляет поиск наиболее релевантных прецедентов в множестве Df , максимизируя функцию подобия $\text{sim}(s_k, cs_j) \rightarrow \max$, где мера схожести sim рассчитывается на основе онтологического расстояния и весовых коэффициентов значимости характеристик.

Адаптация параметров модели осуществляется посредством рекуррентной коррекции функций принадлежности нечёткой логики. Для обеспечения устойчивости системы к дрейфу производственных параметров вводится поправочный коэффициент $C(Df)$, определяемый статистическими методами агрегации данных цифрового следа. Модифицированная функция принадлежности принимает вид:

$$\mu(ch_i^S) = \mu(ch_i^S) \cdot C(Df), \quad (2)$$

где ch_i^S – характеристика ситуации.

Данный механизм позволяет реализовывать непрерывное самообучение системы. Например, при выявлении статистически значимого отклонения частоты дефектов от нормативных значений, коэффициент $C(Df)$ корректирует пороговые значения функции принадлежности для параметра «критический уровень», обеспечивая превентивную активацию контрольных процедур.

Таким образом, цифровой след трансформирует СППР из пассивного инструмента фиксации данных в активную самообучающуюся систему, обеспечивая соответствие цифрового двойника актуальному состоянию производственного процесса [Qi, 2018].

Методика применения цифрового двойника и теоретико-множественной модели

Формализованная теоретико-множественная модель требует архитектурного воплощения для обеспечения функциональной целостности системы. Описание структуры СППР позволяет явно определить зоны ответственности вычислительных модулей и контуры обмена данными, что критически важно для верификации работоспособности цифрового двойника в реальной производственной среде. На основе предложенной теоретико-множественной модели и механизма цифрового следа сформирована архитектура цифрового двойника на основе СППР (рис. 2).

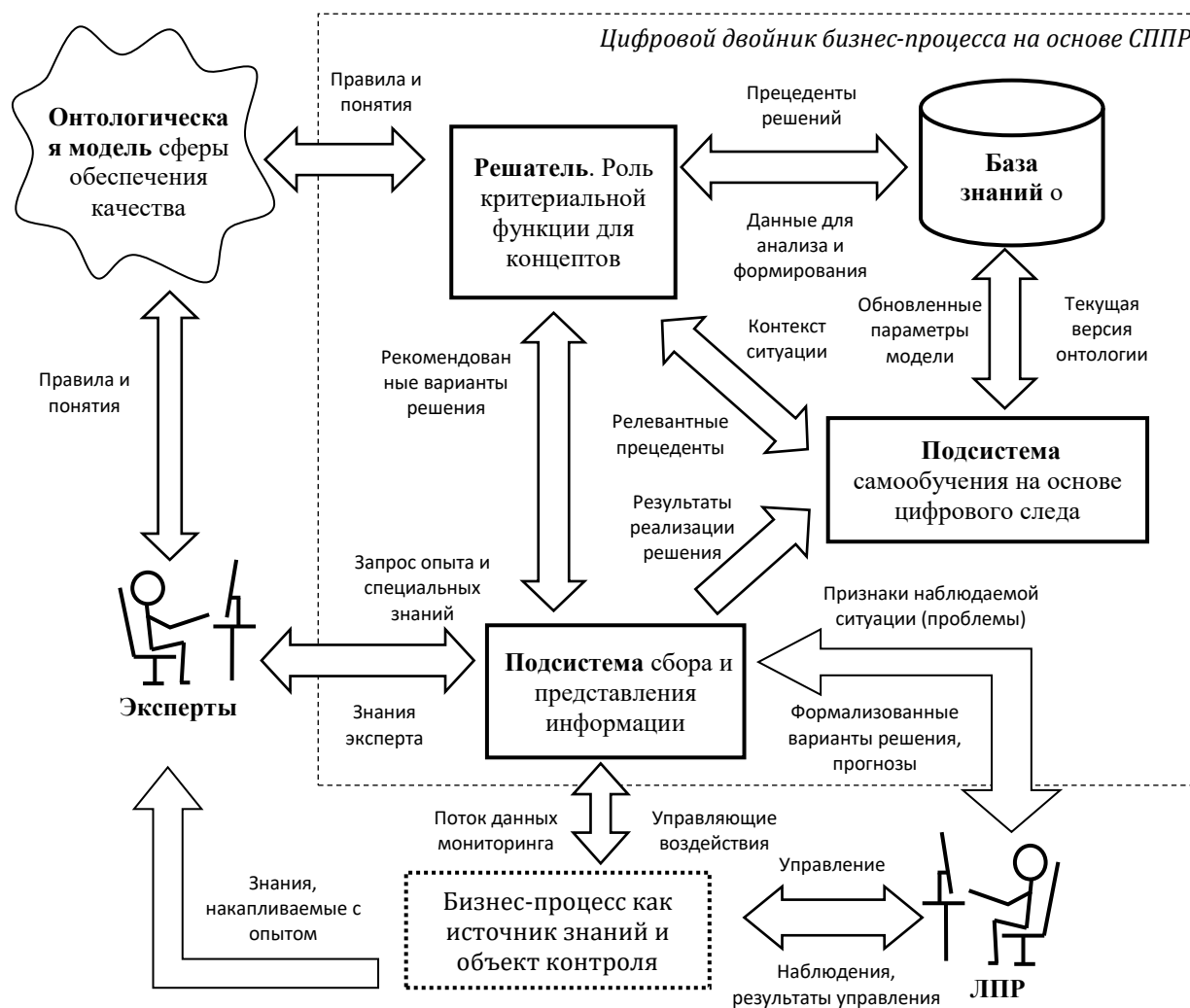


Рис. 2. Архитектура цифрового двойника на основе СППР
Fig. 2. Architecture of a digital twin based on a decision support system

Система включает четыре основных внутренних компонента:

- Решатель является ядром цифрового двойника, реализующим критериальную функцию $f(V^e)$ для концептов $e = \{S, D, P\}$. Обеспечивает переход между уровнями иерархии, выбор конкретных элементов множеств, генерацию рекомендаций и прогнозов.
- База знаний о качестве хранит онтологические модели, правила Cr^e , характеристики Ch^e , меры L^e , а также накопленные прецеденты, образуя цифровую модель бизнес-процесса.
- Подсистема сбора и представления информации обеспечивает интерфейс с внешними источниками данных, агрегацию информации из бизнес-процессов (мониторинг состояния физического объекта), визуализацию результатов для ЛПР, включая прогнозы последствий альтернативных решений.
- Подсистема самообучения на основе цифрового следа – ключевой элемент, обеспечивающий адаптивность и эволюцию цифрового двойника за счёт обновления базы знаний на основе контекста ситуации.

Внешние элементы системы:

- Онтологическая модель сферы обеспечения качества – формальное описание предметной области, связанное двусторонней связью с решателем для логического вывода и согласования уровней.
- Эксперты взаимодействуют с решателем (валидация рекомендаций, настройка параметров) и базой знаний (пополнение правил, коррекция онтологии). Получают информацию о состоянии бизнес-процесса.
- Лицо, принимающее решения (ЛПР) получает рекомендации и прогнозы от подсистемы представления информации, взаимодействует с решателем для анализа альтернативных сценариев, реализует выбранные решения в бизнес-процессе.
- Бизнес-процесс выступает одновременно как физический объект контроля (источник первичных данных о качестве) и как получатель управляющих воздействий от ЛПР, обеспечивая двустороннюю связь с цифровым двойником.

Предложенная архитектура обеспечивает интеграцию статических онтологических знаний и динамических механизмов самообучения, создавая технический базис для реализации адаптивного цифрового двойника [Negri, 2017].

Наличие структурированной системы позволяет перейти от вопросов проектирования к методологии её практического использования. В следующем подразделе представлен алгоритм применения СОП для поддержки принятия решений.

В отличие от традиционных СППР, где модель пассивно отражает состояние объекта, цифровой двойник на основе СОП выступает активным участником процесса принятия решений. Он обеспечивает виртуальное тестирование альтернативных сценариев и непрерывную актуализацию параметров модели на основе цифрового следа, что позволяет реализовать замкнутый контур управления, где каждое решение обогащает базу знаний системы.

На основе формализованной в разделе 2 модели разработан алгоритм принятия решений с использованием цифрового двойника (рис. 3), включающий следующие этапы:

1. Идентификация ситуации в цифровом двойнике:

- Сбор данных из ERP/MES-систем и нормативных документов в виртуальную модель;
- Классификация ситуации как типовая/нетиповая/кросс-уровневая средствами онтологии цифрового двойника;
- Формирование кортежа $s_i = \langle Ch^S, Cr^S, L^S \rangle$ в пространстве состояний двойника.

2. Выбор метода принятия решений:

- Для типовой ситуации: жёсткие правила «ЕСЛИ-ТО» из базы знаний двойника;
- Для нетиповой: нечёткий вывод $d_{fuzzy}^S = \text{agr} \max \sum_{i=0}^n \mu(ch_i^S) \tilde{ch}_i^S w_i$ с динамической настройкой функций принадлежности, где $\tilde{ch}_i^S$ – нормализованное значение по мере l_i^S (в зависимости от её типа);

- Для кросс-уровневой: согласование через онтологические «мосты» $d_{cross}^s = \bigcup f_u(s)$

между уровнями модели двойника.

3. Формирование сценария реализации:

- Генерация множества P^{DS} возможных сценариев в виртуальной среде цифрового двойника;

- Выбор оптимального сценария p_k^{DS} по критериям эффективности с прогнозированием последствий.

4. Документирование и формирование цифрового следа:

- Запись решения в структурированном виде: $\langle s_j, d_j, r_j, es_j \rangle$ в хранилище прецедентов двойника;

- Обновление базы знаний и корректировка функций принадлежности (формула (2)).

5. Оценка эффективности:

Расчёт метрик системы, накапливающей опыт за счёт контура обратной связи цифрового двойника [Шведенко, 2020]:

- Точность идентификации (IA): $IA = \frac{N_{corr}}{N_{total}} * 100\%$, где N_{corr} – число корректно распознанных контекстов к N_{total} – общему числу, метрика для оценки корректности распознавания контекста;

- Согласованность: $K^{agr} : K^{agr} = \frac{L_{cosist}}{L_{total}} * 100\%$, где L_{cosist} – число ситуаций без конфликтов (согласованных) к L_{total} – общему числу, метрика для оценки согласованности между уровнями управления.

- Объяснимость (XAI): $XAI = \frac{M_{expl}}{M_{total}} * 100\%$, где M_{expl} – число выводов, признанных прозрачными и объяснимыми к M_{total} – общему числу, метрика для оценки прозрачности выводов для ЛПР.

- Актуальность (K^{rel}): $K^{rel} = 1 - \frac{K_{outdt}}{K_{total}}$, где K_{outdt} – число актуальных по результатам последней проверки записей цифрового следа к K_{total} – общему числу, метрика для оценки своевременности обновления правил на основе цифрового следа.

- Оперативность (V^{DM}): $V^{DM} = \frac{\sum_{i=0}^n t_i}{N_{des}}$, где t_i – время цикла «ситуация → решение» для i -го случая к N_{des} – общему числу решений, метрика для оценки времени реакции системы.

Предложенные метрики являются количественными индикаторами для запуска процедур самообучения. Например, снижение K^{rel} (актуальности знаний) ниже установленного порога служит триггером для автоматического пересмотра правил на основе анализа цифрового следа, а падение IA (точности идентификации) инициирует запрос на экспертную валидацию онтологии.

Таким образом, система метрик замыкает контур адаптивного управления, превращая СППР из пассивного измерителя в активного участника процесса непрерывного улучшения.

Предложенный алгоритм реализует принцип непрерывного обучения цифрового двойника: каждый цикл принятия решений обогащает модель новыми прецедентами и корректирует её параметры, что обеспечивает эволюцию цифрового двойника синхронно с изменениями физического бизнес-процесса.

Для обеспечения динамического обновления цифрового двойника в условиях изменяющейся производственной среды введён механизм операций над компонентами онтологической модели (табл. 2). Данные операции реализуются подсистемой самообучения на основе анализа записей цифрового следа.

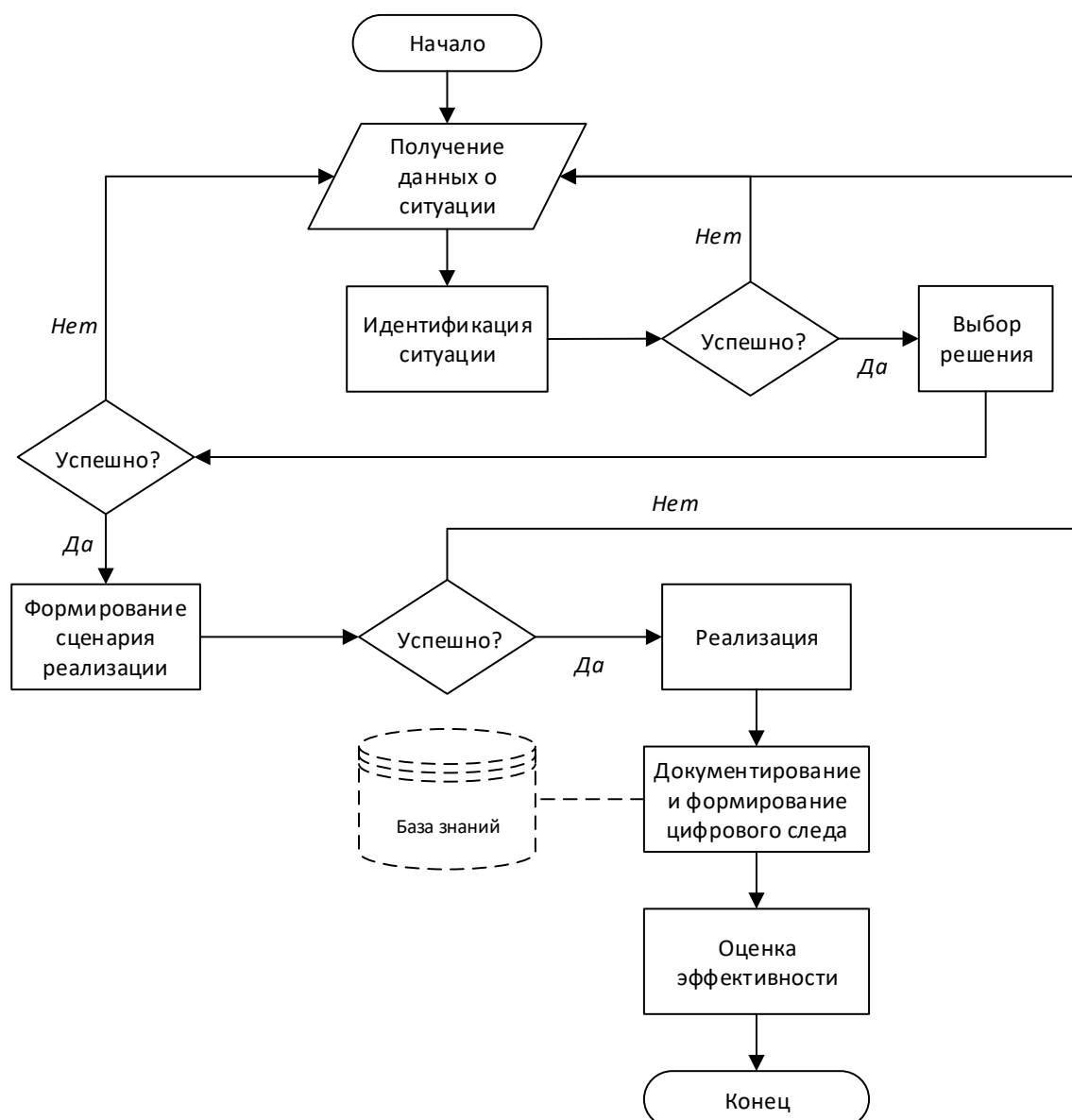


Рис. 3. Алгоритм принятия решений с использованием цифрового двойника
Fig. 3. Decision-making algorithm using a digital twin

Таблица 2
Table 2

Операции над компонентами и правилами СОП
Operations on components and rules of the SOA

Операция	Компоненты (Cm)	Правила (Cr)
Создание	$Cm = Cm \cup \{cm^{new}\}$	$Cr = Cr \cup \{cr^{new}\}$
Удаление	$Cm = Cm \cap \neg\{cm^{del}\}$	$Cr = Cr \cap \neg\{cr^{del}\}$
Обновление	$Cm = (Cm \cap \neg\{cm^{old}\}) \cup \{cm^{upd}\}$	$Cr = (Cr \cap \neg\{cr^{old}\}) \cup \{cr^{upd}\}$

Под компонентами (Cm) понимаются элементы онтологического пространства цифрового двойника, включающие:

– Характеристики (Ch^e) – характеристики ситуаций, решений и сценариев образующие концепты онтологии (например, «температура», «скорость обработки», «уровень дефектности»);

- Меры (l^e) – количественные и качественные оценки характеристик, также образующие концепты (нормативные значения, допуски, пороги);
- Функции принадлежности (μ) – параметры нечётких множеств, определяющие градации концептов («низкий», «средний», «критический»);
- Онтологические отношения (R) – связи между концептами (иерархия, причинно-следственные зависимости, агрегация).

Все компоненты хранятся в виде структурированных записей онтологии предприятия $O = \langle C, R, F \rangle$, где F – функции интерпретации, заданные на концептах и отношениях [Gruber, 1993].

Рассмотрим механизм обновления нечётких множеств и правил. Обновление компонентов нечётких множеств осуществляется на основе статистического анализа цифрового следа. При выявлении систематических отклонений между прогнозируемыми и фактическими результатами система корректирует параметры функций принадлежности, т. е. согласно выражению (2):

$$\mu^{new}(ch_i^S) = \mu^{old}(ch_i^S) \cdot C(Df), \quad (3)$$

где $C(Df)$ – поправочный коэффициент, рассчитываемый как отношение частоты фактических событий к ожидаемой частоте за период T .

Например, если дефекты по параметру «температура» возникают при значениях на 10 % ниже установленного порога «критический», коэффициент $C(Df) = 0,9$ корректирует функцию принадлежности, снижая порог срабатывания контроля.

Обновление правил (Cr) происходит при изменении логических зависимостей между компонентами. Например, если анализ цифрового следа показывает, что правило «ЕСЛИ полнота заполнения документа $< 90\%$, ТО назначить ответственного за доработку» перестаёт предотвращать дефекты, система инициирует процедуру пересмотра условия (например, изменение порога до 85 % или назначение дополнительного контроля) с последующей экспертной валидацией.

Подсистема самообучения реализует замкнутый контур актуализации знаний (рис. 4):

1. *Мониторинг*: непрерывный сбор записей цифрового следа $df_i = \langle s_j, d_j, r_j, es_j \rangle$

о принятых решениях и их результатах.

2. *Анализ*: выявление паттернов и аномалий методами статистического контроля и машинного обучения.

3. *Генерация обновлений*: формирование предложений по операциям создания, удаления или обновления компонентов на основе выявленных паттернов.

4. *Валидация*: экспертное подтверждение критических изменений онтологии и правил (для операций удаления и обновления).

5. *Применение*: внесение изменений в базу знаний цифрового двойника с версиями модели.

Операции над компонентами обеспечивают эволюцию цифрового двойника синхронно с физическим бизнес-процессом. В отличие от статических моделей, цифровой двойник на основе СОП накапливает опыт в виде цифрового следа и использует его для:

- адаптации параметров модели к изменяющимся условиям производства;
- выявления устаревших правил и их замены на актуальные;
- обнаружения новых закономерностей и формирования дополнительных концептов онтологии [Järvenpää, 2019].

В результате цифровой след трансформируется из пассивного журнала событий в активный инструмент управления жизненным циклом модели цифрового двойника.

Предложенный механизм операций над компонентами обеспечивает формализованный подход к самообучению цифрового двойника. Интеграция онтологического моделирования, нечёткой логики и анализа цифрового следа позволяет реализовать непрерывную актуализацию знаний без нарушения целостности модели.

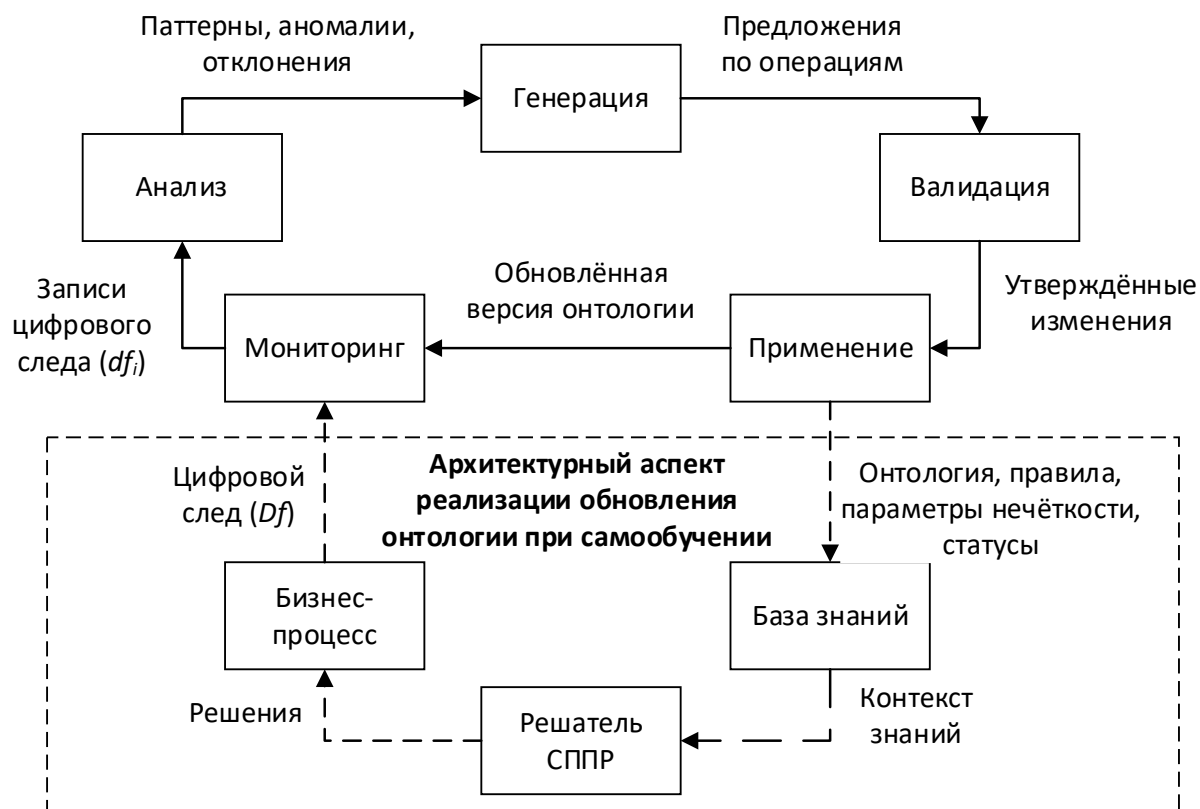


Рис. 4. Функциональный контур самообучения цифрового двойника на основе цифрового следа
Fig. 4. Functional self-learning loop of the digital twin based on the digital footprint

Таким образом, разработана архитектура СППР на основе СОП, включающая решатель, базу знаний, подсистему сбора информации и механизм самообучения. Предложен алгоритм принятия решений с использованием цифрового двойника, обеспечивающий замкнутый контур управления качеством. Описанные операции над компонентами модели создают техническую основу для практической реализации адаптивного цифрового двойника бизнес-процесса обеспечения качества. Переход к практической апробации методики представлен далее.

Пример использования методики: оценка качества документооборота на основе СОП

Для верификации предложенной теоретико-множественной модели и алгоритма принятия решений проведена практическая апробация методики на примере оптимизации документооборота промышленного предприятия. Выбор данной предметной области обусловлен наличием всех трёх уровней управления (оперативный, тактический, стратегический) и высокой степенью неопределённости в процессах согласования документов.

Рассмотрим применение СОП для оценки и улучшения качества документооборота на промышленном предприятии. Выделим две ситуации:

s_1 : документооборот для оперативного управления (цех, отдел);

s_2 : документооборот для тактического управления (управление предприятием).

Для каждой ситуации сформированы множества характеристик, мер и критериев в соответствии с моделью из раздела 2 (табл. 3).

Для ситуации s_2 : полнота заполнения 80 %, удовлетворённость пользователей –4 балла. Согласно критерию cr_2 , ситуация классифицирована как нетиповая, что требует применения нечёткого вывода.

Остальные характеристики в пределах нормы: $ch_1 = 6$ ч, $ch_3 = 1$ шт.

Таблица 3
Table 3

Формализация компонентов модели для задачи документооборота
Formalization of model components for the document flow task

Компонент	Обозначение	Значение / Описание
Характеристики	Ch^S	ch_1 : скорость обработки (часы); ch_2 : полнота заполнения (%); ch_3 : количество ошибок (шт.); ch_4 : удовлетворённость (баллы 1–10)
Меры	L^S	l_1 : [0, 48] час; l_2 : [0, 100] %; $l_3 \geq 0$ шт.; l_4 : [1, 10] баллов
Критерии	Cr^S	cr_1 : « $ch_2 \geq 90\%$ И $ch_4 \geq 7 \rightarrow d_1$ »; cr_2 : « $ch_2 < 90\%$ ИЛИ $ch_4 < 7 \rightarrow d_2$ »; cr_3 : « $ch_1 > 32$ ч. И $ch_3 > 5$ И $ch_4 < 4 \rightarrow d_3$ »;
Решения	D^S	d_1 : гибридный обмен; d_2 : внедрение СЭД; d_3 : интеграция в ERP

Шаг 1. Идентификация ситуации.

Согласно критериям из табл. 3 выполняется cr_3 . Ситуация классифицируется как нетиповая, требуется нечёткий вывод.

Шаг 2. Выбор метода.

Активирована функция нечёткого вывода. Веса критериев $w_2 = 0.6$ (приоритет полноты заполнения) и $w_4 = 0.4$ (удовлетворённость) установлены экспертами.

Функции принадлежности заданы заранее $\mu(ch_2) = 0.3$ (недостаточная полнота 80 %, надо $ch_2 \geq 90$ %), $\mu(ch_4) = 0.2$ (удовлетворённость низкая – 4 балла, надо $ch_4 \geq 7$).

Шаг 3. Расчёт и выбор решения.

В соответствии с теоретико-множественной моделью, описанной в разделе 2, для нетиповых ситуаций используется модифицированный аддитивный критерий, где оценка решения определяется как взвешенная сумма степеней принадлежности текущей ситуации к проблемным областям, скорректированная на экспертные оценки эффективности каждого решения по соответствующим критериям, определяемые по весу влияния. Расчёт интегральных оценок по каждому решению показан в табл. 4.

Таблица 4
Table 4

Оценки по решениям
Decision estimates

Решение	Влияние на характеристики		Расчёт	Интегральная оценка
	ch_2	ch_4		
d_1 (гибридный)	0,90	0,50	$0,3 \cdot 0,90 \cdot 0,6 + 0,2 \cdot 0,50 \cdot 0,4$	0,202
d_2 (СЭД)	0,90	0,95	$0,3 \cdot 0,90 \cdot 0,6 + 0,2 \cdot 0,95 \cdot 0,4$	0,504
d_3 (ERP)	0,95	0,65	$0,3 \cdot 0,95 \cdot 0,6 + 0,2 \cdot 0,65 \cdot 0,4$	0,353

Результат: лучшее решение с оценкой 0,504 соответствует внедрению СЭД (d_2), что согласуется с экспертной оценкой для данного типа ситуации.

После реализации решения d_2 (внедрение СЭД) в физическом бизнес-процессе сформирована запись цифрового следа вида: $df_1 = \langle s_2, d_2, r_1, e_1 \rangle$, где s_2 = «документооборот для тактического управления» – идентификатор ситуации, d_2 – идентификатор решения, r_1 = «через 3 месяца: рост полноты заполнения ch_2 на 12 %, рост удовлетворённости на 3 балла» –

результат реализации, $e_1 = 0,85$ по шкале от 0 до 1 – экспертная оценка последствий решения или точности прогноза.

При накоплении $N = 50$ записей цифрового следа выявлено, что в 80 % случаев внедрение СЭД приводит к росту удовлетворённости. На основании этого выполнена коррекция функции принадлежности для характеристики «удовлетворённость» согласно выражению (3): $\mu^{new}(ch_4^S) = \mu^{old}(ch_4^S) * 1.15$, где поправочный коэффициент $C(Df) = 1,15$ рассчитан как отношение фактической частоты положительных результатов к ожидаемой, что повышает чувствительность системы к параметрам удовлетворённости при будущих решениях, реализуя принцип самообучения цифрового двойника.

Для количественной верификации методики применены пять метрик (табл. 5), рассчитанные по результатам пилотного внедрения на расширенной выборке из 50 ситуаций (подобных рассмотренной выше) на трёх бизнес-процессах предприятия (документооборот, аудит качества, управление несоответствиями).

Таблица 5
Table 5

Результаты оценки эффективности СОП
Results of evaluating the effectiveness of the SOA

Метрика	Значение	Порог	Интерпретация
Точность идентификации (IA)	94 %	> 90 %	Система корректно классифицирует 47 из 50 ситуаций
Согласованность (K^{agr})	96 %	> 95 %	2 из 50 решений потребовали межуровневого согласования
Объяснимость (XAI)	100 %	= 100 %	Все решения сопровождалось текстовыми отчётами и таблицами
Актуальность знаний (K^{rel})	89 %	> 85 %	11% правил не обновлялись более 90 дней (требуют ревизии)
Оперативность (V^{DM})	12 мин	< 30 мин	Среднее время цикла «ситуация → решение»

Анализ результатов:

- высокие значения V^{DM} и K^{agr} подтверждают корректность онтологической модели и критериальной функции;
- показатель $XAI = 100\%$ демонстрирует преимущество СОП перед «чёрными ящиками» машинного обучения в задачах, требующих аудита решений;
- значение $K^{rel} = 89\%$ указывает на необходимость настройки периода автоматического анализа цифрового следа (рекомендуется сократить с 90 до 60 дней);
- оперативность $V^{DM} = 12$ мин удовлетворяет требованиям тактического уровня управления (норматив ≤ 30 мин).

Проведённая апробация подтвердила работоспособность предложенной методики. Теоретико-множественная модель успешно формализует разнородные компоненты процесса принятия решений. Механизм цифрового следа обеспечивает объективную актуализацию знаний без нарушения целостности модели. Система метрик позволяет количественно оценивать преодоление системных барьеров (несогласованность, неопределённость, необъяснимость, неактуальность). Цифровой двойник эволюционирует синхронно с физическим бизнес-процессом, что подтверждается ростом метрики K^{rel} .

Результаты примера демонстрируют, что СОП создаёт методологическую основу для построения адаптивных систем поддержки принятия решений в сфере обеспечения качества, готовых к промышленному внедрению в условиях цифровой трансформации.

Заключение

В статье разработана концепция применения СОП для формирования цифрового двойника бизнес-процесса в сфере обеспечения качества. Предложена теоретико-множественная модель критериальной функции, обеспечивающая адаптивный переход между уровнями принятия решений с учётом обстоятельств времени и места. Очень важным элементом адаптивности является интеграция цифрового следа как механизма обратной связи для самообучения системы и актуализации онтологических знаний.

Практическая реализация проиллюстрирована на примере оценки качества документооборота, который показал возможности по: формализации разнородных методов обеспечения качества в едином онтологическом аппарате; адаптации выбора методов принятия решений под тип ситуации (типовая/нетиповая/кросс-уровневая), обеспечению объяснимости выводов, поддержке непрерывного совершенствования через механизм цифрового следа.

В статье показано, что СОП даёт возможность преодолеть системные барьеры, характерные для традиционных подходов. Разработанная методология создаёт основу для создания промышленного программного обеспечения нового класса – самонастраивающихся ассистентов по качеству. Такие системы, в отличие от существующих статистических пакетов или BIM-моделей [Згода, 2019], смогут не только диагностировать отклонения, но и предлагать контекстно-зависимые пути их устранения, накапливая экспертный опыт предприятия и тиражируя его без потери качества. Кроме того, данный подход открывает путь к реализации концепции «советующего производства» в рамках Индустрии 4.0 [Zhong, 2017].

Список литературы

- Алейникова К.А., Мокрозуб В.Г., Рыжков А.П., Дидрих В.Е. 2022. Формализация задачи поддержки принятия решений при управлении качеством функционирования структурного элемента деятельности в организационно-технической системе. *Вестник Тамбовского государственного технического университета*, 28(3): 376–386. DOI 10.17277/vestnik.2022.03. EDN RPUGRA.
- Антонов В.В., Конев К.А. 2022. Усовершенствование ситуационной методологии разработки систем поддержки принятия решений для предприятий. *Онтология проектирования*, Т.12, №4(46): 547–561. DOI:10.18287/2223-9537-2022-12-4-547-561.
- Вихман В.В., Ромм М.В. 2021. «Цифровые двойники» в образовании: перспективы и реальность. *Высшее образование в России*, 30(2): 22–32. DOI 10.31992/0869-3617-2021-30-2-22-32. EDN FODZSG.
- Вязилов Е.Д., Мельников Д.А., Минков О.А. 2024. Об использовании данных цифровых двойников в моделях, связанных с учетом воздействия окружающей среды на предприятия. *Автоматика и телемеханика*, 3: 60–72. DOI 10.31857/S0005231024030059. EDN TUQHLL.
- Згода Ю.Н., Шумилов К.А. 2019. Автоматизированное построение интерактивной визуализации BIM-моделей с отображением метаданных. *Архитектон: известия вузов*, 4(68): 16. EDN NZMGEC.
- Конев К.А., Антонов В.В. 2024. Поддержка принятия решений при обеспечении качества с использованием ситуационно-онтологического подхода, М.: Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 152 с. ISBN 978-5-466-08425-2. EDN SHBZGQ.
- Шведенко В.Н., Мозохин А.Е. 2020. Применение концепции цифровых двойников на этапах жизненного цикла производственных систем. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*, 20(6): 912–920.
- Шевчук Е.В., Шпак А.В. 2023. Цифровая трансформация управления качеством образовательных бизнес-процессов. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*, 20(2): 159–175. DOI 10.22363/2312-8631-2023-20-2-159-175. EDN JQUMLD.
- Avdeeva Z.K., Kovriga S.V., Lepskiy V.E., Raikov A.N., Slavin B.B., Zatsarinny A.A. 2020. The Distributed Situational Centers System as an Instrument of State and Corporate Strategic Goal-Setting in the Digital Economy. *IFAC-PapersOnLine*. 53-2: 17499–17504.
- Borshchev A., Filippov A. 2004. From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Techniques, Tools. *Proceedings of the 22nd International Conference of the System*

- Dynamics Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research. Proceedings of the 22nd International Conference of the System Dynamics Society, 2004, Oxford, England.
- Boschert S., Rosen R. 2016. Digital Twin – The Simulation Aspect. In *Mechatronic Futures: Challenges and Solutions for Mechatronic Systems and their Designers*. Springer, Cham. 59–74. DOI: 10.1007/978-3-319-32156-1_5.
- Cimino C., Negri E., Fumagalli L. 2019. Review of digital twin applications in manufacturing. *Computers in Industry*, 113: 103130. DOI: 10.1016/j.compind.2019.103130.
- Gruber T.R. 1993. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2): 199–220. DOI:10.1006/knac.1993.1008.
- Järvenpää E., Siltala N., Hylli O., Lanz M. 2019. The development of an ontology for describing the capabilities of manufacturing resources. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(2): 959–978. DOI 10.1007/s10845-018-1427-6. EDN IJWAT.
- Kritzinger W., Karner M., Traar G., Henjes J., Sihn W. 2018. Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11): 1016–1022. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.08.474
- Liu M., Fang S., Dong H., Xu C. 2020. Review of digital twin about concepts, technologies, and industrial applications. *Journal of Manufacturing Systems*, 58: 346–361. DOI: 10.1016/j.jmsy.2020.06.017.
- Negri E., Fumagalli L., Macchi M. 2017. A Review of the Roles of Digital Twin in CPS-based Production Systems. *Procedia Manufacturing*, 11: 939–948. DOI:10.1016/j.promfg.2017.07.198.
- Qi Q., Tao F. 2018. Digital Twin and Big Data in Smart Manufacturing. *IEEE Access*, 6: 35538–35548. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2849416.
- Tao F., Zhang H., Liu A., Nee A.Y.C. 2019. Digital Twin in Industry: State-of-the-Art. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(4): 2405–2415. DOI:10.1109/TII.2018.2877758.
- Zhong R.Y., Xu X., Klotz E., Newman S.T. 2017. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5): 616–630. DOI: 10.1016/J.ENG.2017.05.015.

References

- Aleynikova K.A., Mokrozub V.G., Ryzhkov A.P., Didrikh V.E. 2022. Formalization of the decision support problem in quality management of the functioning of a structural element of activity in an organizational and technical system. *Bulletin of Tambov State Technical University*, 28(3): 376–386. DOI: 10.17277/vestnik.2022.03. EDN RPUGRA. (in Russian).
- Antonov V.V., Konev K.A. 2022. Improvement of situational methodology for developing decision support systems for enterprises. *Ontology of Designing*, Vol.12, 4(46): 547–561. DOI:10.18287/2223-9537-2022-12-4-547-561. (in Russian).
- Vikhman V.V., Romm M.V. 2021. Digital Twins in Education: Prospects and Reality. *Higher Education in Russia*, 30(2): 22–32. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-2-22-32. EDN FODZSG. (in Russian).
- Vyazilov E.D., Melnikov D.A., Minkov O.A. 2024. On the use of digital twin data in models related to accounting for environmental impacts on enterprises. *Automation and Remote Control*, 3: 60–72. DOI: 10.31857/S0005231024030059. EDN TUQHLT. (in Russian).
- Zgoda Yu.N., Shumilov K.A. 2019. Automated construction of interactive visualization of BIM models with metadata display. *Architecton: Proceedings of Higher Education*, 4(68): 16. EDN NZMGEC. (in Russian).
- Konev K.A., Antonov V.V. 2024. Decision support in quality assurance using a situational-ontological approach. M.: Rusains, 152. ISBN 978-5-466-08425-2. EDN SHBZGQ. (in Russian).
- Shvedenko V.N., Mozokhin A.E. 2020. Application of the digital twin concept at the life cycle stages of production systems. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 20(6): 912–920. (in Russian).
- Shevchuk E.V., Shpak A.V. 2023. Digital transformation of quality management of educational business processes. *RUDN Journal of Informatization in Education*, 20(2): 159–175. DOI: 10.22363/2312-8631-2023-20-2-159-175. EDN JQUMLD. (in Russian).
- Avdeeva Z.K., Kovriga S.V., Lepskiy V.E., Raikov A.N., Slavin B.B., Zatsarinny A.A. 2020. The Distributed Situational Centers System as an Instrument of State and Corporate Strategic Goal-Setting in the Digital Economy. *IFAC-PapersOnLine*. 53-2: 17499–17504.
- Borshchev A., Filippov A. 2004. From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Techniques, Tools. Proceedings of the 22nd International Conference of the System

- Dynamics Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research. Proceedings of the 22nd International Conference of the System Dynamics Society, 2004, Oxford, England.
- Boschert S., Rosen R. 2016. Digital Twin – The Simulation Aspect. In *Mechatronic Futures: Challenges and Solutions for Mechatronic Systems and their Designers*. Springer, Cham. 59–74. DOI: 10.1007/978-3-319-32156-1_5.
- Cimino C., Negri E., Fumagalli L. 2019. Review of digital twin applications in manufacturing. *Computers in Industry*, 113: 103130. DOI: 10.1016/j.compind.2019.103130.
- Gruber T.R. 1993. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2): 199–220. DOI:10.1006/knac.1993.1008.
- Järvenpää E., Siltala N., Hylli O., Lanz M. 2019. The development of an ontology for describing the capabilities of manufacturing resources. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(2): 959–978. DOI 10.1007/s10845-018-1427-6. EDN IJWAT.
- Kritzinger W., Karner M., Traar G., Henjes J., Sihn W. 2018. Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11): 1016–1022. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.08.474
- Liu M., Fang S., Dong H., Xu C. 2020. Review of digital twin about concepts, technologies, and industrial applications. *Journal of Manufacturing Systems*, 58: 346–361. DOI: 10.1016/j.jmsy.2020.06.017.
- Negri E., Fumagalli L., Macchi M. 2017. A Review of the Roles of Digital Twin in CPS-based Production Systems. *Procedia Manufacturing*, 11: 939–948. DOI:10.1016/j.promfg.2017.07.198.
- Qi Q., Tao F. 2018. Digital Twin and Big Data in Smart Manufacturing. *IEEE Access*, 6: 35538–35548. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2849416.
- Tao F., Zhang H., Liu A., Nee A.Y.C. 2019. Digital Twin in Industry: State-of-the-Art. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(4): 2405–2415. DOI:10.1109/TII.2018.2877758.
- Zhong R.Y., Xu X., Klotz E., Newman S.T. 2017. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5): 616–630. DOI: 10.1016/J.ENG.2017.05.015.

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 14.04.2026

Поступила после рецензирования 27.08.2026

Принята к публикации 04.09.2026

Received April 14, 2026

Revised August 27, 2026

Accepted September 04, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Конев Константин Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизированных систем управления, Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Konstantin A. Konev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automated Control Systems, Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia

УДК 004.78,004.75

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-650-660

EDN WCWGZN

Web-ориентированные компьютерные системы для управления информационными ресурсами в образовательных учреждениях

Акапьев В.Л., Борисенко А.В., Ковалева Е.Г.

Белгородский юридический институт МВД России имени И.Д. Путилина,
Россия, 308024, г. Белгород, ул. Горького, д. 71
borisenko02.94@mail.ru

Аннотация. Стремительное развитие и внедрение цифровых решений во все сферы человеческой деятельности буквально обязывают современную систему образования переходить на инновационные технологии. Одной из основных функций, которую могут взять на себя информационные технологии в области образования, является управление информационными ресурсами в образовательных учреждениях. Они позволяют автоматизировать процессы, создавать единое информационное пространство и обеспечивать взаимодействие субъектов образовательного процесса. Однако разрозненность информационных ресурсов и их пространственная распределенность, отсутствие должной нормативно-правовой регламентации, технические аспекты, кадровые проблемы и недостаточное финансирование актуализируют проблему управления информационными процессами и ресурсами в рамках учебного заведения. С учетом отмеченного, статья посвящена изучению особенностей web-ориентированных компьютерных систем и некоторых аспектов их разработки и внедрения, которые позволяют повысить эффективность менеджмента информационных ресурсов в образовательных учреждениях.

Ключевые слова: образование, информация, информационный ресурс, web-система, данные, образовательные учреждения

Для цитирования: Акапьев В.Л., Борисенко А.В., Ковалева Е.Г. 2026. Web-ориентированные компьютерные системы для управления информационными ресурсами в образовательных учреждениях. *Экономика. Информатика*, 53(3): 650–660. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-650-660. EDN WCWGZN

Web-Based Computer Systems for Managing Information Resources in Educational Institutions

Viktor L. Akapiev, Alexander V. Borisenko, Ekaterina G. Kovaleva

I.D. Putilin Belgorod Law Institute of Ministry of the Interior of the Russian Federation,
71 Gorky St., Belgorod 308024, Russia
borisenko02.94@mail.ru

Abstract. In the context of rapid development and implementation of digital solutions in all spheres of human activity, modern education system faces the need to switch to innovative technologies. One of the main functions that Information Technologies can take on in the field of education is the management of information resources in educational institutions. They make it possible to automate processes, create a unified information space, and ensure interaction between participants in the educational process. However, the fragmentation of information resources and their spatial distribution, the lack of proper regulatory and legal framework, technical aspects, personnel issues, and insufficient funding have made the problem of managing information processes and resources within an educational institution more acute. This explains the timeliness of the study,

which is focused on the features of web-based computer systems and certain aspects of their development and implementation, which make it possible to improve the efficiency of information resource management in educational institutions.

Keywords: education, information, information resource, web system, data, educational institutions

For citation: Akapyev V.L., Borisenko A.V., Kovaleva E.G. 2026. Web-Based Computer Systems for Managing Information Resources in Educational Institutions. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 650–660 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-650-660. EDN WCWGZN

Введение

В течение последнего десятилетия информационные технологии стали основной движущей силой трансформации системы образования. В частности, Интернет и связанные с ним коммуникационные технологии создают основу для реализации более прогрессивных и передовых подходов к обучению [Максудов, Муллоджанов, 2022]. Бесспорно, что с появлением цифровых, инновационных технологий образовательные учреждения должны использовать те или иные информационные системы для реализации своих задач и управления множественными образовательными, организационными, педагогическими процессами.

В вузах все функции и весь процесс управления представляют собой открытую систему общего менеджмента. Она включает в себя управление академической успеваемостью, программами подготовки, курсами, оценками, дипломами, направление студентов на работу и т. д. Каждый функциональный отдел, участвующий в системе, имеет соответствующие специальные требования к информации, и между ними существуют разнообразные информационные связи. Все это интегрируется в масштабную информационную систему, которая не ограничивается только информацией об учащихся, а хранит в себе содержание лекционных материалов, административную информацию, данные о педагогах, курсах и т. д. и предоставляет ее в различных формах [Zatarain-Cabada et al., 2022]. Кроме того, информационное пространство оказывает другие услуги, необходимые в процессе обучения, такие как ориентация, навигация, коммуникация и управление приложениями.

Объекты и методы исследования

Структура информационных ресурсов (ИР) современного образовательного учреждения подробно описана в работах ряда авторов и может быть представлена как многоуровневая система [Зайцева, 2016], включающая различные компоненты, управление которыми требует дифференцированного подхода к обеспечению актуальности, безопасности и доступности [Хороших, Калугина, 2021]. В табл. 1 представлены ориентировочные составляющие информационных ресурсов и особенности управления ими в образовательных учреждениях.

В контексте формирования единой среды для информационных ресурсов можно выделить следующие четыре основных процесса управления ими:

1. Производство контента: включает создание нового контента или преобразование существующего материала в соответствующую электронную форму.

2. Организация контента: касается обслуживания информационной сети в информационном пространстве. Предусматривает помощь в организации учебного процесса и преподавании, а также разработку целевых информационных материалов под конкретные образовательные задачи.

3. «Использование контента» охватывает два аспекта: во-первых, возможные варианты применения материалов в разных ситуациях обучения и преподавания; во-вторых, инструменты, с помощью которых осуществляется доступ к контенту и его применение.

4. В рамках маркетинга контента осуществляется цифровая дистрибуция информационного контента. Дополнительно этот процесс регулирует права доступа, обеспечивает процедуры оплаты и подтверждение подлинности (сертификацию) контента.

Таблица 1
Table 1

Информационные ресурсы и особенности управления ими
в образовательных учреждениях
Information resources and their management features in educational institutions

Составляющие информационных ресурсов	Описание	Особенности / требования к управлению
Образовательный контент	Учебные материалы, презентации, методические пособия, видеолекции	– актуальность и своевременное обновление – контроль качества контента – лицензирование и авторские права
Электронные базы данных	Библиотеки, репозитории, каталоги научных работ	– централизованный доступ – надежное резервное копирование – система поиска и метаданных
Информационные системы и платформы	Системы управления обучением (LMS), электронные журналы, порталы	– интеграция с другими информационными системами – устойчивость к сбоям – безопасность и разграничение прав доступа
Персональные данные пользователей	Информация о студентах, преподавателях	– соответствие требованиям законодательства – шифрование и защита доступа – хранение с учетом сроков и категорий данных
Административные документы	Приказы, отчеты, графики, планы	– электронный документооборот – контроль версий – хранение в защищенных реестрах
Коммуникационные ресурсы	Электронная почта, чаты, форумы, системы оповещений	– архивация переписки – фильтрация и модерация контента – поддержка корпоративной этики
Аналитические данные и метрики	Успеваемость, посещаемость, активность на платформе	– анонимизация данных при анализе – визуализация и интерпретация – хранение с учетом конфиденциальности
Техническая документация	Руководства пользователей, регламенты, инструкции	– доступность для персонала – контроль изменений документации – актуализация при обновлениях ПО
Мультимедийные ресурсы	Фото, видео, аудиоматериалы, записи вебинаров	– согласие на использование изображений – оптимизация хранения – конвертация форматов
Инфраструктура хранения и передачи данных	Серверы, облачные хранилища, сетевые ресурсы	– надежность и масштабируемость – резервное копирование – контроль доступа и мониторинг нагрузки

Бесспорным является следующее: в контексте отмеченных процессов первостепенное значение приобретает организация и управление информационным пространством образовательного учреждения, обеспечивающее поддержку средств коллективной работы, доступных как для студентов, так и для преподавателей.

В процессе цифровой трансформации высшего образования требования к системам управления информационными ресурсами претерпевают значительные изменения [Silva et al., 2025]. Согласно данным Мониторинга цифровой трансформации высших учебных заведений

за 2024 год, более семидесяти процентов университетов сталкиваются с проблемами фрагментации информационной среды и дублирования данных при использовании множества специализированных систем [Успаева, Гачаев, 2024]. Этот факт подтверждает актуальность разработки интегрированных решений на основе веб-ориентированных компьютерных систем, способных обеспечить бесперебойное взаимодействие между разрозненными информационными массивами.

Изучая опыт управления информационными ресурсами в образовательных учреждениях [Sroor et al., 2026], можно отметить, что в настоящее время нет единой системы, с помощью которой можно было бы осуществлять управление этими ресурсами. Для решения данной проблемы целесообразным является использование веб-ориентированных компьютерных систем [Amghar et al., 2026].

Учитывая вышеизложенное, изучение вопросов, связанных с разработкой и использованием веб-ориентированных компьютерных систем, которые позволяют обеспечить обмен и управление информационными ресурсами учреждения образования, составляет важную научно-практическую задачу, которая и предопределила выбор темы данной статьи.

Высоко оценивая имеющиеся на сегодняшний день наработки, следует отметить некоторые дискуссионные моменты, которые не получили своего должного освещения в литературе. Так, отдельного внимания заслуживают вопросы согласованности между информационными ресурсами учреждения образования и его стратегией, а также влияние веб-систем управления информацией на воспринимаемую эффективность результатов обучения. Кроме того, с развитием информатизации образования в системе управления появляются новые функциональные требования, что приводит к частому добавлению новых функций и выпуску новых версий, что выдвигает на первый план проблемы сложной бизнес-логики, которые еще не решены.

Таким образом, цель статьи заключается в рассмотрении особенностей веб-ориентированных компьютерных систем для управления информационными ресурсами в образовательных учреждениях.

Результаты исследования

Особенности IMS для управления информационными ресурсами в образовательных учреждениях. Веб-ориентированные системы управления информационными ресурсами (Information Management Systems) в образовании представляют собой централизованные платформы, доступные через интернет-браузер. Их главная цель заключается в замене устаревших ручных методов (бумажные журналы, разрозненные Excel-файлы) автоматизированными процессами, что позволяет повысить эффективность работы административного и педагогического состава, обеспечить безопасность данных и улучшить качество образовательного процесса. Современные решения объединяют в себе функции электронных административных систем (EAS) и систем управления документами (DMS), создавая единое цифровое пространство учреждения.

Прежде всего, необходимо отметить, что IMS представляет собой человеко-машинную систему, которая использует системное мышление и современные коммуникационные технологии в качестве основных средств обработки и передачи информации [Sciarretta, 2025]. Она может предоставлять информационные услуги всем ключевым стейкхолдерам и пользователям. IMS является единой системой или интегрированной системой, то есть IMS осуществляет управление, начиная с общего состояния, полностью учитывает все факторы и обеспечивает обмен данными между всеми функциональными подразделениями учреждения образования с целью уменьшения избыточности данных, обеспечения их совместимости и согласованности [Писарева, 2024].

Можно отметить следующие преимущества использования IMS в образовательных учреждениях:

1. Применение веб-системы управления информацией снижает сложность управления и делает структуру организации более плоской.

2. IMS укрепляет каналы связи между различными структурными подразделениями учреждения образования, что позволяет ускорить работу прикладных систем и снижает затраты.

Проведя анализ публикаций и экспертных отчетов [Марцева и др., 2023; Zamikhovskiy et al., 2025], в которых рассматриваются характеристики, функционал и аппаратно-программные требования к IMS, можно выделить их следующие особенности.

Во-первых, IMS не имеет единого плана, координации между информационными ресурсами в образовательных учреждениях, обмен данными между системами и их интеграция находятся на низком уровне.

Во-вторых, содержание услуг системы однородно. Оно в основном ограничивается управлением учебным процессом, ведением академической документации и т. д. Однако практически отсутствует информационная система, которая бы непосредственно объединяла управление академическими степенями и образованием.

В-третьих, основными объектами обслуживания являются ректоры или студенты, обучающиеся в университете. Лишь ограниченное количество IMS обслуживают преподавателей и предоставляют широкий спектр услуг для академического сообщества.

Необходимый функционал IMS. Учитывая вышеизложенное, выделим ключевые функции IMS в образовательных учреждениях.

1. Планирование обучения. Это включает поиск соответствующей информации о предлагаемых курсах и учебной программе, выбор дисциплин и проверку выбора на соответствие учебной программе, временным ограничениям и т. д.

2. Использование онлайн-материалов курса в очных лекциях. В этом случае преподаватель представляет, объясняет и обсуждает материалы в присутствии студентов в лекционном зале. В контексте TeleTeaching онлайн-презентация синхронно транслируется в удаленные лекционные залы или на рабочие столы персональных компьютеров студентов [Шведова, 2022]. Обратный канал позволяет удаленным участникам задавать вопросы преподавателю.

3. Онлайн-использование учебных материалов на удаленных терминалах. Сюда относятся как индивидуальные траектории обучения, так и совместное обучение, при котором коммуникация в студенческой среде, а также между слушателями и преподавателями поддерживается компьютерной сетью.

4. Ведение личных дел сотрудников, учет нагрузок преподавателей, формирование расписаний, отпусков и командировок.

5. Электронная подача заявлений, приём документов, проведение вступительных испытаний, переводы между программами.

6. Сбор, хранение и анализ информации для самооценки, мониторинга показателей и подготовки к проверкам.

Проектирование и внедрение IMS в учреждении образования должно отвечать многоуровневым и многофункциональным требованиям, включая такие критически важные компоненты, как пользовательский интерфейс, управление внутренними службами и взаимодействие с базой данных [Xiaofeng, 2023]. Благодаря технологии веб-сервисов система получает возможность изолировать модули из различных функциональных областей, что может быть использовано для балансировки нагрузки, удобства обслуживания и масштабируемости. В табл. 2 представлены основные технические характеристики web-ориентированных систем управления информационными ресурсами в образовательных учреждениях.

Рассмотрим некоторые практические аспекты разработки IMS в сфере образования. IMS должна быть основана на трехслойной архитектуре, которая состоит из уровня пользовательского интерфейса (GUI), уровня бизнес-логики (веб-сервис) и уровня хранения данных (база данных). Интерфейс с системой реализуется путем входа пользователей через веб-браузер, где GUI реагирует на функции системы и действия пользователя. Бэкенд-управление сервисами отделяет запросы пользователей от операций базы данных с помощью веб-сервисов, что обеспечивает эффективный вызов и управление сервисами [Asabere, Kuworye, 2025].

Таблица 2
Table 2

Технические характеристики web-ориентированных систем управления
информационными ресурсами в образовательных учреждениях
Technical characteristics of web-based information resource management systems in educational institutions

Компонент	Описание / Назначение	Технологические решения / Протоколы
Архитектура	Многоуровневая структура системы с разделением функций	Клиент-сервер, трехзвенная (n-tier), RESTAPI, WebSocket
Презентационный уровень (UI)	Взаимодействие пользователя с системой через браузер	HTML5, CSS3, JavaScript (React, Vue, Angular)
Логический уровень (бэкенд)	Обработка бизнес-логики, управление ресурсами и данными	Node.js, Python (Django/Flask), Java (SpringBoot), PHP (Laravel)
Уровень хранения данных	Хранение образовательного контента, метаданных, журналов	PostgreSQL, MySQL, MongoDB, Redis, файловые хранилища (S3, NAS)
Модуль управления пользователями	Аутентификация, авторизация, управление ролями	JWT, OAuth2, LDAP, RBAC
Модуль управления контентом	Загрузка, редактирование, организация и поиск учебных материалов	SCORM, xAPI, редакторы, тегирование, полнотекстовый поиск
Документооборот	Электронные приказы, заявки, маршруты согласования	Электронная подпись, шаблоны, контроль доступа
Интеграция с внешними ИС	Обмен данными с другими образовательными и административными системами	RESTAPI, SOAP, SAML, OAuth2
Информационная безопасность	Защита персональных и образовательных данных	HTTPS (TLS 1.2+), AES-256, антивирус, журналы аудита
Резервное копирование и восстановление	Сохранение устойчивости системы и данных при сбоях	Snapshots, cron-резервирование, мониторинг целостности
Масштабируемость и устойчивость	Работа с высоким числом пользователей и отказоустойчивость	Docker, Kubernetes, балансировка нагрузки
Аналитика и отчетность	Сбор и визуализация данных об образовательных процессах	BI-инструменты, Grafana, Kibana, экспорт в Excel/PDF
Интерфейс и UX	Доступность и удобство взаимодействия для всех пользователей	Адаптивный дизайн, WCAG 2.1, мультиязычность
Соответствие нормативным требованиям	Юридическая и регуляторная совместимость	GDPR, ISO/IEC 27001, ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2012

Веб-системы для образовательных учреждений строятся по модульному принципу, что позволяет адаптировать их под конкретные задачи учебного заведения. Функциональные модули включают:

1. Управление студенческим контингентом.

Это ядро любой системы, которое охватывает:

– учет личных данных: централизованное хранение и обработка личных дел студентов и преподавателей;

– академический мониторинг: отслеживание успеваемости, посещаемости занятий, ведение журнала оценок. Исследования показывают, что автоматизация этих процессов снижает нагрузку на преподавателей и повышает мотивацию студентов благодаря прозрачности результатов;

– управление учебными планами: автоматическое формирование расписания, учет учебных часов, управление курсами и потоками.

2. Управление образовательным процессом.

Системы поддерживают сквозные образовательные циклы:

- обработка работ: онлайн-сдача заданий, проверка на плагиат, хранение репозитория работ. Например, в МИТ используется система Stellar для координации расписаний и предоставления доступа к учебным материалам;
- интерактивное взаимодействие: форумы, чаты, инструменты для совместной работы, которые способствуют развитию единой образовательной среды.

3. Управление документами и ресурсами.

Переход к «безбумажному» документообороту реализуется через:

- архивацию: построение древовидной структуры архивов, классификация документов по типам и категориям;
- публикацию материалов: создание и распространение учебных материалов через веб-интерфейс, управление библиотечными ресурсами и порталами знаний.

4. Финансовый учет и отчетность.

Современные системы включают модули для управления платежами, учета задолженностей, генерации финансовых отчетов и экспорта данных в Excel/PDF.

Эффективность веб-систем обеспечивается их архитектурными решениями. Эволюция вычислительных систем прошла долгий путь: от примитивных Gopher-серверов с текстовыми интерфейсами до изощренных объектно-ориентированных моделей. Характерный пример современного подхода – Intelligent Information Management System (ИИС), которая основана на клиент-серверной архитектуре. Ее разработка ведется с использованием фреймворков Spring Boot и Vue.js, а также SQL-баз данных.

Рекомендации по разработке LMS. На основе анализа требуемой функциональности можно сформулировать следующие рекомендации для разработчиков специализированного программного обеспечения для образовательных учреждений.

1. Современная LMS должна строиться на архитектуре, обеспечивающей масштабируемость, устойчивость и возможность эволюционного развития без кардинальных переписываний кода.

1.1. Облачная нативная (Cloud-Native) архитектура.

Отказ от on-premise решений в пользу облачной модели – базовая предпосылка успешной LMS. Это критически важно для интеграции с HRIS, QMS, CRM и другими корпоративными системами.

1.2. Контейнеризация и оркестрация.

Использование Docker для упаковки сервисов и Kubernetes для их оркестрации является промышленным стандартом. Kubernetes автоматизирует развертывание, масштабирование и управление контейнерами, обеспечивая заявленную устойчивость системы.

2. Функциональные требования: от хранения контента к управлению компетенциями. LMS больше не должна быть просто «полкой» с курсами. Ключевая задача – активное управление развитием пользователей.

2.1. Адаптивное обучение на основе искусственного интеллекта.

Главным трендом 2026 года является внедрение AI-движков. Рекомендуется реализовать:

- адаптивные траектории обучения: система анализирует роль пользователя, его предыдущие результаты и поведение, чтобы автоматически предлагать следующий наиболее релевантный модуль, исключая «лишний» контент;
- прогнозную аналитику: AI должен выявлять обучающихся «группы риска» (низкая вовлеченность, падение успеваемости) до того, как они провалят курс или нарушат compliance-требования;
- автоматическое выявление пробелов в навыках: система должна сопоставлять требуемые компетенции сотрудника с его текущими результатами и рекомендовать конкретные курсы;
- интеллектуальных ассистентов: AI-чат-боты для круглосуточной поддержки обучающихся, отвечающие на вопросы по материалам и помогающие с навигацией.

2.2. Геймификация и пользовательский опыт (UX).

Современный пользователь сравнивает LMS с consumer-grade приложениями (YouTube, Instagram). Если интерфейс неудобен, то и вовлеченность будет нулевой, поэтому:

- система должна быть полностью функциональна на смартфонах, поддерживать push-уведомления и офлайн-доступ;
- необходимо использовать микрообучение, основанное на поддержке коротких модулей (5–10 минут), которые можно пройти «в потоке работы», а не в выделенные часы;
- геймификация должна быть осмысленной: не просто баллы и значки, а сценарии, симуляции, командные достижения и прогресс, привязанный к реальным навыкам.

2.3. Управление компетенциями и связь с производительностью.

Архитектура LMS должна строиться вокруг навыков на основе компетентностного подхода, а не вокруг каталога учебных курсов, поэтому рекомендуется обеспечить:

- привязку курсов к конкретным компетенциям и функционалу в организации;
- интеграцию с системой управления эффективностью, чтобы результаты оценки (например, семестровые) автоматически генерировали назначения на обучение, а данные о завершении обучения отправлялись обратно в HR-профиль.

2.4. Специализированные функции для ИТ и технических дисциплин.

Если LMS используется в ИТ-компаниях или технических учебных заведениях, ключевое значение приобретают две функции. Во-первых, автоматизированная проверка кода: система должна запускать студенческие программы в изолированных Docker-контейнерах и самостоятельно оценивать их корректность. Во-вторых, интеграция с GitHub или GitLab, что даёт возможность связывать Pull Requests с учебными задачами и проводить автоматическое оценивание.

3. Безопасность и соответствие нормативным требованиям.

Разработка системы управления обучением (LMS) должна учитывать два ключевых требования. Во-первых, это неукоснительное соблюдение законодательства РФ о защите персональных данных. Во-вторых, соответствие стандарту ГОСТ Р 55750-2013, который регламентирует метаданные электронных образовательных ресурсов. Для учебных заведений это критически важно, так как обеспечивает совместимость систем и возможность эффективного поиска информации в образовательных средах.

4. Управление развертыванием и внедрением.

Самая совершенная с технической точки зрения система управления обучением не достигнет цели без правильно выстроенной стратегии её внедрения. Такая стратегия должна предусматривать:

- поэтапное развёртывание, исключая метод «большого взрыва». Инициация процесса осуществляется с пилотной группы объёмом 50–100 пользователей, что позволяет произвести отладку интеграционных механизмов и идентифицировать UX-проблемы до этапа масштабирования на масштаб всей организации;
- для администраторов должны быть предусмотрены возможности по-code настройки, включая интерфейсы drag-and-drop и конструкторы потоков. Реализация данного функционала позволит методистам и преподавателям самостоятельно управлять образовательным контентом и инициировать потоки студентов, минимизируя зависимость от участия разработчиков;
- консолидацию гетерогенных систем с целью формирования единого окна (single source of truth). Как демонстрирует пример Swiftbook, централизация распределённых учебных материалов (Google Docs, Zoom) в рамках единой LMS позволяет снизить административные издержки и упростить процедуры контроля качества обучения.

Чтобы LMS стала по-настоящему современной, нужно совместить несколько важных вещей: гибкую микросервисную архитектуру, искусственный интеллект, элементы игр и надёжную защиту данных. При этом платформа должна с самого начала работать в облаке, быть удобной для телефонов и использовать большие данные. Тогда она сможет не просто считать, кто и что прошёл, а помогать людям целенаправленно развивать свои навыки и знания.

Применение информационной системы в образовательном учреждении обосновывается, с одной стороны, необходимостью создания информационно-технологической базы управления, а с другой – обеспечением возможности взаимодействия различных субъектов образовательного процесса. Веб-сайт или веб-портал, выступая концептуальной основой информационной системы образовательного учреждения, представляют собой оптимальное решение для его информационного функционирования.

В результате анализа современных решений представляется возможным идентифицировать ряд ключевых направлений эволюционного развития систем управления образовательными ресурсами:

1. Одним из ключевых направлений развития становится интеграция искусственного интеллекта. Такие современные платформы, как IMS, уже начинают внедрять AI-функционал. В их число входят: интеллектуальный поиск по документам, автоматическая категоризация данных, чат-боты для консультаций студентов, а также автоматическая генерация цифровых учебных материалов.

2. Наблюдается переход к сервисной архитектуре, характеризующийся замещением монолитных систем наборами веб-сервисов, допускающими гибкую комбинаторику. Данный подход обеспечивает возможность интеграции специализированных инструментов – в частности, портфолио обучающихся, средств создания мультимедийного контента и систем управления проектами.

3. Мобильность, реализуемая на основе развития мобильных приложений, обеспечивающих функционал получения push-уведомлений, просмотра расписания и управления образовательным процессом с использованием мобильных устройств (смартфонов).

4. Акцент в современных системах смещается с функций хранения данных на их аналитическую обработку с целью прогнозирования академической успеваемости обучающихся и своевременной идентификации «групп риска».

Заключение

Признавая информационные технологии катализатором трансформации традиционных образовательных моделей и управленческих подходов в учебных заведениях, следует отметить, что эффективным средством их реализации выступают веб-ориентированные компьютерные системы. Данные системы являются действенным инструментом совершенствования образовательного процесса и обеспечивают создание научно обоснованной, стандартизированной, высокоинтегрированной и функционально полной системы управления информационными ресурсами учреждения образования.

Веб-ориентированные компьютерные системы стали фундаментом цифровой трансформации образовательных учреждений. Переход от «ручного» управления документами к автоматизированным веб-платформам (электронным порталам) позволяет существенно снизить операционные издержки, повысить прозрачность учебного процесса и обеспечить надежную защиту конфиденциальной информации. Будущее развитие таких систем связано с глубокой интеграцией искусственного интеллекта, персонализацией обучения и созданием бесшовной цифровой среды, объединяющей административные, учебные и научные ресурсы учреждения.

Список литературы

- Зайцева О.В. 2016. Формирование электронных образовательных ресурсов. *Образовательные ресурсы и технологии*, 4(16): 21–27.
- Максудов Х.Т., Муллоджанов Н.М. 2022. Проектирование и разработка информационных систем для E-learning на основе web-технологий. *Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими*, 4(25): 14–22.
- Марцева Т.Г., Воблая И.Н., Надежкин Н.А. 2023. Особенности функционала в CRM-системах – проблема выбора в целях эффективного управления. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 6-2: 227–231.

- Писарева А.Г. 2024. Использование информационных технологий для оптимизации образовательного процесса. *Научный альманах*, 2-3(112): 58–61.
- Успаева М.Г., Гачаев А.М. 2024. Цифровая трансформация системы высшего образования в России: инновационные подходы к управлению образовательным процессом. *Управление образованием: теория и практика*, 14(12-2): 83–90.
- Хороших П.П., Калугина Н.А. 2021. К вопросу о цифровой образовательной среде в российском дискурсе. *Современные проблемы науки и образования*, 2: 93.
- Шведова Л.Е. 2022. Системы web-тестирования, как элементы учебного процесса в современном университете. *Проблемы современного педагогического образования*, 74-2: 233–236.
- Amghar A., Bhar H., Benchekroun B. 2026. Theoretical Frameworks and Practical Solutions in Higher Education Management: A Comprehensive Analysis of Global Trends and Institutional Dynamics. *International Journal of Research in Economics and Finance*, 3(2): 47–57.
- Asabere N.Y., Kuworye S. 2025. Improving Counseling Sessions Through an Interactive Web-Based Application in the Context of Higher Education. *Advances in Public Health*, (1): 58–64.
- Sciarretta E. 2025. Inclusive Education: Is Applying Web Content Accessibility Guidelines to Digital Learning Materials Enough? *European Journal of Education*, 60(2): 109–116.
- Silva E., Lacerda D., Klingenberg C., Piran F. 2025. Digital Transformation in the Management of Higher Education Institutions Digital Transformation in the Management of Higher Education Institutions. *Sustainable Futures*, 9: 100692.
- Sroor M., Mohanani R., Colomo-Palacios R., Dasanayake S., Mikkonen T. 2026. Managing security issues in software containers: From practitioners' perspective. *Journal of Systems and Software*, 231: 112616.
- Xiaofeng S. 2023. The model practice of reconstructing education management based on Web 3.0 technology blended learning under the people-oriented concept. *Computer Applications in Engineering Education*, 32: 71–76.
- Zamikhovskiy L., Nykolaychuk M., Levytskyi I. 2025. Extending the functionality of topologies of Web-oriented control systems for technological objects based on "Open User Communication". *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6: 94–115.
- Zatarain-Cabada R., Barrón-Estrada M.L. 2022. Experiences of web-based extended reality technologies for physics education. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(1): 23–29.

References

- Zaitseva O.V. 2016. Formirovaniye elektronnykh obrazovatel'nykh resursov [Formation of Electronic Educational Resources]. *Obrazovatel'n-yye resursy i tekhnologii [Educational Resources and Technologies]*, 4(16): 21–27.
- Maksudov H.T., Mullojanov N.M. 2022. Proyektirovaniye i razrabotka informatsionnykh sistem dlya E-learning na osnove web-tekhnologii [Design and Development of Information Systems for E-Learning Based on Web Technologies]. *Vestnik PITTU imeni akademika M.S. Osimi [Bulletin of the PITTU named after Academician M.S. Osimi]*, 4(25): 14–22.
- Martseva T.G., Voblaya I.N., Nadezhkin N.A. 2023. [Features of Functionality in CRM Systems – the Problem of Selection for Effective Management]. [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], 6-2: 227–231.
- Pisareva A.G. 2024. Ispol'zovaniye informatsionnykh tekhnologiy dlya optimizatsii obrazovatel'nogo protsesssa [Use of Information Technologies to Optimize the Educational Process]. *Nauchnyy al'manakh [Scientific Almanac]*, 2-3(112): 58–61.
- Uspaeva M.G., Gachaev A.M. 2024. Tsifrovaya transformatsiya sistemy vysshego obrazovaniya v Rossii: innovatsionn-yye podkhody k upravleniyu obrazovatel'nyim protsessom [Digital Transformation of the Higher Education System in Russia: Innovative Approaches to Managing the Educational Process]. *Upravleniye obrazovaniyem: teoriya i praktika [Education Management: Theory and Practice]*, 14(12-2): 83–90.
- Khoroshikh P.P., Kalugina N.A. 2021. K voprosu o tsifrovoy obrazovatel'noy srede v rossiyskom diskurse [On the Digital Educational Environment in Russian Discourse]. *Sovremenn-yye problemy nauki i obrazovaniya [Modern Problems of Science and Education]*, 2: 93.
- Shvedova L.E. 2022. Cistemy web-testirovaniya, kak elementy uchebnogo protsesssa v sovremennom universitete [Web Testing Systems as Elements of the Educational Process in a Modern University]. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya [Problems of Modern Pedagogical Education]*, 74-2: 233–236.

- Amghar A., Bhar H., Benchekroun B. 2026. Theoretical Frameworks and Practical Solutions in Higher Education Management: A Comprehensive Analysis of Global Trends and Institutional Dynamics. *International Journal of Research in Economics and Finance*, 3(2): 47–57.
- Asabere N.Y., Kuworye S. 2025. Improving Counseling Sessions Through an Interactive Web-Based Application in the Context of Higher Education. *Advances in Public Health*, 2025(1): 58–64.
- Sciarretta E. 2025. Inclusive Education: Is Applying Web Content Accessibility Guidelines to Digital Learning Materials Enough? *European Journal of Education*, 60(2): 109–116.
- Silva E., Lacerda D., Klingenberg C., Piran F. 2025. Digital Transformation in the Management of Higher Education Institutions Digital Transformation in the Management of Higher Education Institutions. *Sustainable Futures*. 9: 100692.
- Sroor M., Mohanani R., Colomo-Palacios R., Dasanayake S., Mikkonen T. 2026. Managing security issues in software containers: From practitioners' perspective. *Journal of Systems and Software*, 231: 112616.
- Xiaofeng S. 2023. The model practice of reconstructing education management based on Web 3.0 technology blended learning under the people-oriented concept. *Computer Applications in Engineering Education*, 32: 71–76.
- Zamikhovskiy L., Nykolaychuk M., Levytskyi I. 2025. Extending the functionality of topologies of Web-oriented control systems for technological objects based on "Open User Communication". *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6: 94–115.
- Zatarain-Cabada R., Barrón-Estrada M.L. 2022. Experiences of web-based extended reality technologies for physics education. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(1): 23–29.

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 01.06.2026

Поступила после рецензирования 02.09.2026

Принята к публикации 03.09.2026

Received June 01, 2026

Revised September 02, 2026

Accepted September 03, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Акапьев Виктор Львович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационно-компьютерных технологий в деятельности ОВД, Белгородский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации имени И.Д. Путилина, г. Белгород, Россия, SPIN-код: 6275-6804

Борисенко Александр Васильевич, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры информационно-компьютерных технологий в деятельности ОВД, Белгородский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации имени И.Д. Путилина, г. Белгород, Россия, SPIN-код: 4684-8218

Ковалева Екатерина Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры информационно-компьютерных технологий в деятельности ОВД, Белгородский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации имени И.Д. Путилина, г. Белгород, Россия, SPIN-код: 2280-5610

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Viktor L. Akapyev, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Information and Computer Technologies in the activities of the Department of Internal Affairs, I.D. Putilin Belgorod Law Institute of Ministry of the Interior of the Russian, Belgorod, Russia, SPIN-code: 6275-6804

Alexander V. Borisenko, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Information and Computer Technologies in the activities of the Department of Internal Affairs, I.D. Putilin Belgorod Law Institute of Ministry of the Interior of the Russian Federation, Belgorod, Russia, SPIN-code: 4684-8218

Ekaterina G. Kovaleva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information and Computer Technologies in the activities of the Department of Internal Affairs, I.D. Putilin Belgorod Law Institute of Ministry of the Interior of the Russian Federation, Belgorod, Russia, SPIN-code: 2280-5610

УДК 339.138:004.82

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-661-673

EDN WISSQD

Событийно-онтологическое представление клиентского пути для поддержки принятия решений в коммерческих процессах

Грива Е.В., Сидоров А.А.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, 634050, г. Томск, пр-т Ленина, д. 40
egor.v.griva@tusur.ru, anatolii.a.sidorov@tusur.ru

Аннотация. Рассматривается проблема формализованного представления клиентского пути в задачах управления коммерческими процессами. Показано, что традиционные этапные, каналные и сценарные модели не обеспечивают достаточной полноты описания в условиях фрагментированных данных, многоканальности и нелинейного поведения клиентов. Предложена онтология клиентского пути, включающая объектный, событийный, структурный, аналитический и управленческий уровни. На ее основе задано формализованное представление события и показано, как оно может использоваться для реконструкции траекторий, выявления проблемных участков, расчета метрик, прогнозирования и формирования управленческих рекомендаций.

Ключевые слова: клиентский путь, онтология, коммерческие процессы, событийный анализ, траектория клиента, прогнозирование, поддержка принятия решений

Благодарности: работа выполнена в рамках ГЗ «Наука»; проект FEWM-2026-0011.

Для цитирования: Грива Е.В., Сидоров А.А. 2026. Событийно-онтологическое представление клиентского пути для поддержки принятия решений в коммерческих процессах. *Экономика. Информатика*, 53(3): 661–673. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-661-673. EDN WISSQD

Event-Ontological Representation of the Client's Path to Support Decision-Making in Commercial Processes

Egor V. Griva, Anatoly A. Sidorov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
40 Lenin Ave., Tomsk 634050, Russia
egor.v.griva@tusur.ru, anatolii.a.sidorov@tusur.ru

Abstract. The paper addresses the problem of a formalized representation of the customer journey in the context of commercial process management. The study shows that traditional stage-based, channel-based, and scenario-based models do not provide sufficient completeness or flexibility of description under conditions of fragmented data, multichannel interaction, and nonlinear customer behavior. The authors propose an ontology of the customer journey, comprising object, event, structural, analytical, and managerial levels, which makes it possible to link individual customer actions, touchpoints, and business outcomes into a unified logical model. This allows defining a formalized representation of a customer journey event. The paper shows how this representation can be used to reconstruct individual and group trajectories, identify problematic areas and losses, calculate key metrics, forecast further customer behavior, and generate managerial recommendations aimed at improving the efficiency of commercial processes.

© Грива Е.В., Сидоров А.А., 2026

Keywords: customer journey, ontology, commercial processes, event analysis, customer trajectory, forecasting, decision support

Acknowledgements: this research was carried out within the “Science” state assignment funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation; project FEWM-2026-0011.

For citation: Griva E.V., Sidorov A.A. 2026. Event-Ontological Representation of the Client's Path to Support Decision-Making in Commercial Processes. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 661–673 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-661-673. EDN WISSQD

Введение

В современных коммерческих процессах клиентский путь выступает одним из ключевых объектов анализа и управления. В условиях цифровизации бизнес-структур для компании уже недостаточно фиксировать отдельные обращения, покупки, отказы или коммуникации [Lemon, Verhoef, 2016]. Управленческую ценность приобретает понимание того, как клиент движется внутри коммерческого процесса, какие события предшествуют целевому результату, где возникают задержки, возвраты, отклонения, разрывы и повторные включения во взаимодействие.

На практике клиентский путь редко совпадает с простой линейной последовательностью заранее заданных стадий. Он формируется как изменчивая и многовариантная структура, в которой переплетаются повторные касания, переходы между цифровыми и офлайн-каналами, временные лаги, альтернативные маршруты и различия между сегментами клиентов [Lemon, Verhoef, 2016; Siebert и др., 2020]. Поэтому клиентский путь следует рассматривать не только как маркетинговую схему, но и как самостоятельный объект формального анализа.

Актуальность проблемы усиливается фрагментарностью исходных данных. Сведения о взаимодействиях клиента распределены между CRM-системами, средствами веб-аналитики, рекламными кабинетами, коммуникационными сервисами, таблицами и внутренними базами данных. Один и тот же клиент может оставлять следы в нескольких контурах учета, причем эти вехи различаются по структуре, точности, полноте и семантике. В результате путь клиента не существует в данных в готовом виде, его необходимо реконструировать на основе распределенных событий [Suriadi и др., 2017].

В зарубежной и отечественной литературе клиентский путь описывается через разные исследовательские рамки: точки контакта, клиентский опыт, воронку продаж, каналы взаимодействия, сценарии поведения, процессную аналитику и событийные журналы [Reitsamer, Becker, 2024; Stein, Ramaseshan, 2016; Tueanrat, Papagiannidis, Alamanos, 2021]. Такое разнообразие отражает сложность самого объекта, создавая методическое затруднение. Базовые категории: событие, касание, состояние, этап, переход и траектория, часто используются как взаимозаменяемые либо остаются недостаточно разграниченными. Для обзорного описания это допустимо, но для построения аналитических и прогностических моделей такая неопределенность становится существенным ограничением.

В отечественной исследовательской и прикладной литературе клиентский путь часто рассматривается через задачи повышения эффективности маркетинга, продаж и обслуживания, то есть через управление конверсией, удержанием, каналами привлечения и качеством коммуникации [Токарев, Семенов, Шкаровский, 2021; Griva и др., 2022]. В зарубежных работах заметнее выражен интерес к клиентскому опыту, процессному анализу, цифровым следам поведения, машинному обучению и предиктивной аналитике. Однако обе линии исследования сталкиваются с общей проблемой. Чем ближе модель подходит к реальным данным, тем сильнее проявляется потребность в едином языке описания событий, состояний и переходов.

Практическая значимость проблемы определяется тем, что качество управления клиентскими взаимодействиями влияет не только на внутреннюю эффективность компании, но и на устойчивость цифровых коммерческих систем в целом. Фрагментированная аналитика приводит к

нерациональному распределению маркетинговых и сбытовых ресурсов, ошибочной интерпретации поведения клиента и снижению качества управленческих решений. На научном уровне эта же проблема проявляется как разрыв между богатыми эмпирическими данными и недостаточно строгими концептуальными моделями, через которые эти данные интерпретируются.

Критический анализ существующих подходов показывает, что этапные модели удобны для контроля конверсии и потерь между стадиями, каналные модели полезны для оценки распределения активности между средами взаимодействия, а сценарные модели позволяют описывать типовые маршруты клиента [Anderl и др., 2016; Reitsamer, Becker, 2024]. Однако все они в той или иной мере редуцируют клиентский путь: к заранее заданной последовательности стадий, к набору каналов или к экспертно-описанным сценариям. Даже событийные подходы не дают полной картины, если множество событий не связано с согласованной системой понятий, уровней и отношений [Rosenbaum, Otalora, Ramírez, 2017].

Отдельного внимания требует различие между аналитической удобностью модели и ее содержательной адекватностью. Укрупненная воронка продаж удобна для отчетности, но она может скрывать повторные возвраты клиента, разрывы между маркетингом и продажами, неучтенные коммуникации и внутренние организационные задержки [Griva и др., 2022; Wiesel, Pauwels, Arts, 2011]. Событийный журнал, напротив, может содержать большое количество фактов, но без упорядочения он остается техническим массивом записей, а не моделью клиентского пути [Okazaki, Inoue, 2022]. Поэтому задача состоит в согласовании двух требований: сохранить достаточную событийную детализацию и одновременно получить структуру, пригодную для интерпретации и управления.

Следовательно, центральная проблема состоит не в отсутствии отдельных аналитических инструментов, а в недостатке целостного понятийного и формального каркаса, который позволил бы перейти от разрозненных наблюдений к реконструкции траекторий, расчету метрик, прогнозированию и поддержке управленческих решений. Для решения этой проблемы предлагается онтологическое представление клиентского пути.

Цель заключается в разработке модели клиентского пути, пригодной для задач анализа, прогнозирования и поддержки принятия решений в управлении коммерческими процессами. Для ее достижения решаются следующие задачи: уточнить ограничения существующих подходов; определить состав ключевых сущностей предметной области; описать отношения между сущностями; задать переход от событийного уровня к состояниям, этапам и траекториям; показать научную и практическую значимость предложенного представления.

Материалы и методы

Исследование имеет теоретико-модельный характер и направлено на построение онтологического представления предметной области. В качестве материалов использованы результаты анализа научных и прикладных работ по клиентскому пути, воронкам продаж, точкам контакта, каналам взаимодействия, сценарным моделям и событийной аналитике, а также авторские материалы по событийному анализу и прогнозированию коммерческих процессов.

Методологическая основа исследования включает системный подход, концептуальное моделирование, онтологический подход и структурно-функциональный анализ. Характеристики и целесообразность их использования представлены в табл. 1.

Построение онтологии рассматривается как ключевой методологический подход и опирается на пять методических требований:

- событийность – первичной единицей описания выступает событие, а не заранее заданный этап;
- многоканальность – модель должна учитывать среду возникновения события и различия между каналами взаимодействия;
- динамичность – клиентский путь должен допускать возвраты, циклы, паузы и альтернативные маршруты;

- многоуровневость – события преобразуются в состояния, состояния агрегируются в этапы, а последовательности переходов образуют траектории;
- управленческая интерпретируемость – результаты анализа должны быть связаны с метриками, прогнозами, рекомендациями и возможными воздействиями.

Таблица 1
Table 1

Подходы исследования
Research approaches

Подход	Характеристика	Функциональное назначение
Системный подход	Рассматривает клиентский путь как целостную систему взаимодействий, включающую клиента, организацию, продукт, каналы, события, состояния, переходы, траектории, метрики и управленческие воздействия.	Позволяет описать клиентский путь не как линейную цепочку касаний, а как многослойный объект, в котором элементы приобретают смысл через связи друг с другом.
Концептуальное моделирование	Обеспечивает переход от разрозненных описаний клиентских взаимодействий к согласованной структуре понятий.	Используется для определения минимально достаточного состава сущностей, необходимых для описания клиентского пути как объекта анализа.
Онтологический подход	Направлен на устранение терминологической неоднозначности и фиксацию отношений между сущностями предметной области.	Позволяет связать объектный, событийный, структурный, аналитический и управленческий уровни описания в единой логике, пригодной для последующей формализации.
Структурно-функциональный анализ	Позволяет определить роль каждой группы сущностей в общей модели клиентского пути.	Используется для разграничения функций фиксации фактов, аналитической интерпретации, агрегирования наблюдений, количественного измерения и управленческого применения результатов.

Примечание. Составлено авторами.

Совокупность этих требований задает логику дальнейшего построения модели. Онтология должна одновременно сохранять событийную детализацию клиентского поведения, обеспечивать переход к укрупненным аналитическим уровням и оставаться пригодной для практического использования в контуре управления коммерческими процессами.

Результаты

Проведенный анализ показал, что существующие модели клиентского пути сохраняют прикладную ценность, но не обеспечивают полного формального описания объекта. Этапные модели позволяют рассчитывать конверсию и фиксировать потери между стадиями, однако предполагают, что структура пути известна заранее. При наличии возвратов, параллельных касаний, временных пауз и смены каналов такое допущение приводит к потере значимой информации [Griva и др., 2022; Söhnchen, Albers, 2010]. Канальные модели помогают оценить вклад сайта, рекламных кабинетов, CRM, мессенджеров, контакт-центров и офлайн-точек, но при этом смещают фокус с траектории клиента на среду взаимодействия. Они хорошо показывают, где произошло касание, но слабее объясняют, как отдельные касания складываются в связную последовательность [Cui и др., 2022]. Сценарные модели ближе к реальному поведению клиента, однако при высокой фрагментированности данных сценарии

часто задаются экспертно, а не выводятся из наблюдаемого множества событий [Santos, Gonçalves, 2021]. Событийные подходы обладают большим потенциалом, так как позволяют работать с фактическими взаимодействиями и временной структурой процесса [Fahland, 2022]. Но и они требуют понятийного слоя, который определяет, какие факты считаются событиями, как они связываются с объектами, каким образом из событий выводятся состояния, как возникают переходы и по каким правилам состояния агрегируются в этапы. В рамках настоящего исследования такую функцию выполняет онтология клиентского пути.

Онтология включает пять взаимосвязанных уровней: объектный, событийный, структурный, аналитический и управленческий. Под уровнем в данном случае понимается не иерархическая ступень важности, а логически однородный слой описания предметной области, объединяющий сущности с близкой функцией в модели клиентского пути. Такое разделение позволяет последовательно перейти от участников и объектов взаимодействия к событиям, затем к состояниям и траекториям, далее к аналитическим показателям и, наконец, к управленческим решениям.

На объектном уровне располагаются сущности, которые задают базовый состав участников и предметов коммерческого взаимодействия. **Клиент** выступает носителем целевого поведения и источником наблюдаемых взаимодействий. **Организация** является стороной, формирующей коммерческое предложение, инфраструктуру коммуникации, регламенты обработки обращений и механизмы управленческого воздействия. **Продукт** выступает объектом коммерческого предложения, относительно которого формируется интерес клиента, совершаются действия и оценивается результат прохождения пути. **Сделка** представляет собой формализованную коммерческую возможность или факт договорного взаимодействия. **Канал взаимодействия** определяется как среда, через которую осуществляется контакт клиента с организацией.

Событийный уровень фиксирует первичные факты взаимодействия. **Событие** понимается как зафиксированный во времени факт взаимодействия клиента с компанией, продуктом, сделкой, сервисной инфраструктурой или коммуникационной средой. **Атрибут события** представляет собой характеристику, позволяющую интерпретировать событие и использовать его в аналитических процедурах. **Идентификатор связанных объектов** используется для соотнесения события с клиентом, сделкой, продуктом или иным объектом. **Источник данных** обозначает информационную систему или внешний сервис, из которого поступает событие. Под **триггером** понимается обстоятельство, действие или совокупность условий, при которых становится возможной фиксация соответствующего события. Наряду с условием наступления события важен и его **результат**, то есть непосредственное последствие события в логике клиентского взаимодействия.

Структурный уровень описывает организацию пути как системы состояний и переходов. **Состояние клиента** отражает аналитически значимое положение клиента в процессе взаимодействия. **Этап** представляет собой агрегированную форму интерпретации устойчивого класса состояний. **Переход** фиксирует изменение положения клиента между состояниями или этапами. **Траектория клиента** описывает упорядоченную последовательность событий, состояний или этапов, пройденных конкретным клиентом или группой клиентов. **Клиентский путь** в онтологическом смысле представляет собой обобщенную структуру допустимых и фактически наблюдаемых траекторий, формируемую на основе множества событий и переходов.

На аналитическом уровне вводятся сущности, необходимые для интерпретации пути в терминах количественных характеристик и выводов. Центральное место здесь занимает **метрика**. Именно через метрики клиентский путь получает измеримое описание, позволяющее оценивать конверсию, длительность прохождения, вероятность оттока, частоту возвратов и иные характеристики, значимые для управления. **Проблемный участок** определяется как часть клиентского пути, на которой наблюдаются систематические потери эффективности. **Аномальная траектория** представляет собой последовательность

взаимодействий, статистически или логически отличающуюся от устойчивых маршрутов клиентского поведения. **Прогноз** понимается как результат применения аналитических моделей к историческим и текущим данным о клиентском пути с целью оценки будущих значений параметров, значимых для управления коммерческими процессами.

Управленческий уровень включает лицо, принимающее решение, управленческое воздействие и рекомендацию. **Управленческое воздействие** представляет собой целенаправленное изменение параметров взаимодействия с клиентом, структуры коммуникации, распределения ресурсов или иных элементов коммерческого процесса. **Рекомендация** понимается как интерпретируемый результат, связывающий выявленные закономерности клиентского пути, прогнозные оценки и возможные варианты управленческих действий. **Лицо, принимающее решение**, использует результаты анализа для выбора действий по изменению коммерческого процесса. За счет этого онтология сразу связывает описание пути с контуром практического использования результатов.

Полная структура онтологии и взаимосвязи сущностей представлена в табл. 2. Семантическая сеть связей сущностей представлена на рисунке.

Таблица 2
Table 2

Структура онтологии клиентского пути
Structure of the customer journey ontology

Уровень	Сущность	Определение	Ключевые атрибуты	Основные связи
1	2	3	4	5
Объектный	Клиент	Центральный субъект клиентского пути, являющийся носителем последовательности взаимодействий с организацией	Идентификатор клиента, тип клиента, сегмент, регион, статус	Связан с событиями, сделками, траекториями
Объектный	Организация	Сторона, иницирующая, сопровождающая и интерпретирующая клиентские взаимодействия	Подразделение, функция, бизнес-роль	Взаимодействует с клиентом через каналы и процессы
Объектный	Продукт / услуга	Объект коммерческого предложения, относительно которого совершаются действия клиента	Идентификатор продукта, категория, цена, маржинальность	Связан со сделкой, событием, предложением
Объектный	Сделка	Формализованная коммерческая возможность или факт договорного взаимодействия	Идентификатор сделки, сумма, статус, дата открытия, дата закрытия	Связана с клиентом, событиями, этапами
Объектный	Канал взаимодействия	Среда, через которую осуществляется контакт клиента с организацией	Тип канала, источник, кампания, устройство	Связан с событием и траекторией

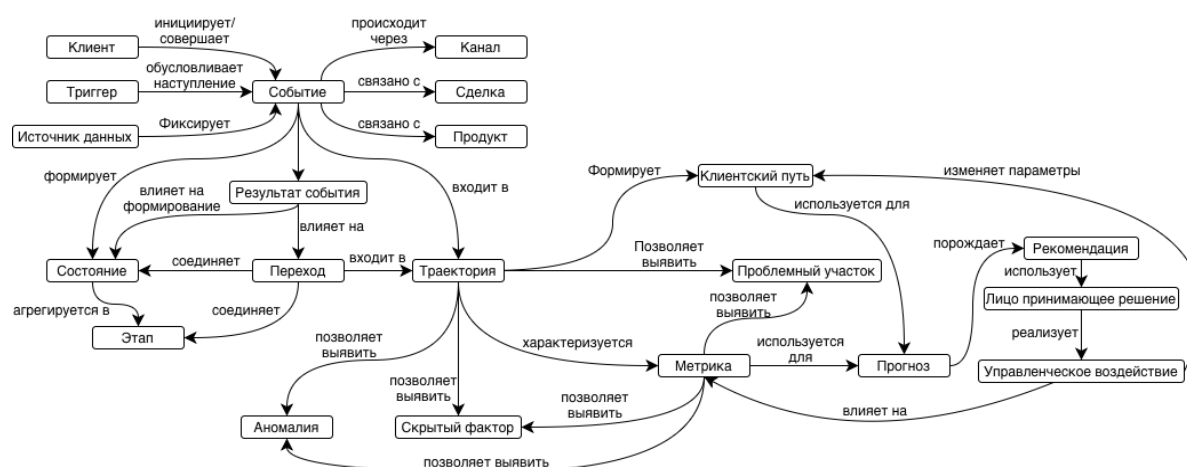
Продолжение табл. 2
Continuation of Table 2

1	2	3	4	5
Событийный	Событие	Зафиксированный во времени факт взаимодействия клиента, сделки, продукта или организации	Тип события, метка времени, источник, контекст	Связывается с клиентом, сделкой, каналом
Событийный	Атрибут события	Характеристика, уточняющая содержание и условия события	Время, стоимость, регион, менеджер, продукт, кампания	Принадлежит событию
Событийный	Источник данных	Информационная система или сервис, из которого поступает событие	CRM, веб-аналитика, рекламные платформы, Excel/CSV, API	Порождает события
Событийный	Идентификатор связанных объектов	Средство сопоставления записи с клиентом, сделкой или иным объектом	Идентификатор клиента, идентификатор сделки, идентификатор сессии, телефон, email	Используется для разрешения сущностей
Событийный	Триггер	Условие, действие или совокупность обстоятельств, при которых становится возможной фиксация события	Тип триггера, внешний/внутренний характер, связанное предшествующее событие, временное условие	Иницирует событие, связан с контекстом взаимодействия
Событийный	Результат события	Непосредственное последствие наступления события в логике клиентского взаимодействия	Тип результата, новое состояние, следующий шаг, признак отказа, завершение взаимодействия	Следует из события, влияет на состояние, переход или последующее событие
Структурный	Состояние клиента	Аналитически значимое положение клиента в процессе взаимодействия	Код состояния, условия вхождения, длительность	Формируется из события или их совокупности
Структурный	Этап клиентского пути	Агрегированная интерпретация состояния или класса состояний	Название этапа, правила агрегации, длительность	Включает состояния, связан переходами
Структурный	Переход	Изменение состояния клиента	Начальное и конечное состояние, вероятность, частота, лаг	Соединяет состояния и этапы
Структурный	Траектория клиента	Упорядоченная последовательность событий, состояний или этапов конкретного клиента	Длина пути, маршрут, длительность, отклонения	Образуется из переходов

Окончание табл. 2
End of Table 2

1	2	3	4	5
Структурный	Клиентский путь	Обобщенная структура допустимых и наблюдаемых траекторий	Граф, маршруты, веса, частоты, лаги	Формируется из множества траекторий
Аналитический	Метрика	Количественный показатель, характеризующий путь или его фрагмент	Конверсия, CAC, LTV, ROI, длительность, выручка	Рассчитывается по событиям, этапам, траекториям
Аналитический	Проблемный участок	Участок пути с устойчивой потерей эффективности	Выпадения, лаг, низкая вероятность перехода	Выявляется при анализе пути
Аналитический	Аномальная траектория	Маршрут, статистически или логически отличающийся от типового	Редкость, нестандартный порядок, выбросы	Определяется по траекториям
Аналитический	Прогноз	Оценка будущих значений метрик или вероятностей переходов	Горизонт, целевая метрика, доверительный интервал	Строится по историческим данным
Управленческий	Управленческое воздействие	Целенаправленное изменение параметров коммерческого процесса	Бюджет, число операторов, канал, сценарий коммуникации	Влияет на путь и метрики
Управленческий	Рекомендация	Интерпретируемый результат анализа и прогноза	Действие, обоснование, ожидаемый эффект	Формируется на основе прогноза и сценарного анализа
Управленческий	Лицо, принимающее решение	Пользователь или подразделение, применяющее результаты системы	Роль, зона ответственности, КРІ	Использует рекомендации

Примечание. Составлено авторами.



Семантическая сеть онтологии клиентского пути
Semantic network of the customer journey ontology

Примечание. Составлено авторами.

Формализованное представление строится как переход от множества наблюдаемых событий к более высоким уровням аналитической интерпретации. Такой подход связывает онтологическое описание предметной области с технически строгой моделью клиентского взаимодействия. Событие выступает исходной единицей, состояние фиксирует аналитически значимую конфигурацию событийных признаков, этап агрегирует близкие состояния, а траектория описывает упорядоченную последовательность переходов клиента.

Для перехода от концептуального описания к формальной модели необходимо зафиксировать базовые множества, через которые описываются участники взаимодействия, объекты коммерческого процесса, источники данных, события, состояния, этапы и траектории. Введенные обозначения позволяют далее представить отдельное клиентское взаимодействие как событие, связанное с конкретным клиентом, сделкой, продуктом, каналом, источником данных, временем фиксации и набором атрибутов.

Пусть заданы следующие множества:

- $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ – множество клиентов;
- $D = \{d_1, d_2, \dots, d_r\}$ – множество сделок;
- $P = \{p_1, p_2, \dots, p_q\}$ – множество продуктов или услуг;
- $K = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}$ – множество каналов взаимодействия;
- $S = \{s_1, s_2, \dots, s_u\}$ – множество источников данных;
- $E = \{e_1, e_2, \dots, e_x\}$ – множество событий;
- $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_h\}$ – множество аналитических состояний клиента;
- $L = \{l_1, l_2, \dots, l_g\}$ – множество этапов клиентского пути;
- $T = \{t_1, t_2, \dots, t_v\}$ – множество индивидуальных траекторий клиентов.

Каждое событие $e \in E$ описывается кортежем: $e = \langle c, d, p, k, s, t, a \rangle$, где:

- $c \in C \cup \{\emptyset\}$ – клиент, связанный с событием;
- $d \in D \cup \{\emptyset\}$ – сделка, связанная с событием;
- $p \in P \cup \{\emptyset\}$ – продукт;
- $k \in K$ – канал взаимодействия;
- $s \in S$ – источник данных;
- $t \in T$ – временная метка события;
- a – вектор атрибутов события.

Задание события в виде указанного кортежа обеспечивает единообразное представление клиентских взаимодействий независимо от источника их возникновения. На этой основе становится возможным сопоставление сущностей, разрешение неоднородных идентификаторов, восстановление связности траекторий и последующее построение аналитических моделей.

Практический результат предложенной модели состоит в том, что она задает единый каркас для реконструкции фактических клиентских траекторий. Путь строится не от заранее заданной воронки, а от множества событий, поступающих из разных источников. Поэтому модель позволяет выявлять реальные маршруты движения клиента, включая возвраты, временные паузы, альтернативные последовательности действий и аномальные фрагменты поведения. Следующий результат связан с выявлением узких мест и скрытых точек отказа. Введение состояний и переходов позволяет локализовать участки пути, на которых снижается вероятность продвижения, растет длительность прохождения или повышается риск оттока. В обычной отчетности такие зоны часто видны плохо, поскольку они скрыты за укрупненными стадиями или усредненными показателями.

Формализованная модель также создает основу для расчета вероятностей переходов и прогнозирования результата взаимодействия. Если клиентский путь представлен как структура с измеримыми переходами, лагами и частотами, то становится возможным оценивать вероятность достижения целевого действия, сравнивать сценарии взаимодействия и анализировать чувствительность отдельных участков пути к изменениям. Наконец, онтология связывает

аналитический результат с контуром управления. Метрики, прогнозы и выявленные проблемные участки могут быть интерпретированы как основание для управленческих воздействий: перераспределения бюджета, изменения коммуникации, приоритизации сегментов, корректировки сценариев обработки или усиления отдельных каналов.

Обсуждение

Предложенное онтологическое представление превосходит традиционные этапные, канальные и сценарные подходы не за счет отрицания их прикладной ценности, а за счет включения их в более широкий понятийный каркас. Этапы, каналы и сценарии в такой логике перестают быть самостоятельными и конкурирующими способами описания пути и становятся разными уровнями интерпретации событийной структуры. Однако это преимущество не снимает всех методологических трудностей. Напротив, переход к онтологии делает эти трудности более явными и тем самым переводит их из неявных ограничений аналитической практики в предмет дальнейшего исследования [Halvorsrud и др., 2023; Reitsamer, Becker, 2024].

Первая методологическая проблема связана с выбором уровня детализации. Если фиксировать слишком много микрособытий, модель становится избыточной и затрудняет интерпретацию. Если, наоборот, слишком рано агрегировать события в состояния и этапы, теряется именно та нелинейность поведения, ради которой вводится онтология [Siebert и др., 2020]. В качестве рабочей гипотезы можно предположить, что правила перехода от событий к состояниям должны задаваться не только экспертно, но и эмпирически: через анализ частоты переходов, временных лагов, устойчивости маршрутов и вклада отдельных событий в достижение целевого результата.

Вторая проблема определяется качеством исходных данных. Онтология позволяет согласовать сущности и отношения, но она не устраняет автоматически неполноту событийных журналов, расхождения идентификаторов, различия в правилах фиксации событий и неодинаковую надежность источников [Aalst van der, Reijers, Maruster, 2024; Fahland, 2022]. Поэтому перспективным направлением является развитие процедур, в которых каждое событие получает признак происхождения, степень надежности и статус наблюдаемого либо реконструированного элемента пути [Sawadogo, Darmont, 2021]. Такая гипотеза позволяет совместить онтологическую строгость с практической неполнотой данных.

Третья проблема связана с переходом от описания к управленческому действию. Даже корректно построенная онтология еще не гарантирует, что выявленный проблемный участок автоматически порождает верную рекомендацию. Для этого требуются правила интерпретации метрик, сценарная проверка возможных воздействий и сопоставление аналитических выводов с ограничениями конкретной организации [Yuan и др., 2023]. Тем не менее именно в этом состоит методологическая значимость онтологического подхода. Он не добавляет еще одну схему клиентского пути, а задает общий язык, на котором можно сопоставлять данные, модели, прогнозы и управленческие решения, а также формулировать проверяемые гипотезы для последующих исследований.

Научная значимость предложенной модели заключается в уточнении предметной области клиентского пути как динамически реконструируемой системы взаимодействий. В рамках такого подхода событие, состояние, этап, переход и траектория получают разные функции и не смешиваются между собой. Это создает основу для более строгого построения событийных журналов, графовых моделей и прогностических процедур.

Практическая значимость состоит в возможности использовать онтологию как основу для проектирования информационной системы поддержки принятия решений. Для применения модели необходимо привести данные из CRM, веб-аналитики, рекламных платформ и коммуникационных сервисов к единому событийному формату, выполнить семантическую нормализацию атрибутов, сопоставить идентификаторы клиента, сделки и продукта, а затем построить траектории и рассчитать метрики переходов.

В прикладном контуре предложенная модель может использоваться как методическое основание для аудита данных о клиентских взаимодействиях. На первом шаге организация может сопоставить имеющиеся источники с сущностями онтологии и определить, какие события, состояния и переходы фиксируются явно, а какие остаются вне наблюдения. На втором шаге целесообразно сформировать словарь событий и правил их нормализации: единые названия типов взаимодействий, требования к временным меткам, правила связи события с клиентом, сделкой, продуктом и каналом. На третьем шаге результаты нормализации могут быть использованы для построения траекторий, расчета вероятностей переходов и выявления проблемных участков.

Важным условием практического применения является сохранение происхождения данных. Каждое событие должно быть связано с источником, временем фиксации и признаком надежности, поскольку в реальных коммерческих процессах часть записей может быть наблюдаемой напрямую, а другая часть восстановленной аналитически. Это разделение повышает прозрачность модели, позволяет проводить аудит результатов и снижает риск того, что реконструированные элементы пути будут ошибочно интерпретированы как непосредственно зафиксированные факты.

Предложенная модель не устраняет все прикладные ограничения автоматически. Ее результативность зависит от полноты событийных журналов, качества идентификации клиента, согласованности данных между системами и возможности отличать наблюдаемые события от реконструированных. Поэтому дальнейшее развитие модели должно быть связано с алгоритмами сбора и нормализации данных, разрешения сущностей, восстановления пропущенных событий и проверки модели на реальных коммерческих данных.

Теоретическое развитие предложенного подхода может идти в нескольких направлениях. Во-первых, требуется уточнение правил перехода от событий к состояниям, поскольку именно на этом уровне происходит основная аналитическая интерпретация поведения клиента. Во-вторых, необходимо развивать методы сравнения траекторий с учетом не только состава событий, но и временных лагов, порядка переходов и контекста канала. В-третьих, перспективным является включение онтологии в процедуры выбора прогнозных моделей, чтобы прогноз строился не только по набору признаков, но и с учетом структуры клиентского пути.

Заключение

В рамках исследования решена задача построения онтологического и формализованного представления клиентского пути для задач управления коммерческими процессами. Показано, что необходимость такого представления обусловлена фрагментарностью данных, нелинейностью клиентского поведения и ограниченностью традиционных этапных, канальных и сценарных моделей.

Основным результатом исследования стала многоуровневая онтология клиентского пути, включающая объектный, событийный, структурный, аналитический и управленческий уровни. В ее составе согласованно описаны ключевые сущности и связи между ними. За счет этого клиентский путь представлен не как заранее заданная схема, а как динамически реконструируемая система событий, состояний, переходов и траекторий.

Разработанное формализованное представление задает переход от множества событий к состояниям, этапам, траекториям и аналитическим метрикам. Оно может быть использовано как предметный каркас для реконструкции фактических клиентских маршрутов, выявления проблемных участков, расчета вероятностей переходов, оценки риска оттока и формирования рекомендаций по изменению параметров маркетинга, продаж и клиентского сопровождения. Рекомендации по практическому применению модели связаны с внедрением единого событийного журнала, нормализацией данных из разнородных источников, сохранением происхождения каждого события, фиксацией связей между клиентом, сделкой, продуктом и каналом, а также построением аналитического слоя, в котором метрики и прогнозы связаны с возможными управленческими воздействиями.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку алгоритмов сбора и нормализации событийных журналов, автоматического построения графовой структуры клиентского пути, событийного анализа траекторий, выбора прогнозной модели и практической апробации предложенного подхода в составе информационной системы поддержки принятия решений.

Список литературы References

- Токарев Б.Е., Семенов И.В., Шкаровский С.И. 2021. Сравнительный анализ моделей пути потребителя в реальной и цифровой средах. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент*, 15(4): 171–180.
- Tokarev B.E., Semenov I.V., Shkarovskiy S.I. 2021. Comparative analysis of customer journey models in real and digital environments. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management*, 15(4): 171–180 (in Russian).
- Aalst W.M.P. van der, Reijers H.A., Maruster L. 2024. Process mining beyond workflows. *Computers in Industry*, 161: 104126.
- Anderl E., Becker I., von Wangenheim F., Schumann J.H. 2016. Mapping the customer journey: lessons learned from graph-based online attribution modeling. *International Journal of Research in Marketing*, 33(3): 457–474.
- Cui X., Xie Q., Zhu J., Shareef M.A., Goraya M.A.S., Akram M.S. 2022. Understanding the omnichannel customer journey: the effect of online and offline channel interactivity on consumer value co-creation behavior. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 65: 102869.
- Fahland D. 2022. Process mining over multiple behavioral dimensions with event knowledge graphs. In: van der Aalst W.M.P., Carmona J., eds. *Process Mining Handbook*. Cham, Springer: 274–319.
- Griva E., Butorina I., Sidorov A., Senchenko P. 2022. Analysis and forecasting of sales funnels. *Mathematics*, 11(1): 105.
- Halvorsrud R., Sanchez O.R., Boletsis C., Skjuve M. 2023. Involving users in the development of a modeling language for customer journeys. *Software and Systems Modeling*, 22(5): 1589–1618.
- Lemon K.N., Verhoef P.C. 2016. Understanding customer experience throughout the customer journey. *Journal of Marketing*, 80(6): 69–96.
- Okazaki K., Inoue K. 2022. Explainable model fusion for customer journey mapping. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5: 824197.
- Reitsamer B.F., Becker L. 2024. Customer journey partitioning: a customer-centric conceptualization beyond stages and touchpoints. *Journal of Business Research*, 181: 114745.
- Rosenbaum M.S., Otolara M.L., Ramírez G.C. 2017. How to create a realistic customer journey map. *Business Horizons*, 60(1): 143–150.
- Santos S., Gonçalves H.M. 2021. The consumer decision journey: a literature review of the foundational models and theories and a future perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 173: 121117.
- Sawadogo P.N., Darmont J. 2021. On data lake architectures and metadata management. *Journal of Intelligent Information Systems*, 56(1): 97–120.
- Siebert A., Gopaldas A., Lindridge A., Simões C. 2020. Customer experience journeys: loyalty loops versus involvement spirals. *Journal of Marketing*, 84(4): 45–66.
- Söhnchen F., Albers S. 2010. Pipeline management for the acquisition of industrial projects. *Industrial Marketing Management*, 39(8): 1356–1364.
- Stein A., Ramaseshan B. 2016. Towards the identification of customer experience touch point elements. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 30: 8–19.
- Suriadi S., Andrews R., ter Hofstede A.H.M., Wynn M.T. 2017. Event log imperfection patterns for process mining: towards a systematic approach to cleaning event logs. *Information Systems*, 64: 132–150.
- Tueanrat Y., Papagiannidis S., Alamanos E. 2021. Going on a journey: a review of the customer journey literature. *Journal of Business Research*, 125: 336–353.
- Wiesel T., Pauwels K., Arts J. 2011. Marketing's profit impact: quantifying online and off-line funnel progression. *Marketing Science*, 30(4): 604–611.
- Yuan G., Lu J., Yan Z., Wu S. 2023. A survey on mapping semi-structured data and graph data to relational data. *ACM Computing Surveys*, 55(10): 1–38.



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 13.05.2026

Поступила после рецензирования 27.08.2026

Принята к публикации 04.09.2026

Received May 13, 2026

Revised August 27, 2026

Accepted September 04, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Грива Егор Владимирович, аспирант, старший преподаватель кафедры автоматизации обработки информации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия

Сидоров Анатолий Анатольевич, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой автоматизации обработки информации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Egor V. Griva, Postgraduate Student, Senior Lecturer of the Department of Data Processing Automation, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russia

Anatoly A. Sidorov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Data Processing Automation, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russia

УДК 004.67
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-674-688
EDN WQUXLI

Системный анализ методов планирования мероприятий по повышению уровня доступности финансовых услуг в регионе

Федько В.С., Ковалева О.А., Ковалев С.В.

Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина,
Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Интернациональная, д. 33
fedko.vasily.fedko@yandex.ru, solomina-oa@yandex.ru, sseedd@mail.ru

Аннотация. В Центральном банке Российской Федерации проводится работа по повышению уровня доступности финансовых услуг. Отсутствие автоматизированных инструментов для создания оптимальных планов мероприятий по открытию точек доступа к финансовым услугам в населенных пунктах приводит к неэффективному использованию имеющихся ресурсов. Целью является определить наиболее эффективный метод определения необходимого к открытию набора точек доступа в населенных пунктах для повышения уровня финансовой доступности в регионе. В ходе исследования разработана модель формирования плана мероприятий по повышению доступности финансовых услуг, позволяющая определять набор необходимых к открытию точек доступа при максимальной удельной эффективности. Проведено сравнение результатов работы модели и имеющихся основных подходов к планированию. Его результат показал, что разработанная модель имеет наибольшую эффективность с точки зрения соотношения прироста среднего коэффициента финансовой доступности в регионе к финансовым затратам. Полученные результаты и предложенный подход позволяют существенно повысить эффективность бюджетных расходов и ускорить процесс повышения финансовой доступности на региональном уровне.

Ключевые слова: системный анализ, итерационный алгоритм, жадный алгоритм, выбор лучшей альтернативы, финансовая доступность

Для цитирования: Федько В.С., Ковалева О.А., Ковалев С.В. 2026. Системный анализ методов планирования мероприятий по повышению уровня доступности финансовых услуг в регионе. *Экономика. Информатика*, 53(3): 674–688. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-674-688. EDN WQUXLI

Systemic Analysis of Methods for Planning Measures to Increase the Availability of Financial Services on a Regional Level

Vasily S. Fedko, Olga A. Kovaleva, Sergey V. Kovalev

Derzhavin Tambov State University,
33 Internatsionalnaya St., Tambov 392000, Russia
fedko.vasily.fedko@yandex.ru, solomina-oa@yandex.ru, sseedd@mail.ru

Abstract. The Central Bank of the Russian Federation is working to improve the accessibility of financial services. The lack of automated tools for creating optimal action plans for opening access points to financial services in populated areas leads to an inefficient use of available resources. The goal of our study is to find the most effective method for identifying the necessary set of access points to be opened in populated areas in order to increase the level of financial accessibility in the region. We have developed a model for preparing an action plan to improve the accessibility of financial services, which will enable us to determine the set of access points that need to be opened while achieving maximum specific efficiency. We have compared the results of

© Федько В.С., Ковалева О.А., Ковалев С.В., 2026

the model application with existing approaches to planning, revealing that the model proposed by us is the most effective one in terms of correlation between the increase in the region's average financial accessibility ratio and financial expenditures. The results obtained and the proposed approach make it possible to significantly increase the efficiency of budget expenditures and accelerate the process of improving financial accessibility on a regional level.

Keywords: system analysis, iterative algorithm, greedy algorithm, choosing the best alternative, financial accessibility

For citation: Fedko V.S., Kovaleva O.A., Kovalev S.V. 2026. Systemic Analysis of Methods for Planning Measures to Increase the Availability of Financial Services on a Regional Level. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 674–688 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-674-688. EDN WQUXLI

Введение

Повышение уровня доступности финансовых услуг является одной из задач Центрального банка Российской Федерации (ЦБ РФ). Уровень доступности финансовых услуг в населенном пункте (НП) рассчитывается по специализированной методике и зависит от наличия в НП широкого спектра финансовых инструментов: от отделений банков и банкоматов до удаленных форматов обслуживания и доступа к интернет-банкингу. Разработано большое количество инструментов, позволяющих автоматизировать сбор данных из разных источников по рассматриваемому направлению, а также для визуализации и бизнес-аналитики имеющейся информации. Создана геоинформационная система для анализа уровня доступности финансовых услуг [Федько и др., 2024]. Однако переход от аналитики к планированию конкретных мероприятий требует более сложных методов. Следующим этапом работы является создание системы поддержки принятия решений (СППР), которая позволит составлять оптимальный план действий по достижению целевого показателя уровня финансовой доступности в регионе. Основная проблема планирования заключается в необходимости выбора из множества возможных мероприятий (открытие новых точек доступа различных типов в разных НП) такого набора, который обеспечит требуемый прирост среднего КФД по региону при минимальных совокупных финансовых затратах.

Цель исследования – разработка формальной математической постановки и алгоритма решения задачи оптимизации плана мероприятий по повышению финансовой доступности в регионе.

Анализ релевантных научных материалов об имеющихся методах, алгоритмах и программных решениях в области систем поддержки принятия решений позволил разработать модель архитектуры и схему жизненного цикла данных разрабатываемой системы поддержки принятия решений [Федько и др., 2025]. В статье [Мирончук и др., 2023] выделены основные компоненты современных компьютерных систем поддержки принятия решений, среди которых интеграция данных, их обработка, аналитика, визуализация, принятие решений, автоматизация, мониторинг и обновление. Широкое применение методов работы с планированием в сфере финансов, бюджетирования, социально-экономических систем [Козлов, 2019; Simeone et al., 2021; Valle-Cruz et al., 2022; Смирнова и др., 2023] позволяет сделать вывод о возможности их использования и в работе над проблемой финансовой доступности. Для анализа и сравнения уровня доступности финансовых услуг в разных регионах необходимо использовать методы кластеризации регионов. Данные методы предполагают предоставление большого количества аналитических материалов по различным оценочным показателям в зависимости от запроса конкретного пользователя [Шубат и др., 2019; Черкасов и др., 2021; Салимова, 2023]. Немаловажным фактором планирования финансовой инфраструктуры является транспортная доступность НП. Методы аналитической работы в транспортной отрасли [Казарина, Подвербный, 2019; Мясников и др., 2021; Devesci et al., 2023] применяются для прокладывания новых дорог и оптимальных маршрутов следования при предоставлении различных услуг. Решение проблемы финансовой

доступности во многом зависит от правильного выбора мест для открытия новых точек доступа с учетом большого количества факторов. Схожая задача решается в нефтегазовой и сельскохозяйственных сферах [Shafiee et al., 2019; Mellaku et al., 2022]. Системы имеют множество входных параметров и один ключевой оценочный показатель на выходе и используют интеллектуальные алгоритмы подбора данных. Для моделирования различных ситуаций и сценариев, связанных с открытием и закрытием точек доступа в НП, могут применяться методы, используемые при создании цифровых двойников. Данные методы активно используются при планировании городов и в сфере строительства [Parvin et al., 2021; Yu et al., 2022; Zhang et al., 2022; Parsamehr et al., 2023; Mohammadi et al., 2023].

Постановка задачи

В рамках данной работы рассматривается методологический подход к формированию оптимального плана открытия новых точек доступа к финансовым услугам в регионе. Основная цель модели – определить, какие точки доступа каких типов и в каких населенных пунктах следует открыть, чтобы достичь максимальной удельной эффективности открываемых точек доступа, определяемой соотношением прироста коэффициента финансовой доступности (КФД) к совокупным затратам на открытие и содержание точек доступа.

Пусть заданы:

$I = \{1, 2, \dots, n\}$ – множество типов точек доступа к финансовым услугам, допустимых к открытию;

$J = \{1, 2, \dots, k\}$ – множество НП в рассматриваемом регионе;

$Q \subseteq I \times J$ – множество допустимых альтернатив (пар «тип точки – НП»), удовлетворяющих техническим, логическим и экономическим ограничениям.

$Q = \{(i, j) \mid i \in I, j \in J, \text{открытие точки } i \text{ в НП } j \text{ допустимо}\};$

$x_{ij} \in \{1, 0\}$ – $i \in I, j \in J$, где $x_{ij} = 1$, если принимается решение открыть точку доступа типа i в НП j , и $x_{ij} = 0$ в противном случае.

Вектор решений $x = (x_{ij})_{i \in I, j \in J}$ представляет собой полный набор переменных, определяющих план мероприятий по повышению уровня доступности финансовых услуг.

Для каждого НП $j \in J$ известны:

g_j – численность населения в НП j ;

f_j^0 – изначальный КФД в НП j , рассчитанный по методике ЦБ РФ.

Компоненты КФД:

KO_j – компонент КФД в НП j , значение которого зависит от наличия имеющихся в НП j офисов кредитных организаций;

A_j – компонент КФД в НП j , значение которого зависит от количества имеющихся в НП j банкоматов и терминалов;

B_j – компонент КФД в НП j , значение которого зависит от наличия в НП j отделений почтовой связи, выездных форматов обслуживания кредитными организациями;

C_j – компонент КФД в НП j , значение которого зависит от наличия в НП j подразделений микрофинансовых организаций, кредитных потребительских кооперативов;

D_j – компонент КФД в НП j , значение которого зависит от наличия в НП j доступа к сети Интернет;

E_j – компонент КФД в НП j , значение которого зависит от транспортной доступности НП j ;

Константы:

$kotax_j, komid_j, komin_j$ – значения показателя kot_j^h в зависимости от количества офисов кредитных организаций в НП j ($kotax_j > komid_j > komin_j > 0$);

$amax_j^h, amid_j^h, amin_j^h$ – значения показателя a_j^h в зависимости от количества устройств типа h в НП j ($amax_j^h > amid_j^h > amin_j^h > 0$);

$b_j^1, b_j^2, b_j^3, b_j^4, b_j^5$ – значения показателя B_j в НП j ($b_j^1 > b_j^2 > b_j^3 > b_j^4 > b_j^5 > 0$);

c_j^1, c_j^2, c_j^3 – значения показателя C_j в НП j ($c_j^1 > c_j^2 > c_j^3 > 0$);

d_j^1, d_j^2 – значения показателя D_j в НП j ($d_j^1 > d_j^2 > 0$);

e_j^1, e_j^2 – значения показателя E_j в НП j ($e_j^1 > e_j^2 > 0$);

u_j^h – количество банкоматов или терминалов типа h в НП j ;

p – среднероссийский показатель количества офисов кредитных организаций на душу населения;

w_h – среднероссийский показатель количества банкоматов/терминалов типа h на душу населения;

a_j^h – вклад от банкоматов/терминалов типа h в НП j в показатель A_j ;

y_j – количество офисов кредитных организаций в НП j ;

v_j^1 – наличие в НП j отделений почтовой связи (1 – есть, 0 – нет);

v_j^2 – наличие в НП j окон банковского обслуживания в отделениях почты (1 – есть, 0 – нет);

v_j^3 – наличие в НП j удаленных точек обслуживания (1 – есть, 0 – нет);

z_j^1 – наличие в НП j микрофинансовых организаций или кредитных кооперативов (1 – есть, 0 – нет);

z_j^2 – наличие в НП j субъектов страхового дела (1 – есть, 0 – нет);

I_j – наличие в НП j доступа к сети Интернет (1 – есть, 0 – нет);

t_j^1 – время, затрачиваемое на поездку из НП j до ближайшего НП с наличием офиса кредитной организации, измеряемое в минутах;

t_j^2 – время, затрачиваемое на поездку из НП j до ближайшего НП с наличием банкомата, измеряемое в минутах;

Компонент KO_j :

$$KO_j = \begin{cases} k_{\max_j}, & \text{если } \frac{y_j}{g_j} > p \\ k_{\text{mid}_j}, & \text{если } \frac{p}{2} < \frac{y_j}{g_j} \leq p \\ k_{\min_j}, & \text{если } 0 < \frac{y_j}{g_j} \leq \frac{p}{2} \\ 0, & \text{если } \frac{y_j}{g_j} = 0 \end{cases}.$$

Компонент A_j :

$$A_j = \begin{cases} \sum_{j=1}^n a_j^h, & \text{если } \sum_{j=1}^n a_j^h \leq 35, \\ 35, & \text{если } \sum_{j=1}^n a_j^h > 35. \end{cases}.$$

При этом:

$$A_j = \begin{cases} a_{\max_j^h}, & \text{если } \frac{u_j^h}{g_j} > w_h \\ a_{\text{mid}_j^h}, & \text{если } \frac{w_h}{2} < \frac{u_j^h}{g_j} \leq w_h \\ a_{\min_j^h}, & \text{если } 0 < \frac{u_j^h}{g_j} \leq \frac{w_h}{2} \\ 0, & \text{если } \frac{u_j^h}{g_j} = 0 \end{cases}.$$

Компонент B_j :

$$B_j = \begin{cases} b_1, \text{ если } v_j^1 = 1 \text{ и } v_j^2 = 1 \text{ и } v_j^3 = 1 \\ b_2, \text{ если } v_j^1 = 1 \text{ и } v_j^2 = 0 \text{ и } v_j^3 = 1 \\ b_3, \text{ если } v_j^1 = 0 \text{ и } v_j^2 = 0 \text{ и } v_j^3 = 1 \\ b_4, \text{ если } v_j^1 = 1 \text{ и } v_j^2 = 1 \text{ и } v_j^3 = 0 \\ b_5, \text{ если } v_j^1 = 1 \text{ и } v_j^2 = 0 \text{ и } v_j^3 = 0 \\ 0, \text{ если } v_j^1 = 0 \text{ и } v_j^2 = 0 \text{ и } v_j^3 = 0 \end{cases}.$$

Компонент C_j :

$$C_j = \begin{cases} c_1, \text{ если } z_j^1 = 1 \text{ и } z_j^2 = 1 \\ c_2, \text{ если } z_j^1 = 1 \text{ и } z_j^2 = 0 \\ c_3, \text{ если } z_j^1 = 0 \text{ и } z_j^2 = 1 \\ 0, \text{ если } z_j^1 = 0 \text{ и } z_j^2 = 0 \end{cases}.$$

Компонент D_j :

$$D_j = \begin{cases} d_1, \text{ если } I_j = 1 \text{ и } C_j = 0 \\ d_2, \text{ если } I_j = 1 \text{ и } C_j > 0 \\ 0, \text{ если } I_j = 0 \text{ и } C_j = 0 \end{cases}.$$

Компонент E_j :

$$E_j = \begin{cases} 15, & \text{если } G_j \leq 70 \text{ и } t_1 \leq 30 \\ 85 - (G_j), & \text{если } 70 < G_j < 85 \text{ и } t_1 \leq 30 \\ 8, & \text{если } G_j \leq 77 \text{ и } t_1 > 30 \text{ и } t_2 \leq 30 \\ 85 - (G_j), & \text{если } 77 < G_j < 85 \text{ и } t_1 > 30 \text{ и } t_2 \leq 30 \\ 0, & \text{если } G_j \geq 85 \\ 0, & \text{если } G_j < 85 \text{ и } t_1 > 30 \text{ и } t_2 > 30 \end{cases}.$$

где $G_j = KO_j + A_j + B_j + C_j + D_j$.

Для каждого типа точек доступа $i \in I$ известны:

O_i – финансовые затраты на открытие точки доступа типа i , измеряемые в миллионах рублей;

S_i – финансовые затраты на содержание в течение 5 лет точки доступа типа i , измеряемые в миллионах рублей;

$O_i + S_i$ – совокупные затраты на открытие и содержание точки доступа типа i .

Прирост КФД от открытия точки доступа типа i в НП j при текущем состоянии системы X определяется как:

$$\Delta f_{ij}(x) = f_j(x \cup \{x_{ij} = 1\}) - f_j(x).$$

Удельная эффективность альтернативы (открытия точки доступа):

$$eff_{ij}(x) = \frac{\Delta f_{ij}(x)}{O_i + S_i}.$$

На уровне региона рассчитываются:

F_0 – исходный средний КФД в регионе:

$$F_0 = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k f_1^0;$$

$\Delta F_{\text{треб}}$ – требуемый прирост среднего КФД в регионе, задаваемый пользователем системы;

$\Delta F(x)$ – фактический прирост среднего КФД в регионе при реализации плана мероприятий, определяемого вектором решений x :

$$\Delta F(x) = F(x) - F_0,$$

где

$$F(x) = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k f_j(x).$$

Совокупные затраты на весь план мероприятий по повышению уровня финансовой доступности в регионе (т. е. на все открытые точки доступа):

$$R(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (O_i + S_i) * x_{ij}.$$

Целевая функция модели направлена на достижение наибольшего значения удельной эффективности *итогового плана мероприятий*:

$$Eff = \frac{\Delta F(x)}{R(x)} \rightarrow \max;$$

при обязательном выполнении ограничения по достижению целевого прироста среднего КФД:

$$\Delta F(x) \geq \Delta F_{\text{треб}}.$$

Допустимые альтернативы формируются с учетом следующих ограничений:

Каждая открываемая точка доступа должна увеличивать КФД в НП, в котором она находится, по сравнению с исходным КФД в НП;

Возможными к открытию считаются точки доступа, обеспечиваемые кредитными организациями, и доступ к сети Интернет;

Возможными НП для открытия точек доступа считаются НП с ненулевой численностью населения;

Возможность открытия окон АО «Почта Банк» предоставляется только в тех НП, где присутствует функционирующее стационарное отделение почтовой связи;

Множество допустимых альтернатив Q определяется как совокупность пар (i, j) , удовлетворяющих всем техническим и логическим ограничениям.

Алгоритм решения

Для решения поставленной задачи оптимизации предлагается итеративный жадный алгоритм.

Шаг 0. Инициализация

Входные данные:

$I = \{1, 2, \dots, n\}$ – множество типов точек доступа к финансовым услугам, допустимых к открытию;

$J = \{1, 2, \dots, k\}$ – множество НП в рассматриваемом регионе;

$Q \subseteq I \times J$ – множество допустимых альтернатив (пар «тип точки – НП»), удовлетворяющих техническим, логическим и экономическим ограничениям.

$Q = \{(i, j) \mid i \in I, j \in J, \text{открытие точки } i \text{ в НП } j \text{ допустимо}\};$

O_i – финансовые затраты на открытие точки доступа типа i , измеряемые в миллионах рублей;

S_i – финансовые затраты на содержание в течение 5 лет точки доступа типа i , измеряемые в миллионах рублей;

f_j^0 – изначальный КФД в НП j рассчитанный по методике ЦБ РФ;

$\Delta F_{\text{треб}}$ – требуемый прирост среднего КФД в регионе, задаваемый пользователем системы.

Начальные условия:

$$x^{(0)} = \{x_{ij} = 0 \mid \forall i \in I, \forall j \in J\};$$

$$F^{(0)} = F_0;$$

$$\Delta F^{(0)} = 0;$$

$$Q^{(0)} = Q;$$

$$t = 0.$$

Шаг 1. Вычисление эффективности альтернатив:

Для каждой допустимой альтернативы $(i, j) \in Q^{(t)}$ на основе текущего состояния $x^{(t)}$ рассчитывается:

прирост КФД в НП j при открытии точки i :

$$\Delta f_{ij}^{(t)} = f_j(x^{(t)} \cup \{x_{ij} = 1\}) - f_j(x^{(t)});$$

показатель удельной эффективности:

$$eff_{ij}^{(t)} = \frac{\Delta f_{ij}^{(t)}}{(O_i + S_i)}.$$

Шаг 2. Ранжирование альтернатив:

Множество $Q^{(t)}$ упорядочивается по убыванию $eff_{ij}^{(t)}$:

$$Q_{\text{сорт}}^{(t)} = \{(i_1, j_1), (i_2, j_2), \dots\}, \quad eff_{i_1 j_1}^{(t)} \geq eff_{i_2 j_2}^{(t)} \geq \dots \geq eff_{i_m j_m}^{(t)};$$

Шаг 3. Выбор лучшей альтернативы:

Выбирается альтернатива с максимальной удельной эффективностью:

$$(i^*, j^*) = \arg \max_{(i, j) \in Q^{(t)}} eff_{ij}^{(t)}.$$

Решение фиксируется:

$$x_{i^* j^*}^{(t+1)} = 1.$$

Обновляется вектор решений:

$$x^{(t+1)} = x^{(t)} \cup \{x_{i^* j^*} = 1\}.$$

Шаг 4. Актуализация состояния системы

Пересчитывается КФД для всех НП:

$$\Delta f_{ij}^{(t+1)} = f_j(x^{(t+1)}), \forall j \in J.$$

Пересчитывается текущий средний КФД в регионе:

$$F^{(t+1)} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k f_j(x^{(t+1)}).$$

Пересчитывается текущий прирост КФД в регионе:

$$\Delta F^{(t+1)} = \Delta F^{(t+1)} - \Delta F^{(t)};$$

Обновляется множество допустимых альтернатив $Q^{(t+1)}$:

$$Q^{(t+1)} = \{(i, j) \in Q^{(t+1)} \setminus \{(i^*, j^*) \mid \Delta f_{ij}^{(t+1)} > 0\}\},$$

где $\Delta f_{ij}^{(t+1)}$ – пересчитанный прирост КФД в НП с учетом нового состояния системы.

При этом исключаются:

- альтернативы, ставшие недопустимыми из-за насыщения;
- альтернативы с нулевым или отрицательным приростом;
- уже выбранная альтернатива.

Шаг 5. Проверка условия остановки:

Если $\Delta F^{(t+1)} \geq \Delta F_{\text{треб}}$ или $Q^{(t+1)} = \emptyset$, то переход к шагу 6,

Иначе $t \leftarrow t + 1$, переход к шагу 1.

Шаг 6. Формирование итогового решения:

Итоговый вектор решений: $x^* = x^{(t+1)}$.

Итоговый средний КФД в регионе: $F^* = F^{(t+1)}$.

Достигнутый прирост среднего КФД: $\Delta F^* = F^* - F_0$.

Итоговые затраты на открытие и на содержание точек доступа за рассматриваемый период:

$$R^* = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (O_i + S_i) x_{ij}^*.$$

Итоговая удельная эффективность:

$$Eff^* = \frac{\Delta F^*(x)}{R^*(x)}.$$

Оценка результатов

До внедрения системного подхода, рассматриваемого в данной работе, повышение среднего показателя финансовой доступности в регионах часто осуществлялось с опорой на упрощенные приемы. Анализ практики планирования позволил выделить несколько наиболее распространенных, но методологически ограниченных подходов. Один из подходов заключается в единовременном открытии в большом количестве НП точек одного типа, требующих наименьших затрат. Например, таким типом точки доступа могут выступать удаленные и облегченные форматы обслуживания, такие как мобильные менеджеры. Хотя такой метод позволяет формально увеличить охват НП и сократить затраты в краткосрочной перспективе, его эффективность в контексте достижения целевого среднего КФД по региону является низкой. Выбор НП для открытия точек происходит без предварительного анализа и допускает большое количество ситуаций, когда открытие точки не приводит к повышению КФД в НП из-за уже имеющихся других форматов обслуживания, дублирующих набор предоставляемых услуг, либо из-за ограничений, вызванных транспортной доступностью НП, которые не позволяют увеличить КФД путем открытия данной точки доступа. Итогом применения подхода являлось расхождение ожидаемого соотношения затраченных средств к полученному приросту КФД с реально получаемыми результатами, что существенно снижало эффективность. Другой подход фокусируется на НП с наибольшей численностью населения и одновременно с наиболее низким исходным значением КФД. В данных НП планируются к открытию разнообразные точки доступа с целью максимально повысить показатель и вывести НП из проблемной зоны. Этот подход игнорирует несколько критических факторов. Низкий исходный КФД в крупном НП часто обусловлен комплексными структурными проблемами (отсутствие инфраструктуры связи, сложная логистика), для преодоления которых требуются непропорционально высокие инвестиции. Следовательно, стоимость достижения единицы прироста КФД в таких НП может быть крайне неэффективной. Также не учитываются эффект насыщения и нелинейность прироста. Методика расчета КФД содержит пороговые значения и условия ограничения. Поэтому простое открытие различных точек в проблемных НП без учета исходной ситуации и без учета комплексного взаимного влияния открываемых точек часто приводит к выходу на «плато», когда дополнительные вложения перестают давать значимый прирост, что не учитывалось при интуитивном планировании.

Разработанная модель оперирует не абсолютными значениями прироста КФД и финансовых затрат, а их взвешенной комбинацией. Это позволяет на каждой итерации выбирать не самую дешевую и не самую весомую точку, а альтернативу с оптимальным балансом, обеспечивая максимальную отдачу. Таким образом, модель автоматически позволяет избежать описанных проблем других подходов. Адаптивный пересчет прироста КФД в случае открытия каждой из возможных точек доступа является важным преимуществом. Например, открытие банкомата в НП может удовлетворить потребность в базовых услугах, после чего приоритет открытия платежного терминала в том же НП снизится. Интуитивные подходы, как правило, не способны моделировать такие нелинейные взаимосвязи, что ведет к избыточному или дублирующему размещению инфраструктуры. Комплексная оценка всех составляющих, из которых складывается значение КФД, позволяет учитывать пороговые эффекты и точно выявлять оптимальные места для улучшений в каждом конкретно взятом НП, а не действовать шаблонно.

Для оценки эффективности описанных подходов и разработанной модели был проведен сравнительный анализ их применения. Был рассмотрен регион, в котором расположены 507 НП с численностью населения от 100 человек и с возможностью повышения показателя КФД. Исходный средний показатель КФД в регионе составляет 79,98 %. Для реализации подхода минимальных затрат, предполагающего единовременное открытие в большом количестве НП точек одного типа, требующих наименьших расходов, в качестве точек доступа выбраны мобильные менеджеры. Мобильные менеджеры являются облегченным выездным форматом обслуживания с минимальными финансовыми затратами. Условный показатель затрат принят эквивалентным финансовым расходам в миллионах рублей. С учетом имеющихся ограничений в 331 НП является возможным запуск мобильных менеджеров. Общие затраты в одном НП составляют 0,15 млн руб. Прирост КФД после открытия составил 4,25. Удельная эффективность, вычисляемая как $4,25 / (331 * 0,15)$, составляет 0,086. Также были рассчитаны показатели удельной эффективности подхода и для других точек доступа с наименьшими затратами относительно других. Среди них окна Почта Банк, платежные терминалы, банкоматы. Сравнительные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1
 Table 1

Результаты применения подхода минимальных затрат
 Results of the application of the minimum cost approach

№	Точка доступа	Количество НП с возможностью открытия, ед.	Прирост среднего КФД в регионе	Затраты на открытие одной точки, млн руб.	Удельная эффективность
1	Мобильные менеджеры	331	4,25	0,15	0,086
2	Окна Почта Банк	134	1,23	0,4	0,023
3	Платежные терминалы	230	4,57	0,2	0,099
4	Банкоматы	87	1,98	0,5	0,046

Для более точной и корректной оценки данного метода также была смоделирована ситуация последовательного открытия точек доступа одного типа, требующего наименьших затрат, и дальнейшего перехода к открытию точек следующих по стоимости типов. Количество открытых точек и суммарные затраты определяются путем сложения показателей из таблицы 1: 782 точки с затратами 192,75 млн руб. Однако прирост среднего КФД в регионе будет меньше суммы четырех значений из таблицы 1 из-за наличия ограничений на

совокупный вклад различных точек доступа в КФД НП, предусмотренных формулой расчета. Фактический прирост среднего КФД в регионе составил 8,74. Удельная эффективность комбинированного подхода равна 0,045.

Для реализации подхода открытия точек, дающих максимальный прирост в НП с наибольшим населением и одновременно наименьшим КФД, с использованием различных комбинаций, применяемых в практике составления планов мероприятий по повышению уровня доступности финансовых услуг в ЦБ РФ, было создано 5 альтернативных вариантов наборов открываемых точек доступа. Удельная эффективность данных вариантов, рассчитанная как отношение прироста КФД к совокупным затратам, варьируется от 0,059 до 0,084. Результаты оценки приведены в табл. 2.

Таблица 2
Table 2

Результаты применения подхода открытия точек, дающих максимальный прирост в НП с наибольшим населением и одновременно наименьшим КФД
Results of applying the approach of identifying points that provide the maximum increase in the population with the largest population and at the same time the lowest Financial Accessibility Ratio

№	Прирост КФД, %	Количество мобильных менеджеров, ед.	Количество окон обслуживания, ед.	Количество терминалов, ед.	Количество банкоматов, ед.	Общие затраты, млн руб.	Удельная эффективность
6	2,23	24	2	2	53	31,3	0,071
7	2,4	4	50	53	10	36,2	0,066
8	3,57	13	24	104	20	42,35	0,084
9	2,84	4	4	7	90	48,6	0,059
10	3,95	14	75	23	48	60,7	0,065

Разработанная модель предполагает выбор требуемой величины прироста среднего КФД пользователем. Для оценки эффективности были произведены расчеты для значения прироста от 1 до 8 с шагом 1. Для сравнительного анализа работа модели была ограничена тем же набором точек, которые использовались при оценке других подходов. Результаты оценки приведены в табл. 3

Таблица 3
Table 3

Результаты применения разработанной модели
The results of the application of the developed model

№	Прирост КФД	Количество мобильных менеджеров, ед.	Количество окон Почта Банк, ед.	Количество терминалов, ед.	Количество банкоматов, ед.	Общие затраты, млн руб.	Удельная эффективность
11	1	34				5,1	0,196
12	2	67				10,05	0,199
13	3	101		5		16,15	0,186
14	4	114	2	20	1	22,4	0,179
15	5	115	5	53	3	31,35	0,159
16	6	115	12	98	7	45,15	0,133
17	7	116	14	121	12	53,2	0,132
18	8	116	20	145	15	61,9	0,129

Из таблицы видно планомерное снижение эффективности вместе с повышением требуемого прироста среднего КФД в регионе. Сравнение всех рассмотренных подходов приведено на рис. 1.

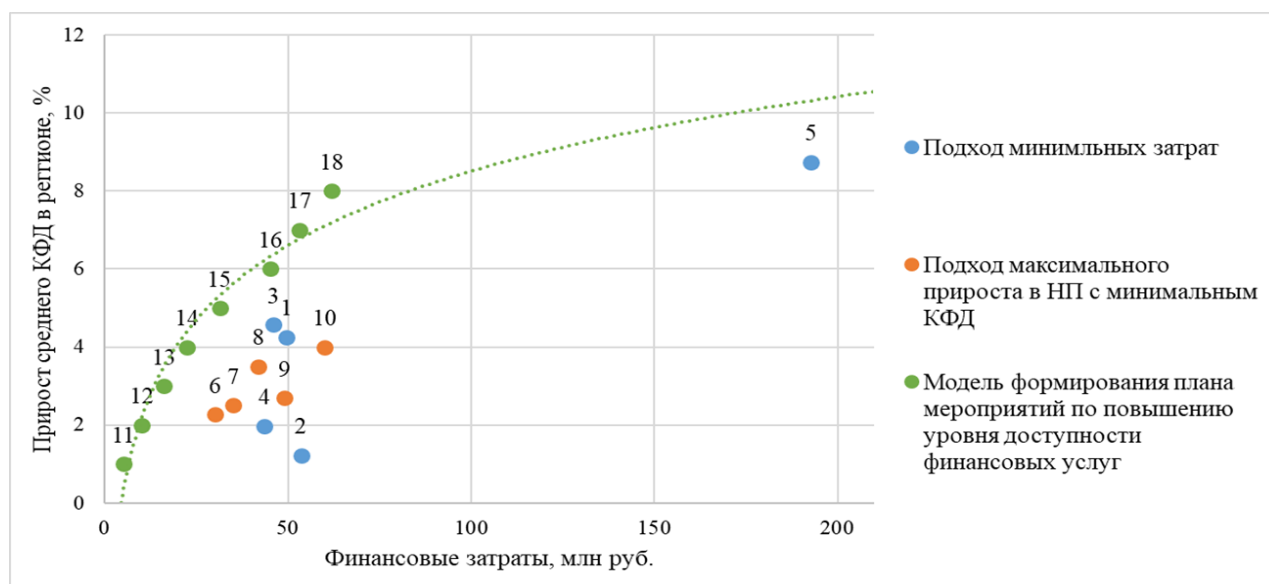


Рис. 1. График соотношения прироста среднего КФД и финансовых затрат
Fig. 1. Correlation between the increase in the average Financial Accessibility Ratio and financial costs

Точками с 1 по 5 отмечены результаты подхода минимальных затрат. Точками 6–10 отмечены различные сценарии использования подхода максимального прироста в НП с минимальным КФД при большой численности населения. Точками 11–18 отмечены результаты разработанной модели для различных значений требуемого прироста. Пунктирной линией обозначена логарифмическая линия тренда результатов алгоритма, показывающая его более высокую эффективность.

Проведено сравнение имеющихся подходов при фиксированном значении прироста среднего КФД, равном 1. Для этого вычислены финансовые затраты, необходимые для реализации каждого метода. Результаты сравнения представлены на рис. 2.

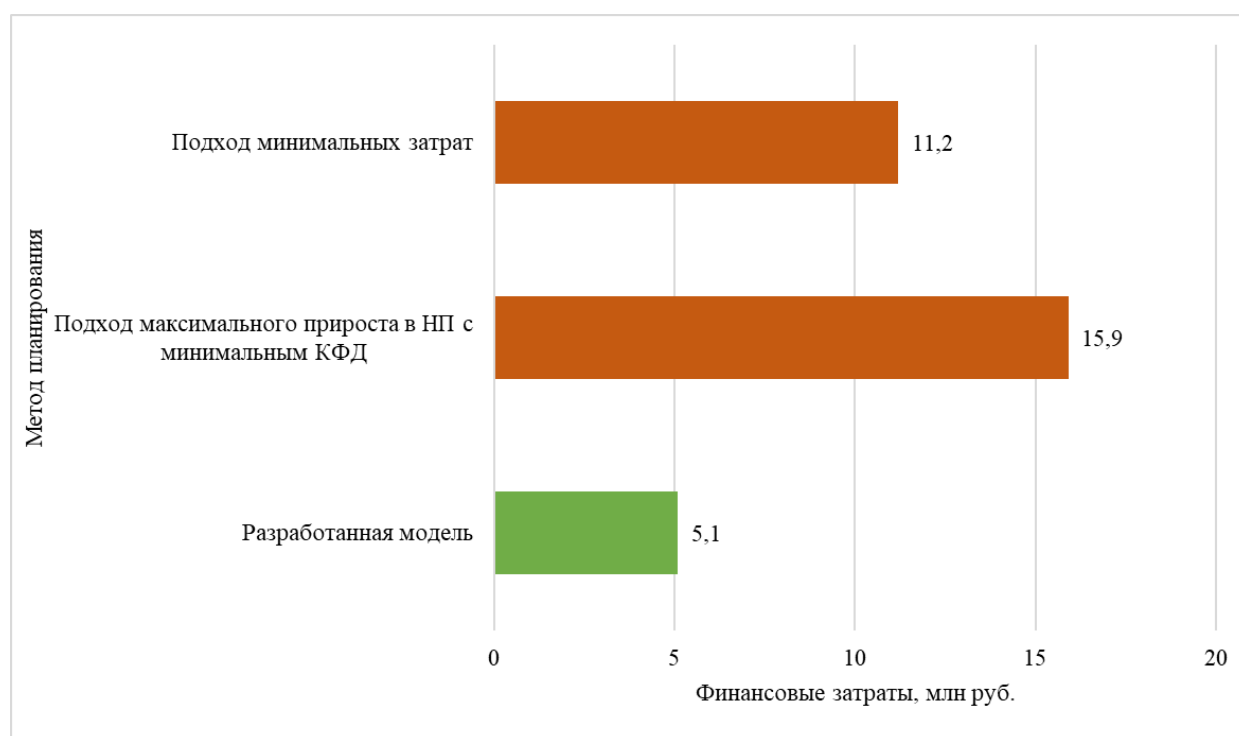


Рис. 2. График сравнения финансовых затрат при приросте, равном 1
Fig. 2. A graph comparing financial costs at an increase equaling one

Сравнения результатов однозначно показывают превосходство разработанной модели как в удельной эффективности, так и в финансовых затратах при фиксированном значении прироста среднего КФД в регионе.

Заключение

Оценка практики планирования позволила выделить несколько наиболее распространенных, но методологически ограниченных подходов к составлению планов мероприятий по повышению уровня доступности финансовых услуг в регионе. Проведенный анализ демонстрирует, что имеющиеся подходы к повышению КФД, хотя и интуитивно понятны, являются неоптимальными с точки зрения экономической эффективности и точности достижения стратегических показателей. Была разработана модель, основанная на принципах жадного итерационного алгоритма. Разработанная модель, положенная в основу СППР, обеспечивает научно обоснованный, измеримый и воспроизводимый метод формирования плана мероприятий. Разработанная модель оперирует не абсолютными значениями прироста КФД и финансовых затрат, а их взвешенной комбинацией. Это позволяет на каждой итерации выбирать не самую дешевую и не самую весомую точку, а альтернативу с оптимальным балансом, обеспечивая максимальную отдачу. Таким образом, модель автоматически позволяет избежать описанных проблем других подходов. Проведено сравнение результатов работы модели и альтернативных подходов, позволившее определить превосходство разработанной модели. Внедрение модели в процесс работы ЦБ РФ способно существенно повысить эффективность бюджетных расходов и ускорить процесс повышения финансовой доступности на региональном уровне.

Список литературы

- Казарина В.В., Подвербный В.А. 2019. Принятие решения по выбору варианта трассы железнодорожной линии. *Мир транспорта*, 3(82): 140–151. DOI 10.30932/1992-3252-2019-17-3-140-151.
- Козлов С.В. 2019. Цифровое моделирование процессов управления социально-экономическими системами с применением методов функционального анализа. Вызовы цифровой экономики: итоги и новые тренды : Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции. Брянск: 233–239.
- Мирончук В.А., Золкин А.Л., Мекшенева Ж.В., Поскряков И.А. 2023. Современные компьютерные системы поддержки принятия решений. *Естественно-гуманитарные исследования*, 4(48): 228–231.
- Мясников В.В., Агафонов А.А., Юмаганов А.С. 2021. Детерминированная прогнозная модель управления сигналами светофоров в интеллектуальных транспортных и геоинформационных системах. *Компьютерная оптика*, 6: 917–925. DOI 10.18287/2412-6179-CO-1031.
- Салимова Г.А. 2023. Моделирование уровня жизни населения регионов на основе анализа панельных данных. *Российский электронный научный журнал*, 1(47): 309–321. DOI 10.31563/2308-9644-2023-47-1-309-321.
- Смирнова О.Б., Ламонина Л.В., Первушин В.А. 2023. Использование нейронных сетей в прогнозировании экономических систем. Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития: Материалы IX Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Омск: С. 811–815.
- Федько В.С., Ковалев С.В., Ковалева О.А. 2024. Разработка геоинформационной системы для анализа уровня доступности финансовых услуг. *Программная инженерия*, 12: 623–630. DOI: 10.17587/prin.15.623-630.
- Федько В.С., Ковалев С.В., Ковалева О.А. 2025. Анализ релевантных исследований при разработке систем поддержки принятия решений повышения уровня доступности финансовых услуг. *Вестник компьютерных и информационных технологий*, 10(256): 34–41. DOI 10.14489/vkit.2025.10.pp.034-041. EDN NTLLCI.
- Черкасов А.А., Махмудов Р.К., Сопнев Н.В. 2021. Пространственный анализ городов и агломераций: интеграция технологий ГИС и Big Data. *Наука. Инновации. Технологии*, 4: 95–112. DOI 10.37493/2308-4758.2021.4.6.

- Шубат О.М., Багирова А.П., Акишев А.А. 2019. Методика анализа демографического потенциала российских регионов на основе нечеткой кластеризации данных. *Экономика региона*, 1: 178–190. DOI 10.17059/2019-1-14.
- Deveci M., Mishra A.R., Gokasar I. 2023 A Decision Support System for Assessing and Prioritizing Sustainable Urban Transportation in Metaverse. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 2: 475–484. DOI 10.1109/tfuzz.2022.3190613.
- Mellaku M.T., Sebsibe A.S. 2022 Potential of mathematical model-based decision making to promote sustainable performance of agriculture in developing countries: A review article. *Heliyon*. 2: e08968. DOI 10.1016/j.heliyon.2022.e08968.
- Mohammadi M., Rashidi M., Yu.Ya., Samali B. 2023 Integration of TLS-derived Bridge Information Modeling (BrIM) with a Decision Support System (DSS) for digital twinning and asset management of bridge infrastructures. *Computers in Industry*, 147: 103881. DOI 10.1016/j.compind.2023.103881.
- Parsamehr M., Perera U.S., Dodanwala T.C. 2023 A review of construction management challenges and BIM-based solutions: perspectives from the schedule, cost, quality, and safety management. *Asian Journal of Civil Engineering*, 1: 353–389. DOI 10.1007/s42107-022-00501-4.
- Parvin F., Ali Sk. A., Hashmi S.N.I., Khatoon A. 2021 Accessibility and site suitability for healthcare services using GIS-based hybrid decision-making approach: a study in Murshidabad, India. *Spatial Information Research*, 1: 1–18. DOI 10.1007/s41324-020-00330-0.
- Shafiee M., Animah I., Alkali B., Baglee D. 2019. Decision support methods and applications in the upstream oil and gas sector. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 73: 1173–1186. DOI 10.1016/j.petrol.2018.10.050.
- Simeone A., Zeng Yu., Caggiano A. 2021 Intelligent decision-making support system for manufacturing solution recommendation in a cloud framework. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 3: 1035–1050. DOI 10.1007/s00170-020-06389-1.
- Valle-Cruz D., Fernandez-Cortez V., Gil-Garcia J.R. 2022. From E-budgeting to smart budgeting: Exploring the potential of artificial intelligence in government decision-making for resource allocation. *Government Information Quarterly*, 2: 101644. DOI 10.1016/j.giq.2021.101644.
- Yu Y., Yazan D.M., Junjan V., Iacob M.E. 2022 Circular economy in the construction industry: A review of decision support tools based on Information & Communication Technologies. *Journal of Cleaner Production*, 349: 131335. DOI 10.1016/j.jclepro.2022.131335.
- Zhang Ke., Chen H., Dai H. N. 2022 SpoVis: Decision Support System for Site Selection of Sports Facilities in Digital Twinning Cities. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2: 1424–1434. DOI 10.1109/tii.2021.3089330.

References

- Kazarina V.V., Podverbny V.A. 2019. Decision-making on choosing a railway line route option. *World of Transport*, 3(82): 140–151. DOI 10.30932/1992-3252-2019-17-3-140-151.
- Kozlov S.V. 2019. Digital modeling of management processes in socio-economic systems using functional analysis methods. Challenges of the Digital Economy: Results and New Trends: Collection of Articles of the II All-Russian Scientific and Practical Conference. Bryansk: 233–239.
- Mironchuk V.A., Zolkin A.L., Meksheneva Zh.V., Poskryakov I.A. 2023. Modern computer decision support systems. *Natural and Humanitarian Research*, No. 4(48): 228–231.
- Myasnikov V.V., Agafonov A.A., Yumaganov A.S. 2021. Deterministic predictive model for traffic light signal control in intelligent transport and geoinformation systems. *Computer Optics*, 6: 917–925. DOI 10.18287/2412-6179-CO-1031.
- Salimova G.A. 2023. Modeling the standard of living of the population in regions based on the analysis of panel data. *Russian Electronic Scientific Journal*, 1(47): 309–321. DOI 10.31563/2308-9644-2023-47-1-309-321.
- Smirnova O.B., Lamonina L.V., Pervushin V.A. 2023. Using neural networks in forecasting economic systems. Scientific and technical support for the agro-industrial complex: state and development prospects: Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference dedicated to the 105th anniversary of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Omsk State Agrarian University”. Omsk: pp. 811–815.
- Fedko V.S., Kovalev S.V., Kovaleva O.A. 2024. Development of a geoinformation system for analyzing the level of accessibility of financial services. *Software Engineering*, 12: 623–630. DOI: 10.17587/prin.15.623-630.

- Fedko V.S., Kovalev S.V., Kovaleva O.A. 2025. Analysis of relevant studies in the development of decision support systems to improve the accessibility of financial services. *Bulletin of Computer and Information Technologies*, 10(256): 34–41. DOI 10.14489/vkit.2025.10.pp.034-041. EDN NTLLCI.
- Cherkasov A.A., Makhmudov R.K., Sopnev N.V. 2021. Spatial analysis of cities and agglomerations: integration of GIS technologies and big data. *Science. Innovations. Technologies*, 4: 95–112. DOI 10.37493/2308-4758.2021.4.6.
- Shubat O.M., Bagirova A.P., Akishev A.A. 2019. Methodology for analyzing the demographic potential of Russian regions based on fuzzy data clustering. *Regional Economics*, 1: 178–190. DOI 10.17059/2019-1-14.
- Deveci M., Mishra A.R., Gokasar I. 2023. Decision support system for assessing and prioritizing sustainable urban transport in the metaverse. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 2: 475–484. DOI 10.1109/tfuzz.2022.3190613.
- Mellaku M.T., Sebsibé A.S. Decision-making potential based on mathematical models by 2022 to promote sustainable agricultural development in developing countries: a review article. *Heliyon*, 2: e08968. DOI 10.1016/j.heliyon.2022.e08968.
- Mohammadi M., Rashidi M., Yu.Ya., Samali B. Integration of Bridge Information Modeling based on TLS Technology (BrIM) with a Decision Support System (DSS) for Digital Twinning and Asset Management of Bridge Structures. *Computers in Industry*, 147: 103881. DOI 10.1016/j.compind.2023.103881.
- Parsamer M., Perera U.S., Dodanwala T.S. Review of construction management challenges and BIM-based solutions: perspectives in terms of schedule, cost, quality, and safety. *Asian Journal of Civil Engineering*, 1: 353–389. DOI 10.1007/s42107-022-00501-4.
- Parvin F., Ali S.K., Hashmi S.N.I., Khatun A. 2021 Availability and Suitability of the Territory for Providing Medical Services Using a Hybrid GIS-Based Decision-Making Approach: A Study in Murshidabad, India. *Spatial Information Research*, 1: 1–18. DOI 10.1007/s41324-020-00330-0.
- Shafi M., Anima I., Alkali B., Bagli D., 2019. Decision support methods and their application in the oil and gas sector. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 73: 1173–1186. DOI 10.1016/j.petrol.2018.10.050.
- Simeone A., Zeng Y., Caggiano A. 2021. Intelligent decision support system for generating recommendations on production decisions in a cloud environment. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1035–1050. DOI 10.1007/s00170-020-06389-1.
- Valle-Cruz D., Fernández-Cortés V., Gil-García J.R. 2022. From e-budgeting to smart budgeting: exploring the potential of artificial intelligence in the process of making public decisions regarding resource allocation. *Government Information Quarterly*, 2: 101644. DOI 10.1016/j.giq.2021.101644.
- Yu. Yu., Yazán D.M., Junjan V., Jacob M.E. Circular economy in the construction industry in 2022: a review of decision support tools based on information and communication technologies. *Journal of Cleaner Production*, 349: 131335. DOI 10.1016/j.jclepro.2022.131335.
- Zhang Ke, Chen H., Dai H.N. 2022 SpoVis: a decision support system for selecting locations for building sports facilities in sister cities. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2: 1424–1434. DOI 10.1109/tii.2021.3089330.

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 13.04.2026

Поступила после рецензирования 27.08.2026

Принята к публикации 04.09.2026

Received April 13, 2026

Revised August 27, 2026

Accepted September 04, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Федько Василий Сергеевич, аспирант,
Тамбовский государственный университет имени
Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия

Vasily S. Fedko, Postgraduate Student, Derzhavin
Tambov State University, Tambov, Russia



Ковалева Ольга Александровна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры математического моделирования и информационных технологий, Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия

Olga A. Kovaleva, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Mathematical Modeling and Information Technologies, Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia

Ковалев Сергей Владимирович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры математического моделирования и информационных технологий, Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия

Sergey V. Kovalev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Mathematical Modeling and Information Technologies, Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES

УДК 004.056.55

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-689-697

EDN XBHNYD

Проектирование сканера уязвимостей веб-приложений с использованием модульной архитектуры

Куценко С.М., Салтанаева Е.А.

Казанский государственный энергетический университет,
Россия, 420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51
s.koutsenko@mail.ru, elena_maister@mail.ru

Аннотация. Сложность веб-приложений продолжает нарастать за счет API, микросервисов, SPA, а также постоянно ужесточаются нормативные требования. Рынок автоматизированных средств сканирования представлен преимущественно зарубежными продуктами, требующими высокой экспертизы, что создаёт барьер для разработчиков и обуславливает необходимость создания доступного отечественного инструмента. В статье описан процесс проектирования и архитектурные решения программного обеспечения для сканирования уязвимостей, проанализирован процесс тестирования на проникновение и выявлены ключевые этапы. Предложенная модульная архитектура реализована на Python и включает модуль картирования, модуль проверки XSS и модули отчётности, в ключевых модулях реализована сбалансированная многопоточность для производительности без перегрузки сервера. Архитектура предусматривает две версии: консольную с гибкой настройкой и более простую с графическим интерфейсом и фиксированными настройками, что адаптирует инструмент под разные категории пользователей. Предложенное решение предлагает разработчикам доступный, масштабируемый и эффективный инструмент для интеграции проверок безопасности в жизненный цикл разработки веб-приложений.

Ключевые слова: сканер, уязвимость, веб-приложение, модульная архитектура, проектирование, XSS, многопоточность, точки входа

Для цитирования: Куценко С.М., Салтанаева Е.А. 2026. Проектирование сканера уязвимостей веб-приложений с использованием модульной архитектуры. *Экономика. Информатика*, 53(3): 689–697. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-689-697. EDN XBHNYD

Design of a Web Application Vulnerability Scanner Using Modular Architecture

Svetlana M. Kutsenko, Elena A. Saltanaeva

Kazan State Power Engineering University,
51 Krasnoselskaya St., Kazan 420066, Tatarstan, Russia
s.koutsenko@mail.ru, elena_maister@mail.ru

Abstract. The complexity of web applications continues to grow due to APIs, microservices, and SPAs, and regulatory requirements are constantly being tightened. The market for automated scanning tools is dominated by foreign products that require high levels of expertise, which creates a barrier for developers and necessitates the development of an affordable domestic tool. This article describes the design process and architectural

© Куценко С.М., Салтанаева Е.А., 2026

solutions for vulnerability scanning software, analyzes the penetration testing process, and identifies key stages. The proposed modular architecture is implemented in Python and includes a mapping module, an XSS validation module, and reporting modules. The key modules feature balanced multithreading for performance without overloading the server. The architecture offers two versions: a console version with flexible customization and a simpler version with a graphical interface and fixed settings, catering to different user categories. The proposed solution provides developers with an accessible, scalable, and efficient tool for integrating security checks into the web application development lifecycle.

Keywords: scanner, vulnerability, web application, modular architecture, design, XSS, multithreading, entry points

For citation: Kutsenko S.M., Saltanaeva E.A. 2026. Design of a Web Application Vulnerability Scanner Using Modular Architecture. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 689–697 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-689-697. EDN XBIHYD

Введение

Обеспечение веб-безопасности – это необходимое условие существования любого онлайн-сервиса. Если раньше создание веб-приложения было в первую очередь вопросом функциональности, то теперь безопасность стоит наравне с основными характеристиками продукта [Губин, Тутова 2022].

Развитие веб-технологий шло стремительно, а безопасность долгое время оставалась на втором плане. В начале 2000-х, когда интернет только набирал популярность, большинство разработчиков даже не задумывались о таких вещах, как SQL-инъекции или межсайтовый скриптинг. Сайты создавались быстро, часто на самописных движках. Однако уже через несколько лет стало очевидно, что такой подход приводит к катастрофическим последствиям. Первые хакерские атаки показали, что уязвимости в коде могут стоить компаниям миллионов долларов и доверия клиентов.

Современные веб-приложения стали значительно сложнее. Это уже не просто страницы с формами, а полноценные интерактивные системы с API, микросервисами и сложной бизнес-логикой [Караваева, 2022]. С одной стороны, это дало пользователям невероятные возможности, с другой – создало новые векторы для атак. При этом инструменты для защиты зачастую не поспевают за этим развитием. Многие сканеры уязвимостей, созданные десять лет назад, просто не понимают современные технологии вроде GraphQL или WebSockets.

Особенно остро стоит вопрос автоматизации безопасности. При этом требования к безопасности постоянно растут [Куценко, Салтанаева, 2025, Нгуен, Ле, Нгуен, Зарипова, 2024]. Появляются новые стандарты, меняются законы о защите данных [Иванов, Москвин, Кубрин, 2019].

Сканирование веб-приложений на уязвимости является частью стандарта PCI DSS. Стандарт требует от организаций, использующих или передающих данные кредитных карт, проводить внутреннее и внешнее сканирование на наличие уязвимостей не реже одного раза в три месяца. Существуют и другие стандарты, что показывает заинтересованность организаций в проверке и сертифицировании выпускаемых веб-приложений [Могилко, 2025]. Необходимость подобных действий при выпуске сайта в эксплуатацию явна. Для защиты пользовательских данных существуют стандарты и сертификаты. Однако только некоторые предусматривают сканирование на уязвимости (например, PCI DSS, Owasp top ten NIST SP 800-53, CIS Controls).

На фоне столь малого процента стандартов, обязательно включающих в себя сканирование веб-приложения на уязвимости, рынок сканеров, по сравнению с остальными средствами обеспечения информационной безопасности, не представляет необходимого разнообразия продуктов и содержит в подавляющем большинстве зарубежные продукты (Nessus, OpenVas, QualysGuard, BurpSuite, Acunetix).

Резюмируя представленные выше данные, можно сделать вывод об актуальности создания программного обеспечения для сканирования уязвимостей веб-приложений.

Объект и методы исследования

Тестирование веб-приложений представляет собой компьютерное моделирование действий злоумышленника. Чтобы автоматизировать этот процесс, необходимо четко представлять себе последовательность действий, которые выполняет специалист по безопасности при проведении аудита [Фомин, Рева, 2025].

Этапы тестирования веб-приложения:

- анализ структуры и архитектуры веб-приложения. Архитектура веб-приложения поможет проверить уязвимость компонентов к существующим атакам, структура веб-приложения поможет с проведением атак с применением инъекций;
- поиск точек входа. Точки входа представляют собой уязвимые места для проведения атак. Точки входа для атак, основанных на инъекциях – это формы ввода текста, параметры URL и заголовки HTTP. Именно эти элементы требуют особого внимания при автоматизированном тестировании. Современные веб-приложения часто имеют десятки, а то и сотни таких точек входа, что делает ручной поиск крайне трудоемким процессом;
- анализ уязвимостей. Здесь сканер должен не просто найти возможные точки входа, но и проверить их на подверженность конкретным типам атак. Современные сканеры используют для этого комбинацию сигнатурного анализа (поиск известных шаблонов уязвимостей) и поведенческого анализа (оценка реакции системы на нестандартные входные данные) [Лапина, Багаутдинова, Загнетов, 2024, Полищук, 2024];
- эксплуатация уязвимостей. Этот этап особенно важен для отсеивания ложных срабатываний (ситуации, когда система определяет потенциальную уязвимость, которая на самом деле не может быть использована злоумышленником). В автоматизированных системах этот процесс требует особой осторожности, так как активная эксплуатация уязвимостей в рабочей среде может привести к нарушению работы тестируемого приложения;
- составление отчетной документации. Качественный отчет должен не просто перечислять найденные уязвимости, но и содержать рекомендации по их устранению, оценку уровня критичности, а в идеале – примеры эксплойтов.

Каждый из этапов может быть автоматизирован средствами программного обеспечения для моделирования действий злоумышленника при атаках на веб-приложения.

В качестве инструментов, используемых специалистами по аудиту безопасности приложений, можно выделить следующие: dir-search, gobuster, dirbuster, BurpSuite. Их преимуществами являются наличие большого количества реализованных функций для выполнения аудита безопасности приложения; возможность гибкой настройки за счет составления личных списков имен; быстрое действие системы. Среди недостатков можно выделить использование нераспространенных операционных систем; необходимость высокого уровня прикладных знаний; унифицированный вывод данных в каждой из представленных программ; обязательное наличие списка имен. Таким образом, все представленные программы обязывают пользователя иметь опыт в проведении тестирования на проникновения, что не могут себе позволить рядовые разработчики.

В качестве инструментов поиска точек входа, используемых специалистами по аудиту безопасности приложений, можно выделить следующие: kxss, dalfox, website-vulnerability-scanning. Среди их преимуществ можно перечислить наличие функций скрытого поиска (помогут найти элементы, недоступные для ручного поиска); скорость работы; простая установка и настройка. Однако имеются недостатки: использование нераспространенных операционных систем; необходимость в наличии высокого уровня прикладных знаний; отсутствие возможности указывать входные параметры; обязательное наличие списка имен. Таким образом, программы поиска точек входа, так же, как и общие инструменты для аудита, предполагают наличие опыта в проведении тестирования на проникновения у пользователя, что не могут себе позволить рядовые разработчики.

При проектировании программного обеспечения был использован комплексный подход, предполагающий активный поиск ссылок и конечных точек непосредственно в коде веб-приложения.

Эта методика позволяет выявлять не только явные, но и скрытые маршруты, динамически генерируемые URL, а также различные варианты параметризованных запросов. Такой способ сканирования особенно ценен при работе с современными одностраничными приложениями (SPA), где значительная часть маршрутизации осуществляется на клиентской стороне.

Среди функциональных требований к разработанному программному обеспечению можно выделить [Мартин, 2022]:

- картирование веб-приложения. Система обеспечивает построение полной карты приложения, включая выявление всех конечных точек (endpoints), в том числе скрытых API-маршрутов и динамически формируемых URL-адресов. Выполняется идентификация серверных фреймворков, клиентских библиотек и сопутствующих компонентов. Результат применяется для последующего подбора векторов тестирования. Обработываются интерфейсы REST, GraphQL и SOAP. Указанные типы рассматриваются как приоритетные в силу их распространённости и потенциальной уязвимости.

- сканирование веб-приложения на наличие XSS-уязвимостей. Система выявляет классические отражённые (reflected) и хранимые (stored) XSS, а также DOM-based уязвимости. Проверяется не только наличие заголовков CSP, но и эффективность их настроек с учётом современных требований [Морозов, 2023, Dora, Nemoga, 2021, Hickling, 2021]. Сканирование выполняется с учётом архитектуры SPA, построенных на AJAX и WebSockets. Традиционные методы сканирования для таких приложений не применяются ввиду их низкой эффективности;

- гибкая настройка программы. Сканер поддерживает изменение глубины проверки и создание специализированных сценариев тестирования для различных технологических стеков. В настройке параметров сканирования предусмотрены режимы: быстрая проверка (для регулярного мониторинга) и глубокий аудит (перед выпуском новой версии) [Панов, Ищенко, 2024, Жалнин, Стефанова, 2024]. Реализована встройка проверок безопасности в процесс разработки без существенного замедления выпуска обновлений благодаря интеграции с CI/CD-конвейерами;

- составление отчета. Отчётная документация содержит перечень выявленных уязвимостей; рекомендации по устранению; примеры эксплойтов; оценку потенциального ущерба. Для разных категорий пользователей (разработчики, менеджеры, руководители) предусмотрена различная степень подробности: от технических спецификаций до сводных таблиц с показателями риска. Реализована автоматическая генерация отчётов в форматах, требуемых стандартами PCI DSS и ISO 27001.

Указанные требования являются основополагающими при выборе методик и архитектуры разработки.

Среди нефункциональных требований к разработанному программному обеспечению можно выделить: кроссплатформенность, быстродействие, масштабирование, простота разработки, высокая производительность, точность результатов, безопасность самого сканера.

Указанные требования определяют практическую применимость сканера в реальных условиях эксплуатации.

Сканер обеспечивает работу с крупными веб-приложениями (500 и более страниц). Время сканирования не создаёт задержек в процессе разработки. Нагрузка на тестируемое приложение при сканировании незначительна. Для распределённой инфраструктуры предусмотрена возможность распределения нагрузки между несколькими узлами (кластерная работа). При повторных запусках проверке подлежат только изменённые компоненты, т. е. реализация инкрементального сканирования.

Система демонстрирует минимальный процент ложных срабатываний (false positive) и пропущенных уязвимостей (false negative). В качестве методов обеспечения точности используется комбинация сигнатурного анализа, эвристических алгоритмов и элементов машинного обучения с учётом контекста конкретного приложения. Сканер корректно интерпретирует динамически генерируемый контент.

Разрабатываемый сканер должен исключать возможность его использования злоумышленниками в качестве инструмента для разведки или атаки. Это подразумевает строгий контроль доступа, обязательную аутентификацию пользователей, шифрование хранимых данных и результатов сканирования, а также защиту от попыток перехвата или модификации отчетов. Особое внимание уделяется «щадящему» режиму работы, предотвращающему возможность случайного нарушения работоспособности тестируемого приложения – система должна автоматически определять и соблюдать разумные лимиты на количество запросов.

Результаты и их обсуждение

Для разработки можно использовать следующие инструменты: язык программирования Python; среда разработки PyCharm; библиотеки `os`, `urllib`, `queue`, `threading`, `HTMLParser`, `Beautiful Soup` [Плас, 2021, Шолле, 2019].

Приложение будет иметь вид консольного приложения, с интуитивно понятными предложениями ввода данных, необходимых для работы программного обеспечения. Пользователь сможет видеть информацию во время работы приложения и логи вывода после завершения работы, что позволит отслеживать степень работы программы и отлавливать ошибки для дальнейшей обратной связи. Результатом работы сканера будет файл формата `txt`, содержащий данные о просканированных ссылках. Важно понимать, что каждая просканированная ссылка будет добавлена в файл, так что можно в реальном времени получать доступ к файлу во время его работы.

Алгоритм работы программы:

- 1) подключение библиотек;
- 2) создание системы создания системных файлов;
- 3) создание системы получения доменных имен;
- 4) создание системы проверки запросов;
- 5) создание системы сканирования полученных веб-страниц;
- 6) создание системы добавления/удаления ссылок для сканирования в очередь;
- 7) создание системы передвижения по сайту;
- 8) поиск форм и компонентов;
- 9) анализ форм и компонентов на уязвимость к XSS атакам;
- 10) создание очередей и потоков.

Для реализации требования о масштабируемости и многопоточности, была выбрана модульная архитектура приложения. Модульная архитектура позволяет инкапсулировано расширять приложение без изменения основной логики программного обеспечения.

На данный момент спроектировано обнаружение уязвимости – XSS injection. Модульная архитектура позволит без значительных изменений добавить функционал в формате модуля, вписываемого в основную логику программы, без внесения критичных изменений для ее работы.

Сканер обязан получать регулярные обновления методик сканирования. Модульная структура позволит своевременно и с меньшими трудозатратами вносить изменения не во все модули, а только в один из представленных. Аналогичная ситуация и с реализацией многопоточности. Не каждый модуль приложения целесообразно создавать многопоточным, поскольку программное обеспечение разработано на основе модульной архитектуры, что не позволяет обрабатывать весь алгоритм в режиме отдельных потоков. И это лишь увеличит требования к мощности аппаратных ресурсов, снижая производительность. Также веб-приложение, определяющее наличие уязвимости, ограничено не логикой архитектуры или мощностью оборудования, а скоростью ответа сервера [Гафуров, Ситников, 2023]. В случае многопоточности всех модулей получается, что, отправляя запросы на проверку уязвимости модуля XSS, время отправки запроса будет сокращено, но множество запросов, отправленных с таким интервалом, может привести к срабатыванию технологий защиты сервера от DDOS-атак, блокируя посылаемые запросы. Сервер веб-приложения может не выдержать нагрузки, что приведет к сбою его работы [Куценко, Салтанаева, 2026].

Реализация модульной архитектуры позволит разграничивать потоки в рамках одного приложения и управлять ими по мере необходимости, включая модуль в отдельный поток.

Составной модуль картирования веб-приложения изначально проектировался с функциями распределения потоков. Добавление этих функций должно существенно сократить время сканирования средствами аппаратных мощностей, с указанием количества потоков, создаваемого сканером при картировании.

Визуализация модульной архитектуры приложения представлена на рис. 1.

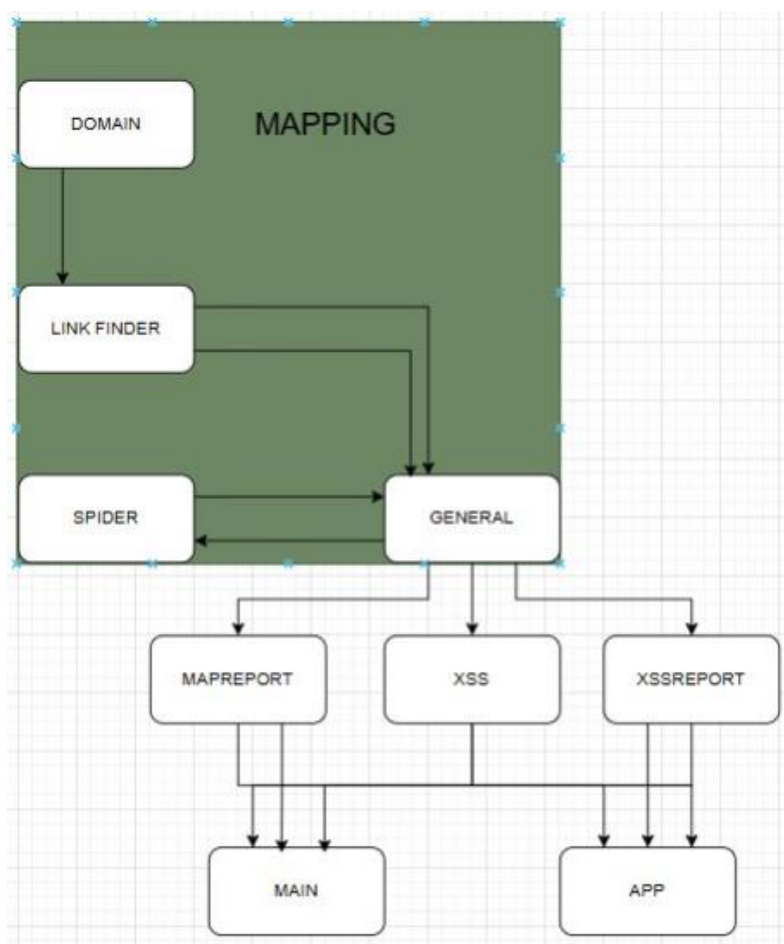


Рис. 1. Визуализация архитектуры приложения
Fig. 1. Application architecture visualization

На рисунке схематично представлены модули и их взаимодействие. Модуль картирования Mapping является основным и в то же время составным, включая в себя модули анализа основного сканируемого ресурса, передавая данные о нем в модуль GENERAL, к которому обращаются остальные модули. Он состоит из модулей DOMAIN, LINK FINDER, SPIDER и GENERAL, отвечающих за выделение домена веб-приложения для дальнейшего использования в сканировании, модуля парсинга HTTP-запросов на предмет наличия ссылок на ресурсы веб-приложения, создание «паука», собирающего данные из предыдущих модулей, составления алгоритма картирования, модуль, отвечающий за создание и редактирование системных файлов и работы с операционной системой соответственно. Модули XSS, MAPREPORT и XSSREPORT реализовывают функционал сканирования приложения на уязвимость XSS injection, составления отчета о картировании сайта и отчета о проведении сканирования на XSS injections соответственно. Модули Main и APP реализуют версию программы, отвечая за доступный ей функционал настройки сканирования и проведения картирования сайта. Модуль Main реализовывает Pro-версию продукта с консольным интерфейсом и реализацией гибкой настройки выполняемого сканирования. Модуль APP

реализовывает Lite-версию продукта с графическим интерфейсом (8 фиксированных потоков для сканирования веб-приложения, содержащего более одной тысячи ссылок, что поможет существенно увеличить скорость обработки данных без видимой нагрузки на аппаратные средства пользователя), без возможности изменить настройки сканирования, используя стандартный банк параметров.

Многопоточность реализована в приложении для двух модулей: модуля картирования сайта MAPPING и модуля графического интерфейса Lite-версии модуля APP.

В приложении многопоточность реализована в модулях MAIN и APP. Данные модули были выбраны по причине необходимости контроля интерфейса пользователя в момент сканирования, что ускорило работу программы и устранило зависания программного обеспечения. Так, без использования многопоточности модуль APP блокировал интерфейс пользователя в момент сканирования приложения. Это приводило к тому, что анимация, оповещающая разработчика о том, что сканирование запущено и выполняется, была заблокирована основным потоком сканирования. Также при составлении отчета пользователь был лишен данных о проводимом сканировании в модуле MAIN.

Заключение

Таким образом, проектирование сканера уязвимостей основано на следующих принципах:

- глубокое картирование структуры приложений, включая динамически генерируемые маршруты и API-эндпоинты (базовый адрес веб-сервиса);
- целевая детекция XSS-уязвимостей с поддержкой современных типов атак (DOM-based, stored, reflected);
- двухрежимная архитектура (Pro и Lite версии), адаптированная под разные категории пользователей;
- сбалансированная многопоточность, оптимизированная для производительности без риска перегрузки сервера.

Предложенное архитектурное решение представляет собой сбалансированный компромисс между функциональной полнотой, производительностью и доступностью. Его реализация позволит существенно повысить уровень безопасности веб-приложений на ранних этапах разработки, снизив зависимость от дорогостоящих экспертных инструментов и внешних аудитов.

Представленный проект программного обеспечения обладает значительным потенциалом для заполнения существующей ниши на рынке инструментов безопасности, предлагая доступное, гибкое и эффективное решение для автоматизированного аудита веб-приложений, адаптированное к вызовам современной веб-разработки.

Список литературы

- Гафуров И.А., Ситников С.Ю. 2023. Распознавание аномалий данных для прогнозирования отказов оборудования. *Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности*, 8,2(28): 9–12.
- Губин А.С., Тутова Н.В. 2022. Анализ подхода к разработке приложений с «чистой» архитектурой. *Телекоммуникации и информационные технологии*, 9(1): 28–37.
- Жалнин Д.А., Стефанова И.А. 2024. Метрики, используемые для мониторинга сервера. Актуальные проблемы информатики, радиотехники и связи: Материалы XXXI Российской научно-технической конференции. Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 284–286.
- Иванов Д.В., Москвин Д.А., Кубрин Г.С. 2019. Обнаружение угроз безопасности современных web-сайтов. *Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы*, 2: 73–79.
- Караева А.А. 2022. Инструменты web-scraping (парсинг). *Академическая публицистика*, 6(1): 99–103.
- Куценко С.М., Салтанаева Е.А. 2025. Современные вызовы кибербезопасности и системы обнаружения вторжений. *Экономика и предпринимательство*, 6(179): 950–954. DOI

10.34925/EIP.2025.179.6.170.

- Кудченко С. М., Салтанаева Е.А. 2026. Техническое обеспечение надежности серверов и сетевых устройств на основе мониторинга и автоматического восстановления сервисов. *Программная инженерия*, 17(4): 201–209. DOI 10.17587/prin.17.201-209.
- Лапина М.А., Багаутдинова А.Р., Загнетов Н.В. 2024. Исследование уязвимостей безопасности веб-приложений. *Auditorium*, 1(41): 58–62.
- Мартин Р. 2022. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. СПб: Питер, 352 с.
- Могилко И.А. 2025. Программное средство для анализа и мониторинга уязвимостей в соответствии с банком данных угроз безопасности информации ФСТЭК РФ. *Вестник науки*, 2,7(88): 389–394.
- Морозов Д.А. 2023. Защита веб-приложений от XSS-атак. *Нанотехнологии: наука и производство*. 2: 27–29.
- Нгуен Ф.Х., Ле Д.Х., Нгуен Т.Ч., Зарипова Р.С. 2024. Обнаружение уязвимостей и применение методов обеспечения безопасности веб-сайта. *Инженерный вестник Дона*, 2(110): 118–127.
- Панов М.А., Ищенко Е.А. 2024. Современные комплексы мониторинга и оповещения о событиях: обеспечение оптимального использования ресурсов и функционирования информационных систем и процессов. *Динамика сложных систем – XXI век*, 18(1): 18–31. DOI 10.18127/j19997493-202401-02.
- Плас Дж. 2021. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. СПб: Питер, 576 с.
- Полищук М.В. 2024. Распределенный сканер уязвимостей на основе шаблонов. *Интерэкспо Гео-Сибирь*, 7(2): 63–69.
- Фомин Д.А., Рева И.Л. 2025. Разработка системы моделирования кибератак для выявления уязвимостей. *Безопасность цифровых технологий*, 3(118): 40–61. DOI 10.17212/2782-2230-2025-3-40-61.
- Шолле Ф. 2019. Глубокое обучение на Python. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 312 с.
- Dora J.R., Nemoga K. 2021. Ontology for Cross-Site-Scripting (XSS) Attack in Cybersecurity. *Journal of Cybersecurity and Privacy*, 1(2): 319–339. DOI 10.3390/jcp1020018.
- Hickling J. 2021. What is DOM XSS and why should you care? *Computer Fraud & Security*, 4: 6–10. DOI 10.1016/s1361-3723(21)00040-3.

References

- Gafurov I.A., Sitnikov S.Yu. 2023. Raspoznavanie anomalij dannyh dlya prognozirovaniya otkazov oborudovaniya [Recognition of data anomalies to predict equipment failures]. *Mezhdunarodnyy zhurnal informacionnyh tekhnologij i energoeffektivnosti*, 8,2(28): 9–12.
- Gubin A.S., Tutova N.V. 2022. Analiz podhoda k razrabotke prilozhenij s \"chistoj\" arhitekturoj [Analysis of the approach to developing applications with a \"clean\" architecture]. *Telekommunikacii i informacionnye tekhnologii*, 9(1): 28–37.
- Zhalnin D.A., Stefanova I.A. 2024. Metriki, ispol'zuemye dlya monitoringa servera [Metrics used for monitoring the server]. *Aktual'nye problemy informatiki, radiotekhniki i svyazi: Materialy XXXI Rossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii*. Samara: Povolzhskij gosudarstvennyj universitet telekommunikacij i informatiki, 284–286.
- Ivanov D.V., Moskvina D.A., Kubrin G.S. 2019. Obnaruzhenie ugroz bezopasnosti sovremennyh web-sajtov [Detecting security threats on modern websites]. *Problemy informacionnoj bezopasnosti. Komp'yuternye sistemy*, 2: 73–79.
- Karavaeva A.A. 2022. Instrumenty web-scraping (parsing) [Web-scraping tools (parsing)]. *Akademicheskaya publicistika*, 6(1): 99–103.
- Kucenko S.M., Saltanaeva E.A. 2025. Sovremennye vyzovy kiberbezopasnosti i sistemy obnaruzheniya vtorzhenij [Modern Cybersecurity Challenges and Intrusion Detection Systems]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 6(179): 950–954. DOI 10.34925/EIP.2025.179.6.170.
- Kucenko S. M., Saltanaeva E.A. 2026. Tekhnicheskoe obespechenie nadezhnosti serverov i setevyh ustrojstv na osnove monitoringa i avtomaticheskogo vosstanovleniya servisov [Technical support for the reliability of servers and network devices based on monitoring and automatic service recovery]. *Programmnaya inzheneriya*, 17(4): 201–209. DOI 10.17587/prin.17.201-209.
- Lapina M.A., Bagautdinova A.R., Zagnetov N.V. 2024. Issledovanie uyazvimostej bezopasnosti veb-prilozhenij [Research on Web Application Security Vulnerabilities]. *Auditorium*, 1(41): 58–62.

- Martin R. 2022. Chistaya arhitektura. Iskustvo razrabotki programmogo obespecheniya [Clean Architecture. The Art of Software Development]. Spb: Piter, 352 s.
- Mogilko I.A. 2025. Programmnoe sredstvo dlya analiza i monitoringa uyazvimostej v sootvetstvii s bankom dannyh ugroz bezopasnosti informacii FSTEK RF Software for analyzing and monitoring vulnerabilities in accordance with the Federal Service for Technical and Export Control of the Russian Federation]. Vestnik nauki, 2,7(88): 389–394.
- Morozov D.A. 2023. Zashchita veb-prilozhenij ot XSS-atak [Protecting web applications from XSS attacks]. Nanotekhnologii: nauka i proizvodstvo. 2: 27–29.
- Nguyen F.H., Le D.H., Nguyen T.Ch., Zaripova R.S. 2024. Obnaruzhenie uyazvimostej i primeneniye metodov obespecheniya bezopasnosti veb-sajta [Detecting vulnerabilities and applying website security methods]. Inzhenernyy vestnik Dona, 2(110): 118–127.
- Panov M.A., Ishchenko E.A. 2024. Sovremennyye kompleksy monitoringa i opoveshcheniya o sobytiyah: obespecheniye optimal'nogo ispol'zovaniya resursov i funkcionirovaniya informacionnyh sistem i processov [Modern monitoring and event notification systems: ensuring optimal resource utilization and the functioning of information systems and processes]. Dinamika slozhnyh sistem – XXI vek, 18(1): 18–31. DOI 10.18127/j19997493-202401-02.
- Plas Dzh. 2021. Python dlya slozhnyh zadach: nauka o dannyh i mashinnoe obuchenie [Python for complex tasks: data science and machine learning]. SPb: Piter, 576 s.
- Polishchuk M.V. 2024. Raspredelennyj skaner uyazvimostej na osnove shablonov [Distributed vulnerability scanner based on templates]. Intereksko Geo-Sibir', 7(2): 63–69.
- Fomin D.A., Reva I.L. 2025. Razrabotka sistemy modelirovaniya kiberatak dlya vyyavleniya uyazvimostej [Development of a cyberattack simulation system to identify vulnerabilities]. Bezopasnost' cifrovyyh tekhnologij, 3(118): 40–61. DOI 10.17212/2782-2230-2025-3-40-61.
- Sholle F. 2019. Glubokoe obuchenie na Python [Deep learning in Python]. M.: OOO «I.D. Vil'yams», 312 s.
- Dora J.R., Nemoga K. 2021. Ontology for Cross-Site-Scripting (XSS) Attack in Cybersecurity. Journal of Cybersecurity and Privacy, 1(2): 319–339. DOI 10.3390/jcp1020018.
- Hickling J. 2021. What is DOM XSS and why should you care? Computer Fraud & Security, 4: 6–10. DOI 10.1016/s1361-3723(21)00040-3.

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 06.07.2026

Поступила после рецензирования 03.09.2026

Принята к публикации 04.09.2026

Received July 06, 2026

Revised September 03, 2026

Accepted September 04, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Куценко Светлана Мунавировна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

Салтанаева Елена Андреевна, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Svetlana M. Kutsenko, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Elena A. Saltanaeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

УДК 004.912
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-698-708
EDN ZMZJOF

Метод извлечения структурно-динамических признаков текста на основе второй производной семантической траектории

Конников Е.А., Анзина С.Д.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29
konnikov_ea@spbstu.ru, popova_s@spbstu.ru

Аннотация. Быстрый рост объемов текстовых данных и возрастающая сложность их внутренней организации увеличивают потребность в методах автоматического анализа, способных учитывать не только тематическое содержание, но и структуру развертывания текста. В прикладных задачах обработки информации это становится критическим фактором, определяющим качество интерпретации документа. Несмотря на значительные достижения в методах классификации текста, большинство существующих подходов в основном сосредоточены на выявлении лексических и семантических характеристик, в то время как порядок семантических переходов и композиционная структура документа остаются недостаточно изученными и плохо формализованными. Цель данного исследования – разработка метода извлечения структурно-динамических признаков текста, чувствительных к последовательности семантического развертывания. Методологической основой является представление документа в виде латентной семантической траектории второго порядка, сформированной из последовательности сегментных вложений, с последующим вычислением функционалов, описывающих динамику изменения содержания. В результате предлагается алгоритм извлечения структурно-динамических признаков, включающий сегментацию текста, реконструкцию семантической траектории второго порядка и вычисление ее динамических характеристик. Экспериментальное тестирование на корпусе новостей ВВС и специально созданном наборе данных, чувствительном к порядку, показало, что разработанный метод демонстрирует превосходство в задачах, где классы различаются по структуре и порядку семантических фрагментов, в то время как в стандартных тематических задачах достигаются сопоставимые или худшие результаты. Эти результаты способствуют развитию методов интерпретативного анализа текста путем формализации структурной динамики документов и расширения инструментария для обработки текстовых данных в задачах, требующих композиционной организации.

Ключевые слова: анализ текста, классификация текстов, семантическая траектория, динамика второго порядка, структурно-динамические признаки, латентное семантическое пространство, тематические переходы, интерпретируемые признаки

Для цитирования: Конников Е.А., Анзина С.Д. 2026. Метод извлечения структурно-динамических признаков текста на основе второй производной семантической траектории. *Экономика. Информатика*, 53(3): 698–708. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-698-708. EDN ZMZJOF

A Method for Extracting Structural and Dynamic Features of Text Based on the Second Derivative of the Semantic Trajectory

Evgeny A. Konnikov, Sofia D. Anzina

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
29 Polytechnicheskaya St., St. Petersburg 195251, Russia
konnikov_ea@spbstu.ru, popova_s@spbstu.ru

Abstract. The rapid growth in the volume of digital text data and the increasing heterogeneity of document structures have heightened the need for analytical approaches capable of capturing not only semantic content but

© Конников Е.А., Анзина С.Д., 2026

also the internal organisation of texts. When solving problems in applied information processing, the ability to interpret documents correctly depends increasingly on identifying structural patterns in the sequence of semantic fragments, rather than solely on lexical similarity. Despite the extensive development of text classification methods, existing approaches are mainly focused on lexical distributions and latent semantic representations, whilst the ordered dynamics of semantic transitions remain insufficiently formalised and are rarely incorporated into feature extraction procedures. The aim of this study is to develop a method for extracting structural-dynamic features that are sensitive to the sequential unfolding of meaning within a document. The proposed methodology is based on representing text as a second-order semantic trajectory, constructed from an ordered sequence of embeddings at the segment level. The hidden trajectory is reconstructed to reflect the evolution of semantic states, where second-order dynamics allow for the distinction between gradual thematic development and abrupt structural transitions. Feature extraction is carried out using a system of functional descriptors characterising the intensity, distribution and configuration of semantic changes. The results show that the proposed method demonstrates competitive performance on standard topic classification tasks, whilst significantly outperforming traditional models in scenarios where order matters. Experimental evaluation on the BBC News dataset and a specially designed test set shows that this approach achieves higher accuracy and Macro-F1 scores when class distinction depends on the order of semantic segments rather than vocabulary. The contribution of this research lies in formalising structural dynamics as an interpretable and reproducible feature space for text analysis. The proposed structure extends existing methodologies by enabling the quantitative representation of documents' compositional properties, and can be applied to tasks where the sequence of semantic development is a critical factor.

Keywords: text analysis, text classification, semantic trajectory, second-order dynamics, structural-dynamic features, latent semantic space, topic transitions, interpretable features

For citation: Konnikov E.A., Anzina S.D. 2026. A Method for Extracting Structural and Dynamic Features of Text Based on the Second Derivative of the Semantic Trajectory. *Economics. Information Technologies*, 53(3): 698–708 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-3-698-708. EDN ZMZJOF

Введение

Автоматический анализ текста приобретает прикладное значение по мере роста цифровых массивов. По данным Всемирного банка [World Bank, 2026a; World Bank, 2026b], в 2005–2024 гг. численность пользователей Интернета в мире выросла приблизительно с 1,03 до 5,80 млрд человек. В обзоре World Bank Digital Progress and Trends Report [World Bank, 2023] дополнительно отмечен прирост мировой интернет-аудитории на 1,6 млрд человек только за 2018–2023 гг. Для исследовательской постановки это означает устойчивое расширение потоков новостей, аналитики, служебных сообщений и других текстов, требующих автоматической обработки.

Рост глобальной интернет-аудитории в 2005–2024 гг.

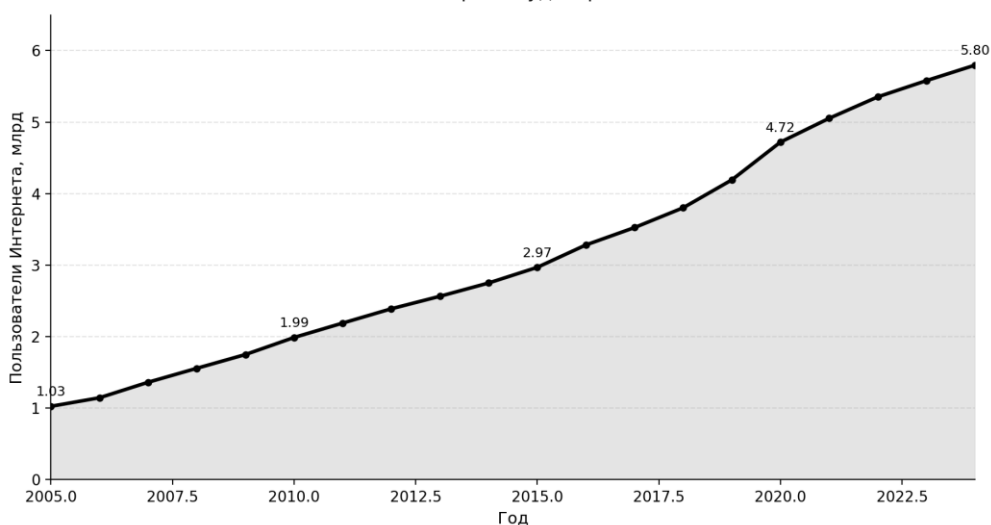


Рис. 1. Рост глобальной интернет-аудитории в 2005–2024 гг.

Fig. 1. Growth of the global internet audience, 2005–2024

Рост объема текстов делает ручной анализ недостаточным, однако сама среда остается неоднородной. Международный союз электросвязи [ITU, 2024] фиксирует, что в 2024 г. 68 % населения мира находились онлайн, а 2,6 млрд человек оставались вне сети; различия между странами с высоким и низким уровнем дохода сохранялись значительными. Следовательно, методы анализа должны работать с текстами, которые различаются не только темой, но и длиной, степенью структурированности и композиционным устройством.

Практическая значимость задачи возрастает в сценариях, где цена ошибочной интерпретации высока. Согласно Reuters Institute Digital News Report [Reuters Institute, 2024a; Reuters Institute, 2024b], около 59 % опрошенных выражали опасения по поводу способности отличать достоверные новости от ложных в Интернете; годом ранее этот показатель составлял 56 %. Даже это небольшое изменение показывает, что проблема быстрой и надежной интерпретации текстов не исчезает по мере роста цифровой аудитории.

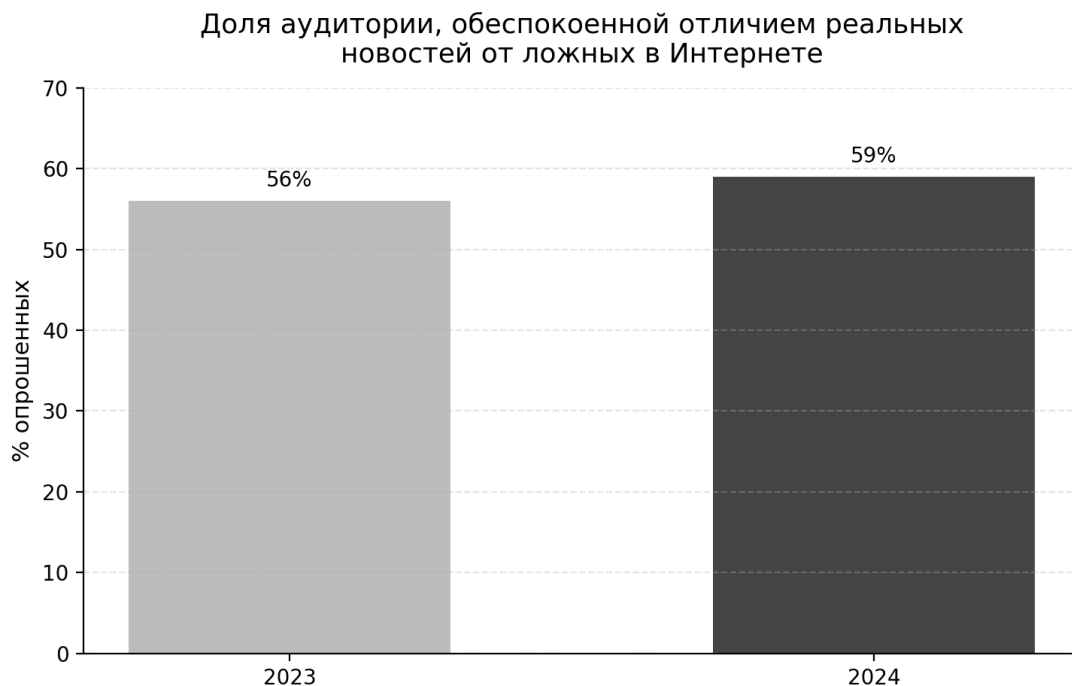


Рис. 2. Доля аудитории, обеспокоенной отличием реальных новостей от ложных в Интернете
Fig. 2. Share of the audience concerned about distinguishing real news from fake news on the Internet

Во многих прикладных задачах документы различаются не только словарем, но и порядком смысловых блоков. Проблема состоит в том, что стандартные модели плохо различают тему и композицию документа. Нужна модель, которая одновременно удерживает смысл, последовательность фрагментов и воспроизводимую процедуру расчета. Поэтому документ рассматривается как цепочка локальных семантических состояний. Цель исследования – построить признаки, чувствительные к порядку смыслового развертывания. Необходимость такого метода задают рост потока текстов, цена ошибок и слабый учет структуры в существующих решениях.

Литературный обзор

Обзор показывает, что существующие методы в основном решают задачу темы, а не задачу порядка переходов.

Классические векторные и признаковые методы переводят документ в конечный набор признаков и затем используют стандартный классификатор [Ямшанов, 2006; Жиряева, Наумов, 2020; Martinčić-Ipšić et al., 2019]. Их сильная сторона состоит в технологической зрелости. Такие схемы легко воспроизводятся и часто дают высокую точность там, где классы

различаются тематической лексикой [Ямшанов, 2006; Martinčić-Ipšić et al., 2019]. Поэтому они остаются базовой альтернативой в прикладных задачах анализа текста. Классические признаки хорошо ловят лексику, но почти не держат места смысловых слов [Ямшанов, 2006; Martinčić-Ipšić et al., 2019].

Латентные и тематические модели переносят акцент с поверхностных словоформ на скрытую семантическую структуру документа [Плешакова и др., 2022; Lezama-Sánchez et al., 2023; Koochemeshkian et al., 2024]. В этой группе используются эмбединги, тематическое моделирование и вероятностные модели со скрытыми переменными. Их достоинство состоит в учете смысловых факторов, которые не наблюдаются напрямую в лексике. Именно поэтому они важны как альтернатива мешку слов.

Тематические модели лучше видят содержание, чем смену смысловых состояний [Плешакова и др., 2022; Lezama-Sánchez et al., 2023; Koochemeshkian et al., 2024].

Концептуальные и иерархические модели строят описание документа через дополнительные уровни смысла [Мешкова, 2008; Kim, Lim, 2021; Oliveira Gonçalves et al., 2021; Харламов, 2023]. Для этого используются тензорные представления, иерархические нейросетевые схемы и архитектуры с внешним знанием. Эти работы показывают, что простой лексической агрегации недостаточно. Для нашей задачи – это важный методологический ориентир. Концептуальные модели расширяют описание документа, но обычно зависят от внешних ресурсов [Мешкова, 2008; Kim, Lim, 2021; Oliveira Gonçalves et al., 2021; Харламов, 2023].

Последовательностные нейросетевые подходы используют контекст и скрытые зависимости на уровне слов, предложений и коротких сообщений [Дли, Булыгина, 2019; Максименко, 2025; Li et al., 2025]. В этой группе встречаются гибридные сети, комбинации сверточных и рекуррентных моделей, а также трансформеры типа BERT. Их общий эффект состоит в повышении качества на задачах, где статические признаки уже слабы. Поэтому это важная группа альтернатив нашему методу.

Последовательностные нейросети улучшают учет контекста, но редко дают ясный набор структурных признаков [Дли, Булыгина, 2019; Максименко, 2025; Li et al., 2025].

Графовые и структурно-ориентированные модели вводят в анализ документа явную схему связей между элементами текста [Oliveira Gonçalves et al., 2021; Zhang et al., 2022; Gong et al., 2023; Xu et al., 2023; Li et al., 2024; Hua et al., 2024]. Для этого используются графы разделов, слов и частей речи, а также графовые сверточные и attention-архитектуры. Их сильная сторона состоит в учете отношений между элементами текста и восстановлении контекста при разреженности. Это делает их важной альтернативой в задачах структурного анализа. Графовые схемы учитывают связи, но сильно зависят от того, как эта схема собрана [Zhang et al., 2022; Xu et al., 2023; Li et al., 2024; Hua et al., 2024].

Многие современные решения рассчитаны либо на короткие тексты, либо на задачи без анализа внутренней структуры [Дли, Булыгина, 2019; Жиряева, Наумов, 2020; Zhang et al., 2022; Gong et al., 2023; Xu et al., 2023; Hua et al., 2024; Li et al., 2024; Li et al., 2025]. Отсюда возникает спрос на метод, который прямо работает с порядком семантических переходов. Смежные работы полезны, но задачу смысловой динамики документа напрямую не решают [Романов, 2024]. Тем самым ни одно направление не закрывает полностью задачу интерпретируемого структурного анализа текста [Martinčić-Ipšić et al., 2019; Škrlj et al., 2019; Kim, Lim, 2021; Oliveira Gonçalves et al., 2021; Zhang et al., 2022; Gong et al., 2023; Xu et al., 2023; Lezama-Sánchez et al., 2023; Li et al., 2024; Hua et al., 2024; Koochemeshkian et al., 2024; Li et al., 2025]. Искомый метод должен описывать текст как процесс и сводить этот процесс к компактным признакам.

Объект и методы исследования

Цель предлагаемого метода

В основе метода лежит представление текста как упорядоченной последовательности локальных состояний.

Практически это означает переход от текста T к вектору признаков $z(T)$, пригодному для сравнения, классификации и интерпретации. В качестве промежуточного уровня вводится последовательность сегментов s_i и их эмбеддингов:

$$z(T) = \Psi(T), z(T) \in \mathbb{R}^m, \\ T = \{s_1, s_2, \dots, s_K\}, e_i = \phi(s_i) \in \mathbb{R}^d.$$

Сегментный уровень выбран потому, что документ целиком скрывает порядок переходов, а токентный уровень делает модель избыточно чувствительной к шуму.

Построение скрытой семантической траектории

Последовательность эмбеддингов рассматривается как наблюдаемая часть скрытого смыслового процесса.

Скрытая траектория $x(t)$ вводится для явного описания положения документа, скорости изменения содержания и интенсивности локальных структурных сдвигов

$$\ddot{x}(t) + a(t)\dot{x}(t) + b(t)x(t) = b(t)e(t), \\ a_i = a_0 + a_1\|e_i - e_{i-1}\|_2, b_i = b_0 + b_1\|e_i - 2e_{i-1} + e_{i-2}\|_2, \\ \alpha_i = b_i(e_i - x_i) - a_i v_i, \\ v_{i+1} = v_i + \Delta t \alpha_i, x_{i+1} = x_i + \Delta t v_{i+1}.$$

Коэффициенты модели задают, соответственно, сопротивление случайным колебаниям и возвращение траектории к наблюдаемому семантическому состоянию.

Вторая производная нужна здесь для различения плавного тематического развития и резкой смены смыслового режима.

Вывод признаков из траектории

Для прикладного использования траектория переводится в конечный набор функционалов, описывающих структуру документа.

Энергия траектории используется как мера общей семантической напряженности текста

$$E(T) = \sum_{i=1}^K (\|v_i\|_2^2 + \lambda \|x_i - e_i\|_2^2) \\ \kappa_i = \frac{\sqrt{\|v_i\|_2^2 \|\alpha_i\|_2^2 - (v_i^\top \alpha_i)^2}}{(\|v_i\|_2^2 + \varepsilon)^{3/2}}.$$

Дополнительные признаки описывают ритм, распределение активности, спектральную организацию и форму смыслового движения документа

$$S_p(T) = \left| \sum_{i=1}^K \|v_i\|_2 \exp\left(-2\pi i p \frac{i-1}{K}\right) \right|, p = 1, \dots, P, \\ D_q(T) = \frac{1}{|Q_q|} \sum_{i \in Q_q} \frac{\|v_i\|_2}{\|v_{i-1}\|_2 + \varepsilon}, q = 1, 2, 3, \\ f(T) = [E(T), A_{\max}(T), \bar{\kappa}(T), \kappa_{\max}(T), S_1(T), \dots, S_P(T), D_1(T), D_2(T), D_3(T)]^\top.$$

Итоговый набор признаков напрямую подчинен цели метода: количественно описать силу, форму и порядок структурных переходов.

Логика алгоритмической реализации

Алгоритм последовательно выполняет сегментацию, эмбеддинг, восстановление траектории второго порядка, извлечение признаков и классификацию.

Каждый шаг алгоритма нужен для того, чтобы сохранить последовательность документа и одновременно получить сопоставимое признаковое описание.

Блок-схема логики реализации метода



Рис. 3. Блок-схема логики реализации предлагаемого метода
Fig. 3. Flowchart of the implementation logic of the proposed method

Методология, таким образом, связывает цель исследования с последовательной и локально неоднородной природой текстовых данных.

Результаты и их обсуждение

Эксперимент построен на двух массивах данных, разделяющих стандартную тематическую классификацию и структурно-чувствительную проверку.

Корпус BBC News Classification достаточен для сравнения метода с сильными лексическими и семантическими baseline на обычной тематической задаче.

Порядок-чувствительный benchmark введен для прямой проверки гипотезы о чувствительности метода к последовательности фрагментов.

Таблица 1
Table 1

Использованные наборы данных и их назначение
Datasets used and their purpose

Набор данных	Объем	Классы	Назначение
Основной корпус BBC News Classification	2125 текстов	5	Оценка качества на реальных тематических новостных текстах
Обучающая подвыборка основного корпуса	1593 текста	5	Обучение векторизаторов и классификаторов
Тестовая подвыборка основного корпуса	532 текста	5	Сравнение методов на отложенном наборе
Порядок-чувствительный benchmark	1040 текстов (780/260)	4	Проверка чувствительности к порядку тематических переходов

Сравнение методов на основном корпусе

На основном новостном корпусе лучший результат сохраняет TF-IDF + Linear SVM, что соответствует тематическому характеру этой задачи.

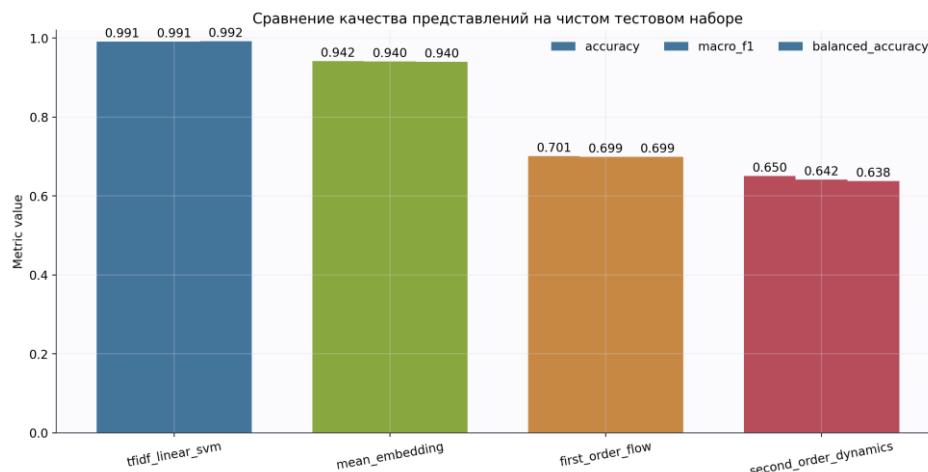


Рис. 4. Сравнение методов на основном корпусе BBC News Classification
Fig. 4. Comparison of methods on the main corpus of BBC News Classification

Ключевые количественные результаты

Таблица 2 сопоставляет поведение моделей в двух сценариях, различающих чувствительность к словарю и к структуре документа.

Таблица 2
Table 2

Основные метрики качества в двух экспериментальных сценариях
Key quality metrics in two experimental scenarios

Метод	Accuracy (основной корпус)	Macro-F1 (основной корпус)	Accuracy (структурный набор)	Macro-F1 (структурный набор)
TF-IDF + Linear SVM	0,9906	0,9909	0,2192	0,2224
Усреднение эмбеддингов	0,9417	0,9403	0,2269	0,2282
Динамика первого порядка	0,7011	0,6987	0,5308	0,5312
Предлагаемый метод второго порядка	0,6504	0,6418	0,7962	0,7958

Результаты на порядок-чувствительном наборе

На порядок-чувствительном benchmark метод второго порядка показывает Accuracy = 0,7962 и Macro-F1 = 0,7958, что указывает на его преимущество именно в структурной постановке.

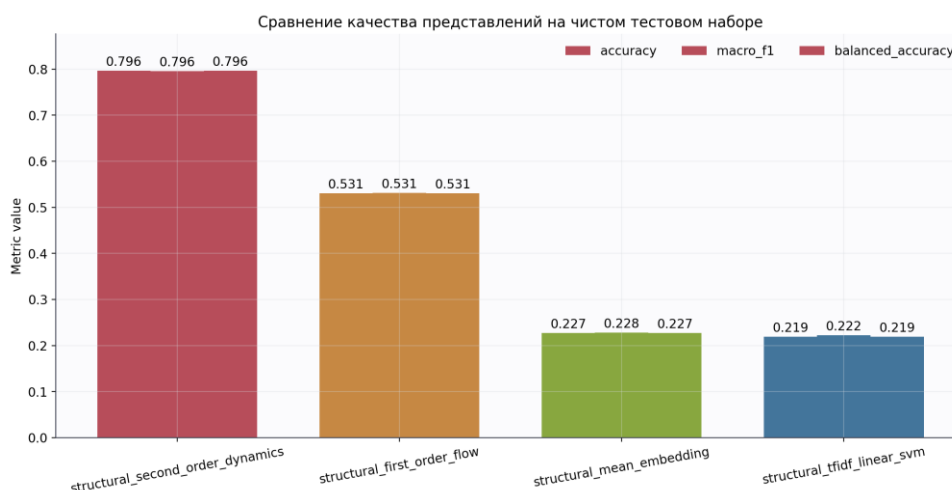


Рис. 5. Сравнение методов на порядок-чувствительном benchmark
Fig. 5. Comparison of methods on an order-sensitive benchmark

Результаты при структурном шуме

Эксперимент со структурным шумом показывает, что метод зависит от композиции текста, но сохраняет устойчивость при умеренных возмущениях.

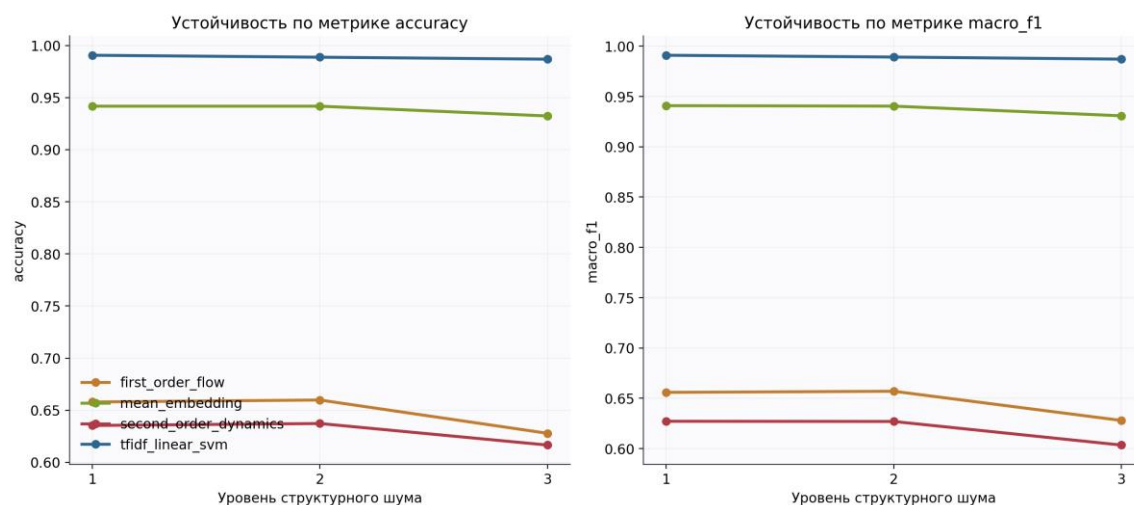


Рис. 6. Изменение точности и Macro-F1 при росте уровня структурного шума

Fig. 6. Change in accuracy and Macro-F1 with increasing structural noise level

Первичные выводы

1. На основном корпусе BBC News максимальное качество сохраняет TF-IDF + Linear SVM.
2. На порядок-чувствительном benchmark лучшие значения Accuracy и Macro-F1 показывает метод второго порядка.
3. При структурном шуме качество предлагаемого метода снижается плавно.

Дискуссия

В дискуссии оценивается, какие ограничения известных методов реально сняты экспериментом. Главный результат состоит в том, что на порядок-чувствительном наборе метод выигрывает у статических схем [Ямшанов, 2006; Martinčić-Ipšić et al., 2019]. Эксперимент показывает, что для структурно близких текстов недостаточно одной семантической близости [Мешкова, 2008; Плешакова и др., 2022; Харламов, 2023; Škrlj et al., 2019; Lezama-Sánchez et al., 2023; Koochemeshkian et al., 2024]. На фоне нейросетевых решений метод выигрывает интерпретируемостью, а не сложностью [Дли, Булыгина, 2019; Li et al., 2025; Максименко, 2025]. От графовых моделей он отличается тем, что не требует отдельного проектирования структуры связей [Zhang et al., 2022; Xu et al., 2023; Li et al., 2024; Hua et al., 2024]. Падение качества при шуме показывает, что признаки действительно завязаны на композицию текста. На обычной тематической задаче метод не превосходит сильный лексический baseline. То же ограничение сохраняется и при сравнении с богатыми концептуальными моделями. Следовательно, метод работает прежде всего там, где важен порядок фрагментов. Поэтому его следует рассматривать как специальный, а не универсальный инструмент.

Заключение

В данной статье предлагается метод структурного анализа текста, основанный на представлении документа в виде семантической траектории второго порядка. Разработанный подход позволяет учитывать не только тематическое содержание, но и последовательность семантических переходов, расширяя возможности традиционных методов обработки текстовых данных и обеспечивая более точное моделирование композиционной структуры документов. Алгоритм извлекает структурно-динамические признаки, характеризующие

форму, интенсивность и порядок изменений в семантическом контексте, и генерирует интерпретируемое пространство признаков, подходящее для классификации, кластеризации и сравнительного анализа текста. Результаты экспериментального тестирования показали, что метод наиболее эффективен в задачах, где различия между классами определяются композиционной организацией текста, а не только его тематикой. Однако для стандартных задач тематической классификации лексические модели сохраняют свое преимущество, что подчеркивает ограничения предложенного подхода и необходимость его применения в специализированных сценариях анализа. Научная значимость данного исследования заключается в формализации структурной динамики текста и переходе от статических представлений к процессной модели описания документа. Практическая значимость метода заключается в его применимости к сложным задачам анализа текста, включая новостные ленты, аналитические материалы и документы со сложной логической структурой. Дальнейшие исследования могли бы быть сосредоточены на расширении экспериментальной базы, улучшении процедур сегментации, адаптации метода к многоязычным корпусам и его интеграции с современными архитектурами нейронных сетей.

Список источников

- Digital Progress and Trends Report 2023: Measuring Digitalization to Close the Divide: аналитический доклад // The World Bank. URL: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/da1dc045dc78b3858cc4b3e1d8b2b6e0-0360012024/original/World-Bank-Tokyo-Morning-Seminar-DPTR2023-050724.pdf> (дата обращения: 25 марта 2026).
- Facts and Figures 2024: Internet Use: статистический отчет // International Telecommunication Union. URL: <https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/2024/11/10/ff24-internet-use/> (дата обращения: 25 марта 2026).
- Individuals using the Internet (% of population), World: статистические данные Всемирного банка // The World Bank. URL: https://api.worldbank.org/v2/country/WLD/indicator/IT.NET.USER.ZS?format=json&per_page=80 (дата обращения: 25 марта 2026).
- Media audiences increasingly relying on digital and social platforms for news – latest Reuters Institute Digital News Report reveals: аналитический материал // Reuters Institute for the Study of Journalism. URL: <https://www.politics.ox.ac.uk/news/media-audiences-increasingly-relying-digital-and-social-platforms-news-latest-reuters> (дата обращения: 25 марта 2026).
- News audiences' fears grow of misinformation in the media, new RISJ report reveals: аналитический материал // Reuters Institute for the Study of Journalism. URL: <https://www.politics.ox.ac.uk/news/news-audiences-fears-grow-misinformation-media-new-risj-report-reveals> (дата обращения: 25 марта 2026).
- Population, total, World: статистические данные Всемирного банка // The World Bank. URL: https://api.worldbank.org/v2/country/WLD/indicator/SP.POP.TOTL?format=json&per_page=80 (дата обращения: 25 марта 2026).

Список литературы

- Дли М.И., Булыгина О.В. 2019. Особенности применения нейро-сетевых моделей для классификации коротких текстовых сообщений. *Программные продукты и системы*, 4: 650–654. DOI 10.15827/0236-235X.128.650-654.
- Жиряева Е.В., Наумов В.Н. 2020. Метод анализа текстов при тарифной классификации товаров в таможенном деле. *Программные продукты и системы*, 3: 538–548.
- Максименко П.И. 2025. Жанровая классификация литературных текстов с применением нейросетевых методов. *Человек: Образ и сущность. Гуманитарные аспекты*, 1(61): 184–199.
- Мешкова Е.В. 2008. Методика построения классификатора текста на основе гибридной нейросетевой модели. *Известия Южного федерального университета. Технические науки*, 4(81): 212–215.
- Плешакова Е.С., Гатауллин С.Т., Осипов А.В., Романова Е.В., Марунько А.С. 2022. Применение методов тематического моделирования в задачах распознавания темы текста для обнаружения

- телефонного мошенничества. *Программные системы и вычислительные методы*, 3: 14–27. DOI 10.7256/2454-0714.2022.3.38770.
- Романов А.С. 2024. Методология идентификации автора текста для решения задач информационной безопасности. *Вопросы кибербезопасности*, 3(61): 120–128. DOI: 10.21681/2311-3456-2024-3-120-128
- Харламов А.А. 2023. Анализ текстов с использованием искусственных нейронных сетей на основе нейроподобных элементов с временной суммацией сигналов (часть 1). *Речевые технологии*, 1: 87–99.
- Ямшанов М.Л. 2006. Оптимизация выбора параметров SVM-классификатора с ядром RBF для задач классификации текстовых документов. *Вестник Вятского государственного университета*, 15: 119–122.
- Gong J., Zhang J., Guo W., Ma Z., Lv X. 2023. Short Text Classification Based on Explicit and Implicit Multiscale Weighted Semantic Information. *Symmetry*, 15(11): 2008.
- Hua J., Sun D., Hu Y., Wang J., Feng S., Wang Z. 2024. Heterogeneous Graph-Convolution-Network-Based Short-Text Classification. *Applied Sciences*, 14(6): 2279.
- Kim H.-j., Lim P. 2021. A Tensor Space Model-Based Deep Neural Network for Text Classification. *Applied Sciences*, 11(20): 9703.
- Koochemeshkian P., Ihou Koffi E., Bouguila N. 2024. Hidden Variable Models in Text Classification and Sentiment Analysis. *Electronics*, 13(10): 1859.
- Lezama-Sánchez A.L., Tovar Vidal M., Reyes-Ortiz J.A. 2023. Integrating Text Classification into Topic Discovery Using Semantic Embedding Models. *Applied Sciences*, 13(17): 9857.
- Li C., Xie Z., Wang H. 2025. Short Text Classification Based on Enhanced Word Embedding and Hybrid Neural Networks. *Applied Sciences*, 15(9): 5102.
- Li J., Jian Y., Xiong Y. 2024. Text Classification Model Based on Graph Attention Networks and Adversarial Training. *Applied Sciences*, 14(11): 4906.
- Martinčić-Ipšić S., Miličić T., Todorovski L. 2019. The Influence of Feature Representation of Text on the Performance of Document Classification. *Applied Sciences*, 9(4): 743.
- Oliveira Gonçalves C.A., Camacho R., Gonçalves C.T., Seara Vieira A., Borrajo Diz L., Iglesias E.L. 2021. Classification of Full Text Biomedical Documents: Sections Importance Assessment. *Applied Sciences*, 11(6): 2674.
- Škrlj B., Kralj J., Lavrač N., Pollak S. 2019. Towards Robust Text Classification with Semantics-Aware Recurrent Neural Architecture. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 1(2): 575–589.
- Xu X., Li B., Shen Y., Luo B., Zhang C., Hao F. 2023. Short Text Classification Based on Hierarchical Heterogeneous Graph and LDA Fusion. *Electronics*, 12(12): 2560.
- Zhang B., He Q., Zhang D. 2022. Heterogeneous Graph Neural Network for Short Text Classification. *Applied Sciences*, 12(17): 8711.

References

- Dli M.I., Bulygina O.V. 2019. Osobennosti primeneniya neyrosetevykh modeley dlya klassifikatsii korotkikh tekstovykh soobshcheniy [Features of neural network models for classification of short text messages]. *Programmnyye produkty i sistemy*, 32(4): 650–654. DOI: 10.15827/0236-235X.128.650-654.
- Zhiryaeva E.V., Naumov V.N. 2020. Metod analiza tekstov pri tarifnoy klassifikatsii tovarov v tamozhennom dele [Text analysis in customs tariff classification]. *Programmnyye produkty i sistemy*, 3: 538–548.
- Maksimenko P.I. 2025. Zhanrovaya klassifikatsiya literaturnykh tekstov s primeneniym neyrosetevykh metodov [Genre classification of literary texts using neural network methods]. *Chelovek: Obraz i sushchnost. Gumanitarnyye aspekty*, 1(61): 184–199.
- Meshkova E.V. 2008. Metodika postroeniya klassifikatora teksta na osnove gibridnoy neyrosetevoy modeli [Methodology for building a text classifier based on a hybrid neural network model]. *Izvestiya Yuzhnogo federalnogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki*, 4(81): 212–215.
- Pleshakova E.S., Gataullin S.T., Osipov A.V., Romanova E.V., Marunko A.S. 2022. Primeneniye metodov tematicheskogo modelirovaniya v zadachakh raspoznavaniya temy teksta [Application of topic modeling methods in text topic recognition tasks]. *Programmnyye sistemy i vychislitelnyye metody*, 3: 14–27. DOI: 10.7256/2454-0714.2022.3.38770.
- Romanov A.S. 2024. Metodologiya identifikatsii avtora teksta dlya resheniya zadach informatsionnoy bezopasnosti [Methodology for author identification in information security tasks]. *Voprosy kiberbezopasnosti*, 3(61): 120–128. DOI: 10.21681/2311-3456-2024-3-120-128.

- Kharlamov A.A. 2023. Analiz tekstov s ispolzovaniem iskusstvennykh neyronnykh setey na osnove neyropodobnykh elementov s vremennoy summatsiey signalov [Text analysis using artificial neural networks based on neuromorphic elements]. *Rechevyye tekhnologii*, 1: 87–99.
- Yamshanov M.L. 2006. Optimizatsiya vybora parametrov SVM-klassifikatora s yadrom RBF dlya zadach klassifikatsii tekstovykh dokumentov [Optimization of SVM classifier parameters]. *Vestnik Vyatskogo gosudarstvennogo universiteta*, 15: 119–122.
- Gong J., Zhang J., Guo W., Ma Z., Lv X. 2023. Short Text Classification Based on Explicit and Implicit Multiscale Weighted Semantic Information. *Symmetry*, 15(11): 2008. DOI: 10.3390/sym15112008.
- Hua J., Sun D., Hu Y., Wang J., Feng S., Wang Z. 2024. Heterogeneous Graph-Convolution-Network-Based Short-Text Classification. *Applied Sciences*, 14(6): 2279. DOI: 10.3390/app14062279.
- Kim H.-j., Lim P. 2021. A Tensor Space Model-Based Deep Neural Network for Text Classification. *Applied Sciences*, 11(20): 9703. DOI: 10.3390/app11209703.
- Koochemeshkian P., Ihou Koffi E., Bouguila N. 2024. Hidden Variable Models in Text Classification and Sentiment Analysis. *Electronics*, 13(10): 1859. DOI: 10.3390/electronics13101859.
- Lezama-Sánchez A.L., Tovar Vidal M., Reyes-Ortiz J.A. 2023. Integrating Text Classification into Topic Discovery Using Semantic Embedding Models. *Applied Sciences*, 13(17): 9857. DOI: 10.3390/app13179857.
- Li C., Xie Z., Wang H. 2025. Short Text Classification Based on Enhanced Word Embedding and Hybrid Neural Networks. *Applied Sciences*, 15(9): 5102. DOI: 10.3390/app15095102.
- Li J., Jian Y., Xiong Y. 2024. Text Classification Model Based on Graph Attention Networks and Adversarial Training. *Applied Sciences*, 14(11): 4906. DOI: 10.3390/app14114906.
- Martinčić-Ipšić S., Miličić T., Todorovski L. 2019. The Influence of Feature Representation of Text on the Performance of Document Classification. *Applied Sciences*, 9(4): 743. DOI: 10.3390/app9040743.
- Oliveira Gonçalves C.A., Camacho R., Gonçalves C.T., Seara Vieira A., Borrajo Diz L., Iglesias E.L. 2021. Classification of Full Text Biomedical Documents: Sections Importance Assessment. *Applied Sciences*, 11(6): 2674. DOI: 10.3390/app11062674.
- Škrlj B., Kralj J., Lavrač N., Pollak S. 2019. Towards Robust Text Classification with Semantics-Aware Recurrent Neural Architecture. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 1(2): 575–589. DOI: 10.3390/make1020034.
- Xu X., Li B., Shen Y., Luo B., Zhang C., Hao F. 2023. Short Text Classification Based on Hierarchical Heterogeneous Graph and LDA Fusion. *Electronics*, 12(12): 2560. DOI: 10.3390/electronics12122560.
- Zhang B., He Q., Zhang D. 2022. Heterogeneous Graph Neural Network for Short Text Classification. *Applied Sciences*, 12(17): 8711. DOI: 10.3390/app12178711.

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 08.05.2026

Поступила после рецензирования 27.08.2026

Принята к публикации 04.09.2026

Received May 08, 2026

Revised August 27, 2026

Accepted September 04, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Конников Евгений Александрович, кандидат экономических наук, доцент Высшей инженерно-экономической школы, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

Анзина София Дмитриевна, ассистент Высшей инженерно-экономической школы, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Evgeny A. Konnikov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Graduate School of Industrial Economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

Sofia D. Anzina, Assistant of the Graduate School of Industrial Economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia