

Менеджмент. Экономика. Информатика (М. Э. И.)

Т. 1. № 3

2025

Теоретический
и научно-практический журнал
(сетевое издание)

Выходит 4 раза в год

Москва
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Management. Economics. Informatics (M. E. I.)

V. 1. № 3

2025

Theoretical and
scientific and practical journal
(online edition)

Published 4 times a year

Moscow
National Research University MPEI

РЕДКОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Комаров Иван Игоревич, главный редактор – д-р техн. наук, проректор по науке и инновациям федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Шиндина Татьяна Александровна, зам. главного редактора – д-р экон. наук, доц., директор ИДДО федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

5.2.6. «Менеджмент»

Епифанов Виктор Александрович – д-р экон. наук, проф., проф. кафедры менеджмента в энергетике и промышленности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Анопченко Татьяна Юрьевна – д-р экон. наук, проф., проф. кафедры государственного и муниципального управления федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»

Околишникова Ирина Юрьевна – д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой маркетинга услуг и бренд-менеджмента федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Государственный университет управления»

Толстых Татьяна Олеговна – д-р экон. наук, проф., проф. кафедры индустриальной стратегии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Воронин Александр Владимирович – д-р экон. наук, проф., директор института сервиса и отраслевого управления федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет»

Краковская Ирина Николаевна – д-р экон. наук, проф., проф. кафедры менеджмента федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

Пиляк Сергей Александрович – д-р филос. наук, доц., аналитик отдела развития ИДДО федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

5.2.3. «Региональная и отраслевая экономика»

Сухарева Евгения Викторовна – д-р экон. наук, и. о. зав. кафедрой международных отношений и права федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Сысоева Евгения Александровна – д-р экон. наук, доц., зав. кафедрой статистики и информационных технологий в экономике и управлении федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

Романова Анна Ильинична – д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой «Муниципальный менеджмент» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Лукьянова Анна Александровна – д-р экон. наук, проф., проректор по образовательной деятельности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»

Нечаев Андрей Сергеевич – д-р экон. наук, проф., директор института экономики, управления и права федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

Ларионова Нина Ивановна – д-р экон. наук, проф. декан факультета экономики и права федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный технологический университет»

2.3.6. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность

Шелупанов Александр Александрович – д-р техн. наук, проф., президент федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

Будзко Владимир Игоревич – д-р техн. наук, академик Академии криптографии РФ (Федеральное государственное казенное научное учреждение «Академия криптографии Российской Федерации»); гл. научн. сотрудник федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН – ФИЦ ИУ РАН

Конявский Валерий Аркадьевич – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Защита информации» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»

Корниенко Анатолий Адамович – д-р техн. наук, проф., проф. кафедры «Информатика и информационная безопасность» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»

Голлай Александр Владимирович – д-р техн. наук, доц., директор высшей школы электроники и компьютерных наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Оцоков Шамиль Алиевич – д-р техн. наук, проф., проф. кафедры вычислительных машин, систем и сетей федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА

Мусаева Диана Эркеновна – канд. экон. наук, доц. кафедры экономики в энергетике и промышленности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Знаменская Мария Андреевна – канд. экон. наук, доц. кафедры менеджмента в энергетике и промышленности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Невский Александр Юрьевич – канд. техн. наук, доц., директор инженерно-экономического института федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Нариманова Гуфана Нурлабековна – канд. физ.-мат. наук, декан факультета инновационных технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

Усманова Наталья Владимировна – заместитель директора ИДДО федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

**Журнал зарегистрирован в
Федеральной службе по
надзору в сфере связи,
информационных
технологий и массовых
коммуникаций
Эл № ФС77-89590**

**Учредитель: федеральное
государственное бюджетное
образовательное
учреждение высшего
образования «Национальный
исследовательский
университет «МЭИ»**

EDITORIAL BOARD

Komarov Ivan Igorevich, *Chief Editor* – Doctor of Technical Sciences, Vice-Rector for Science and Innovation, National Research University «Moscow Power Engineering Institute»

Shindina Tatiana Alexandrovna, *Deputy Editor-in-Chief* – Doctor of Economic Sciences, Assoc. Prof., Director of the Institute of Distance and Further Education, National Research University «Moscow Power Engineering Institute»

5.2.6. Management

Yepifanov Victor Alexandrovich – Doctor of Economic Sciences, Prof., Prof. of the Department of Management in Energy and Industry, National Research University «Moscow Power Engineering Institute»

Anopchenko Tatyana Yurievna – Doctor of Economic Sciences, Prof., Prof. of the Department of State and Municipal Administration, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Plekhanov Russian University of Economics»

Okolnishnikova Irina Yuryevna – Doctor of Economic Sciences, Prof., Head of Department of Marketing of Services and Brand Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education State University of Management

Tolstykh Tatyana Olegovna – Doctor of Economic Sciences, Prof., Prof. of the Department of Industrial Strategy, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «National Research Technological University «MISIS»

Voronin Aleksandr Vladimirovich – Doctor of Economic Sciences, Prof., Director of the Institute of Service and Industry Management; Prof. of the Department of Economics and Production Organization, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Industrial University of Tyumen»

Krakovskaya Irina Nikolaevna – Doctor of Economic Sciences, Assoc. Prof., Prof. of the Department of Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Ogarev Mordovia State University»

Pilyak Sergey Alexandrovich – Doctor of Philosophical Sciences, Assoc. Prof., Analyst of the Institute of Distance and Further Education, National Research University «Moscow Power Engineering Institute»

5.2.3. Regional and Sectoral Economics

Sukhareva Evgeniya Viktorovna – Doctor of Economic Sciences, Assoc. Prof., Acting Head of the Department of International Relations and Law, National Research University «Moscow Power Engineering Institute»

Sysoeva Evgeniya Alexandrovna – Doctor of Economic Sciences, Assoc. Prof., Head of Department of Statistics and Information Technologies in Economics and Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Ogarev Mordovia State University»

Romanova Anna Ilinichna – Doctor of Economic Sciences, Prof., Head of the Department of Municipal Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan State University of Architecture and Civil Engineering»

Lukyanova Anna Alexandrovna – Doctor of Economic Sciences, Prof., Vice-Rector for Educational Activities, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

Nechaev Andrey Sergeevich – Doctor of Economic Sciences, Prof., Director of the Institute of Economics, Management and Law, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Irkutsk National Research Technical University»

Larionova Nina Ivanovna – Doctor of Economics, Prof., Dean Faculty of Management and Law, Prof. of the Department of Economic Theory, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volga Region State Technological University»

2.3.6. Methods and Systems of Information Protection, Information Security

Shelupanov Alexander Alexandrovich – Doctor of Technical Sciences, Prof., President of the University, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics

Budzko Vladimir Igorevich – Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, Academician of the Academy of Cryptography of the Russian Federation, Deputy Head, Federal Research Center «Computer Science and Control» of the Russian Academy of Sciences (FRC CSC RAS)

Konyavskiy Valery Arkadievich – Doctor of Technical Sciences, Prof., Head of Department of Information Security, Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT)

Kornienko Anatoly Adamovich – Doctor of Technical Sciences, Prof., Prof. of the Department of Informatics and Information Security, St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I

Hollay Alexander Vladimirovich – Doctor of Technical Sciences, Assoc. Prof., Director of the Graduate School of Electronics and Computer Sciences, Prof. of the Department of «Information and Analytical Support of Management in Social and Economic Systems»

Otsokov Shamil Aliyevich – Doctor of Technical Sciences, Assoc. Prof., Assoc. Prof. of the Department, Institute of Information and Computing Technologies, National Research University «Moscow Power Engineering Institute»

EDITORIAL TEAM

Musayeva Diana Erkinovna – Candidate of Economic Sciences, Assoc. Prof., Assoc. Prof. of the Department of economics in power engineering and industry, National Research University «Moscow Power Engineering Institute»

Znamenskaya Mariya Andreevna – Candidate of Economic Sciences, Assoc. Prof. of the Department of Management in Energy and Industry, National Research University «Moscow Power Engineering Institute»

Nevsky Alexander Yurievich – Candidate of Technical Sciences, Assoc. Prof., Director of the Engineering and Economics Institute, National Research University «Moscow Power Engineering Institute»

Narimanova Gufana Nurlabekovna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Assoc. Prof., Dean of the Faculty of Innovative Technologies, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics»

Usmanova Natalia Vladimirovna – Deputy Director of the Institute of Distance and Further Education, National Research University «Moscow Power Engineering Institute»

The journal is registered with the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media

El No. FS77-89590

Founder: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research University «MPEI»

**Менеджмент. Экономика. Информатика
(М. Э. И.)**

Т. 1. № 3

2025

Содержание

5.2.6. Менеджмент

Прошкин Н. Е., Орлова Е. С., Петросян А. Ю.	<i>14</i>
Антикризисное управление при организации массовых спортивных мероприятий	

Вольная, С.А., Висноват, А.А.	<i>32</i>
Применение ИИ при стратегическом планировании	

Вольная, С.А., Шкловский, А.А.	<i>50</i>
Внедрение цифровых технологий в систему менеджмента качества организации	

Суворова, Е.В., Ел-Езаби Н.А.	<i>68</i>
Индия как стратегический рынок: возможности и барьеры для российских компаний	

Епифанов В. А., Михеева А. Д.	<i>88</i>
Цифровая трансформация в проектировании жилищного строительства	

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика

Панчева В.С., Матюшина П.А.	<i>108</i>
Формирование инвестиционного портфеля для предприятия в условиях турбулентности экономики (на примере ООО «Атомстройкомплекс-строительство»)	

Бучнев О.А., Марреро Л.Ф.	<i>136</i>
Вопросы интеграции бизнес-процессов современных компаний	

2.3.6. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность

Кошелев А.Н., Денисенко В.К., Румасова Н.Ю.	<i>163</i>
Сравнение Python и «МойОфис» в разных задачах	
Денисенко В.К., Никитина О.М., Кошелев А.Н.	<i>192</i>
Автоматизация процесса верификации цепочки сертификатов электронной подписи	
Денисенко В.К., Кошелев А.Н., Румасова Н.Ю.	<i>218</i>
Архитектура и реализация системы защищенного электронного документооборота	

**Management. Economics. Informatics
(M. E. I.)**

V. 1. № 3

2025

Contents

5.2.6. Management

Proshkin N. E., Orlova E. S., Petrosyan A. Y.	14
Crisis management in the organization of mass sports events	
Volnaya S.A., Visnovat A.A.	32
The use of AI in strategic planning	
Volnaya S.A., Shklovsky A.A.	50
The introduction of digital technologies into the quality management system of the organization	
Suvorova E.V., El-Ezabi N.A.	68
India as a Strategic Market: Opportunities and Barriers for Russian Companies	
Epifanov V. A., Miheeva A. D.	88
Digital transformation in housing construction design	

5.2.3. Regional and Sectoral Economics

Pancheva V.S., Matyushina P.A.	108
Forming an investment portfolio for an enterprise in conditions of economic turbulence (on the example of Atomstroycomplex-Construction LLC)	
Buchnev, O.A., Marrero, L.F.	136
Issues of business process integration in modern companies	

2.3.6. Methods and Systems of Information Protection, Information Security

Koshelev A.N., Denisenko V.K., Rumasova N.U. Comparing Python and MyOffice in different tasks	<i>163</i>
Denisenko V.K., Nikitina O.M., Koshelev A.N. Automation of the electronic signature certificate chain verification process	<i>192</i>
Denisenko V.K., Koshelev A.N., Rumasova N.U. Architecture and implementation of a secure E-document flow system	<i>218</i>

5.2.6. Менеджмент

5.2.6. Management

УДК 7.092

DOI: 10.24160/3033-6333-2025-1-3-14-31

*Прошкин Н.Е., Орлова Е.С., Петросян А.Ю.
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
г. Москва*

*Proshkin N. E., Orlova E. S., Petrosyan A. Y.
National Research University «MPEI»,
Moscow*

АНТИКРИЗИСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МАССОВЫХ СПОРТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

CRISIS MANAGEMENT IN THE ORGANIZATION OF MASS SPORTS EVENTS

Аннотация

Введение. Статья посвящена исследованию управления кризисными ситуациями при организации массовых спортивных мероприятий. Актуальность темы обусловлена высокой уязвимостью таких событий из-за массовости, сложной логистики, эмоционального фактора и интенсивного медийного внимания, что требует разработки эффективных механизмов профилактики и реагирования на кризисы.

Материалы и методы. В основу исследования положены системный анализ и классификация рисков, а также моделирование процессов управления кризисными ситуациями. Использованы методы сравнительного анализа теоретических подходов и практических кейсов, позволившие выделить ключевые фазы кризисного менеджмента.

Результаты исследования. Разработана авторская классификация кризисных ситуаций, включающая четыре типологические группы: кризисы в области безопасности и здоровья, организационно-логистические, репутационно-коммуникационные и внешние непреодолимые кризисы. Представлена трехуровневая модель управления кризисами, включающая фазы профилактики, непосредственного реагирования и восстановления. Подчеркнута ключевая роль проактивных мер, таких как комплексная оценка рисков, разработка планов действий и проведение тренировок.

Обсуждение и заключение. Практическая значимость работы заключается в возможности применения предложенных моделей организаторами мероприятий, государственными и правоохранительными структурами. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются цифровизация систем безопасности, управление киберрискаами и адаптация моделей к трансграничным мероприятиям.

Abstract

Introduction. The article is devoted to the study of crisis management in the organization of mass sporting events. The relevance of these issues is due to the high vulnerability of such events due to their mass nature, complex logistics, emotional factors and intense media attention, which requires the development of effective mechanisms for crisis management and response.

Materials and methods. The research is based on a systematic analysis and classification of risks, as well as modeling of crisis management processes, using methods of comparative analysis of theoretical approaches and practical cases, which made it possible to identify the key phases of crisis management.

Research Findings. The author's classification of crisis situations has been developed, which includes four typological groups: crises in the field of

safety and health, organizational and logistical, reputational and communication, and external insurmountable crises. A three-level crisis management model is presented, including phases of prevention, immediate response and recovery. The key role of proactive measures, such as comprehensive risk assessment, development of action plans and training, is emphasized.

Discussion and conclusion. The practical significance of the work lies in the possibility of applying the proposed models by event organizers, government and law enforcement agencies. Digitalization of security systems, cyber risk management, and adaptation of models to cross-border activities are promising areas for further research.

Ключевые слова. Антикризисное управление, менеджмент, конфликты, кризисные ситуации, конфликтные ситуации, массовые мероприятия, спортивные мероприятия

Keywords. Anti-crisis management, management, conflicts, crisis situations, conflict situations, mass events, sports events

Введение

Современные массовые спортивные мероприятия представляют собой сложные социально-экономические системы, функционирующие в условиях повышенных рисков и неопределенности. Глобализация спортивной индустрии, рост масштабов мероприятий и их коммерциализация, усиление террористических угроз и эпидемиологических рисков – все это обуславливает критическую важность эффективного управления кризисными ситуациями.

Особую актуальность проблеме придает уникальная природа спортивных мероприятий, характеризующихся одновременным присутствием десятков и сотен тысяч людей на ограниченной территории,

высокой эмоциональной напряженностью, сложной логистикой и беспрецедентным медийным вниманием. В этих условиях любой инцидент способен мгновенно трансформироваться в полномасштабный кризис с серьезными последствиями для жизни и здоровья людей, репутации организаторов и принимающего региона, а также экономики мероприятия.

Современная практика показывает, что традиционные подходы к безопасности часто оказываются недостаточными для комплексного управления кризисными ситуациями на всех уровнях управления. Отсутствие системной работы на этапах профилактики и подготовки, слабая координация между стейкхолдерами, недостаточное внимание коммуникационным аспектам кризисного управления – все это приводит к нерелевантному реагированию в критических ситуациях.

В связи с этим возникает острая необходимость в разработке обновленной концепции управления кризисными ситуациями при организации массовых спортивных мероприятий, учитывающей их системную природу, а также взаимосвязанные механизмы профилактики, оперативного реагирования и посткризисного урегулирования. Данное исследование направлено на решение возникшего научного противоречия через разработку комплексной классификации кризисных ситуаций и создание обобщенного механизма управления ими.

Обзор литературы

Вопросы особенностей организации массовых спортивных мероприятий рассмотрели в своих работах следующие авторы: И.В. Брызгалов, К.А. Чекалина [1], К.З.О. Алиев, В.В. Розов, О.В. Жукова, Ю.Г. Миронова, А.А. Сомкин, И.А. Кочергин, И.С. Коршунков, А.С. Иванова и др.

При этом аспекты, связанные с управлением возможными рисками и кризисами, возникающими при организации массовых спортивных

мероприятий, описаны в трудах: М.В. Буданова, Д.А. Козлова, К.Р. Марин, И.А. Которова, Л.С. Боташева, Ф.Э. Абазалиева, Г.Э. Альберто, И.В. Брызгалова, К.А. Чекалиной, А.Б. Багатыровой и др.

Анализ литературы показал, что основное внимание исследователей уделено вопросам антикризисного управления компаниями спортивной индустрии. Это предполагает более узкий подход к проблематике, а также рассмотрение процесса организации спортивных мероприятий как инструмента управления в кризисе, а не источника его причины.

Материалы и методы

В рамках проведения исследования автором применялись следующие методы: общенациональный, теоретический, сравнительный анализ, обобщение научной литературы, конкретизация, дедуктивный метод.

Для достижения поставленной цели в работе были решены следующие задачи:

- рассмотреть сущность и процесс становления кризисной ситуации;
- выявить основные риски в массовых мероприятиях и систематизировать виды кризисных ситуаций;
- определить возможные сценарии кризисов;
- составить обобщенный процесс управления кризисными ситуациями при организации массового мероприятия.

При проведении исследования авторами были проанализированы научные статьи отечественных авторов, посвященные особенностям антикризисного управления.

Результаты исследования

Кризис – является естественной частью сложных экономических, социальных и культурных систем, представляющий период их

нестабильного существования [2]. Массовые спортивные мероприятия, будучи высокодинамичными, особенно подвержены кризисам из-за специфики психологии поведения людей, трудностей в прогнозировании долгосрочных тенденций и высокой неопределенности внешней среды [3]. Для эффективного преодоления кризисного состояния требуется понимать сущность данного явления.

В наиболее общепринятом смысле «кризис – это состояние, при котором существующие средства достижения целей становятся неадекватными, в результате чего возникают непредсказуемые ситуации и проблемы» [4]. Трактовка понятия позволяет сделать вывод, что период кризиса практически всегда сопряжен с нехарактерными ситуациями, требующими существенных усилий и ресурсов для их преодоления.

Важно отметить, что кризисная ситуация является следствием эскалации неуправляемого инцидента, который, в свою очередь, возникает в результате наступления одного или нескольких возможных рисков. Таким образом, процесс становления кризиса представляет собой непрерывную цепь (рис. 1).



Рис. 1 - Концептуальный процесс становления кризисной ситуации при организации массового мероприятия

Рассматривая данное понятие в рамках менеджмента, мы именуем кризисной ситуацией финальную стадию деятельности неэффективной системы управления на предыдущих этапах, то есть результат неконтролируемого развития инцидента, который является материализовавшимся риском.

Можно выделить ряд ключевых факторов, характеризующих массовые мероприятия как объекты управления рисками [5]. Первым из них можно считать повышенную концентрацию людей, что в условиях ограниченной территории на определенном временном интервале может создавать существенную нагрузку на различные системы инфраструктуры, включая транспорт, связь, энергоснабжение и т.д. Это, в свою очередь, также многократно увеличивает вероятность наступления рисков, связанных с поведенческими, эпидемиологическими аспектами и т.д.

При этом наиболее вероятным источником риска является человек как субъект непосредственной вовлеченности в любые массовые мероприятия, а именно – его физическое и эмоциональное состояние. Рассмотрим две группы рисков:

- физиологические – у спортсменов могут быть внезапные травмы или обнаруженный допинг в крови, а у зрителей могут возникнуть тепловые удары или обостриться инфекционные заболевания;
- психологические – в результате эмоциональной заряженности события у участников и зрителей может снизиться порог рационального поведения, что, в свою очередь, приведет к обострению агрессии, фанатским беспорядкам, актам вандализма и хулиганства.

Немаловажным фактором является медийность мероприятий, влекущая возможности репутационных рисков, так как любой инцидент, даже локальный, может мгновенно стать достоянием общественности. Это, в свою очередь, способно нанести ущерб репутации организаторов, спонсоров, города и т.д.

В условиях широкого круга участников при организации массовых мероприятий важно помнить про фактор координации, так как недостаточная согласованность между элементами системы может вызвать размытие зон ответственности и конфликт интересов, активизируя системные риски [6]. При этом фактор временных ограничений также оказывает важное влияние, так как в отличие от коммерческих проектов, запуск которых можно перенести, откладывать запуск, например, матча или церемонию открытия Олимпиады недопустимо.

Наиболее неконтролируемыми факторами при этом является внешние риски, например, политическая обстановка, возможность теракта или эпидемиологическая ситуация, которые могут мгновенно сорвать сценарий проведения массового мероприятия. Поэтому управление требует адаптивности и способности к быстрому перепланированию.

Таким образом анализ влияющих факторов показывает, что основой для разработки эффективных протоколов антикризисного управления служит систематизация кризисных ситуаций. Многообразие и полиморфизм потенциальных угроз обуславливают необходимость их классификации по детерминирующим признакам, благодаря чему будет возможно осуществление планирования мер профилактики и оперативного реагирования [7, 8]. Основываясь на вышеописанные факторы, характерных для массовых спортивных мероприятий, можно выделить следующие типологические группы кризисных ситуаций.

Кризисы в области безопасности и здоровья включают прямые угрозы жизни и здоровью людей (Таблица 1).

Кризисы в области организации и логистики, включают сбои в функционировании систем обеспечения мероприятия (Таблица 2).

Репутационные и коммуникационные кризисы связаны с ущербом имиджу и общественному доверию к организаторам, спортивной федерации и т.д. (Таблица 3).

Таблица 1

Возможные сценарии кризисов в области безопасности и здоровья

Возможные сценарии	Описание
Угрозы террористического и криминального характера	Совершение терактов, акты вооруженного насилия, захват заложников.
Чрезвычайные ситуации техногенного характера	Обрушение несущих конструкций (трибун, кровли, осветительных мачт), пожары, масштабные отказы систем энергоснабжения, связи и жизнеобеспечения объекта.
Массовые беспорядки и проявления хулиганства	Масштабные столкновения между группами болельщиков (хулиганство), прорывы ограждений, погромы.
Медико-санитарные нарушения	Массовые отравления (пищевые, алкогольные), вспышки инфекционных заболеваний (как в рамках эпидемий, так и локальные), тепловые удары или переохлаждения.
Обусловленные действием непреодолимой силы	Экстремальные погодные явления (ураганы, ливни, град, аномальная жара), землетрясения.

Таблица 2

Возможные сценарии кризисов в области организации и логистики

Возможные сценарии	Описание
Логистические сбои	Полный или частичный паралич транспортной системы вокруг объекта из-за непредвиденных фактов во время планирования.
Технологические сбои	Масштабные отказы критически важных технологических систем – хронометража, видеоповтора, трансляционного оборудования систем освещения.
Нехватка ресурсов	Острый дефицит ключевых ресурсов, например: электроэнергии, воды, сотрудников служб безопасности и волонтеров.

Таблица 3

Возможные сценарии кризисов в области репутации и коммуникаций

Возможные сценарии	Описание
Скандалы, связанные с добросовестностью соревнований	Манипуляции с результатами (договорные матчи), коррупция среди судейских бригад, использование запрещенных препаратов (допинг) ведущими спортсменами.
Финансовые и коррупционные скандалы	Выявление фактов хищения бюджетных средств, завышения стоимости подрядов, коррупции при заключении контрактов.
Ошибки в коммуникации	Предоставление недостоверной информации об инциденте, задержка с информированием, противоречивые заявления официальных лиц, недочеты в работе с социальными сетями.
Политические и этические скандалы	Проведение мероприятий в странах с авторитарными режимами, акции протesta спортсменов или болельщиков на политической или расовой почве, скандалы сексуальными домогательствами и т.д.

Внешние непреодолимые кризисы, источник которых находится полностью вне зоны контроля организаторов (Таблица 4).

Таблица 4

Возможные сценарии кризисов в области внешних обстоятельств

Возможные сценарии	Описание
Геополитические кризисы	Решения об отмене или переносе мероприятий из-за международных санкций, военных конфликтов или дипломатических скандалов.
Глобальные пандемии	Решения об отмене или переносе мероприятий из-за риска распространения заболевания.
Вмешательство государственных органов	Отзыв лицензии или разрешения на проведение мероприятия по решению суда или регулятора.



Рис. 2 - Обобщенный механизм управления кризисными ситуациями при организации массового мероприятия

Приведённая классификация демонстрирует, что кризисные ситуации на массовых спортивных мероприятиях носят многогранный характер, происходя из источников различной природы, имеющих широкий спектр последствий – от прямых угроз жизни до управлеченческих и коммуникационных провалов. В таких условиях эффективная система антикризисного управления должна быть всеохватывающей и включать

специализированные планы действий для каждого типа кризисов, учитывая их уникальные характеристики и потенциальные последствия. При этом эффективное управление кризисными ситуациями при организации массовых спортивных мероприятий должно представлять собой непрерывный циклический процесс, охватывающий стадии до, вовремя и после события. Его основу должны составлять комплексные механизмы, интегрированные в общую систему менеджмента мероприятия. Данные механизмы можно структурировать по трем ключевым фазам (рис. 2).

Фаза профилактики и предотвращения является краеугольным камнем всей системы управления кризисными ситуациями при организации массовых спортивных мероприятий. Первостепенная важность данной фазы обусловлена тем, что проактивные меры, реализуемые на этапе подготовки, позволяют не только минимизировать вероятность наступления кризиса, но и существенно купировать возможный ущерб в случае его наступления. При этом механизмы данной фазы носят преимущественно превентивный характер и включают следующие элементы:

1. Комплексная оценка рисков. Представляет итерационный процесс, направленный на выявление и анализ потенциальных угроз. К примеру, выявление недостаточной пропускной способности турникетов, слепых зон системы видеонаблюдения, отсутствия резервных источников энергоснабжения и т.д.

2. Разработка интегрированной системы планов действий. На основе результатов оценки рисков разрабатывается пакет взаимосвязанных документов, регламентирующих действия в различных сценариях. К примеру, план действий в чрезвычайных ситуациях с проработанным алгоритмом реагирования на различные инциденты, в том числе проработка схем оповещения, эвакуации, зонирования территории и т.д.

3. Разработка архитектуры управления и связи. Формирование рабочих групп должно учитывать четкое распределение полномочий, включающее представителей организатора, правоохранительных органов, МЧС, медицинских служб и т.д. Также включает формирование стабильных каналов связи, обеспечивающих бесперебойное взаимодействие внутри групп и между ними.

4. Ресурсное обеспечение и инфраструктурная готовность, включая создание материально-технических резервов, а также инфраструктурные модернизации. Примером могут служить совершенствованные схемы транспортных потоков и зоны эвакуации за счёт ограждения территории и т.д.

5. Обучение и инструктаж. Необходимо обязательное проведение инструктажей для всех категорий работников по их действиям в стандартных и нештатных ситуациях.

Фаза непосредственного реагирования активируется в момент возникновения кризисной ситуации и представляет собой практическую реализацию разработанных планов. Эффективность фазы при этом напрямую зависит от качества подготовки на превентивной стадии. Ключевыми задачами фазы реагирования являются локализация кризиса, защита жизни и здоровья людей, минимизация материального и репутационного ущерба.

При получении сигнала о кризисе через систему видеонаблюдения, оперативных дежурных, экстренном вызове и т.д., должна происходить незамедлительная активация подготовленных антикризисных сценариев с непосредственной координацией управляющим центром. Таким образом оценка ситуации и принятие решений в экстремальных условиях является наиболее важной и ответственной задачей данного этапа. В зависимости от характера кризиса осуществляется изоляция зоны инцидента, блокировка смежных секторов или полная эвакуация объекта. Службы безопасности

направляют потоки людей по заранее определенным маршрутам, предотвращая давку и панику, за счёт четкого зонирования, а также используя системы громкой связи для трансляции четких инструкций, а также обеспечение беспрепятственного доступа на территорию бригад скорой помощи, МЧС и полиции.

Для демонстрации контроля над ситуацией и опережения появления возможных слухов, первое официальное сообщение должно быть распространено в течение первого получаса после инцидента, даже если информации недостаточно. Все заявления для СМИ необходимо давать одному уполномоченному лицу, чтобы обеспечить согласованность и достоверность информации. При этом, сообщения должны быть краткими, соответствовать фактам и содержать практические рекомендации для публики.

Все действия, решения и поступающая информация протоколируются в хронологическом порядке, что критически важно для анализа, в том числе юридического, впоследствии.

Фаза восстановления и анализа начинается с перехода от оперативного реагирования к систематической работе по ликвидации последствий кризиса и анализе полученных данных в процессе развития кризисной ситуации. Данная фаза представляет собой не окончание кризисного цикла, а начало нового витка с соответствующей адаптацией. Происходит нормализация управленческой деятельности, включая проведение технической экспертизы объекта для оценки состояния инфраструктуры, разработку и реализацию плана первоочередных работ по устранению повреждений, а также восстановление работоспособности поврежденного оборудования, пополнение израсходованных резервов, а том числе медикаментов, средств индивидуальной защиты и т.д. Кроме того создается система кризисного психологического консультирования для пострадавших, свидетелей событий, сотрудников и волонтеров,

включая организацию «горячих линий» и направление к специалистам для работы с посттравматическими стрессовыми расстройствами. Публикуются официальные отчеты о ходе расследования, мерах по оказанию помощи пострадавшим и реализации восстановительных программ. А также происходит активное координирование с семьями пострадавших для решения юридических, финансовых и организационных вопросов. Одним из важнейших шагов на данном этапе является организация всестороннего разбора произошедшего кризиса с привлечением независимых экспертов. В рамках анализа должен быть решен ряд ключевых вопросов: «Что произошло?», «Что было сделано правильно?», «Какие выявлены недостатки?», «Что необходимо улучшить?» и т.д. Последующее составление детального отчета по результатам проведенного анализа должно содержать объективную оценку эффективности действий всех участников и конкретные предложения по модернизации системы антикризисного управления.

Обсуждение и заключение

Внесение изменений в регламенты, инструкции и планы действий на основе выводов посткризисного анализа является закономерной задаче, которая обязательно должна сопровождаться актуализацией классификации рисков и сценариев развития кризисных ситуаций. При необходимости приобретается новое оборудование, модернизируются систем связь и наблюдения, происходит устранение выявленных инфраструктурных уязвимостей. А также в учебные программы для персонала и волонтеров включаются новые модули, основанные на полученных отчетах.

Таким образом, систематическое проведение посткризисного анализа и реализация его результатов обеспечивают не просто возвращение к

докризисному состоянию, но и качественно усиливают организационную устойчивость, превращая негативный опыт в стратегический ресурс для развития организации. А использование рассмотренного механизма антикризисного управления позволяет приобрести устойчивые конкурентные преимущества в сфере организации массовых спортивных мероприятий.

Список использованных источников

1. Брызгалов И. В., Чекалина К. А. Управление рисками в организации физической культуры и спорта // Научные и образовательные основы в физической культуре и спорте. – 2021. – Т. 3, № 3. – С. 29-34. – DOI 10.57006/2782-3245-2021-3-3-29-34. – EDN FUOUPO.
2. Варда И. Н. Профилактика конфликтов в организации // Международный студенческий научный вестник. – 2024. – № 2. – EDN DHUCLO.
3. Сон Ги Дин. Футбольные матчи как мероприятия повышенной опасности // Аграрное и земельное право. – 2023. – № 11(227). – С. 74-76. – DOI 10.47643/1815-1329_2023_11_74. – EDN HUYWDM.
4. Воронцова Е. А. Специфика определения факторов кризисной ситуации в организации // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. – 2020. – № 28. – С. 172-174. – EDN RKKQDT.
5. Веселов А. А., Тютяе А. П. PR и управление репутацией в радиоиндустрии в условиях кризиса // Социальные коммуникации векторы будущего : МАТЕРИАЛЫ III ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Москва, 20–22 марта 2025 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский университет МЭИ, 2025. – С. 164-171. – EDN CLGNAY.
6. Розенова М. И., Головко Ю. В. Вызовы среды и проблема сохранения личностного и психического здоровья человека в эпоху кризисов // Экстремальная психология в экстремальном мире : Материалы III научного форума с международным участием, Москва, 24–25 ноября 2023 года. – Москва: Московский государственный психолого-педагогический университет, 2024. – С. 248-256. – EDN EEUJAA.

7. Потапова К. А. Управление конфликтными ситуациями в организации // Актуальные проблемы и перспективы развития потребительского рынка : Материалы XII Международной научно-практической конференции студентов и учащихся, Пермь, 04–12 декабря 2023 года. – Пермь: Пермский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 2023. – С. 151-156. – EDN TXZQTX.

8. Буранова Е. А. Обзор зарубежных исследований сущности кризиса, антикризисного управления и институционального антикризисного управления // Наука сегодня: вызовы и решения : материалы международной научно-практической конференции, Вологда, 27 января 2016 года / Научный центр «Диспут». – Вологда: ООО «Маркер», 2016. – С. 47-50. – EDN VJALOJ.

References

1. Bryzgalov I. V., Chekalina K. A. *Upravlenie riskami v organizacii fizicheskoy kul'tury i sporta* // *Nauchnye i obrazovatel'nye osnovy v fizicheskoy kul'ture i sporte* [Risk management in the organization of physical culture and sports. Scientific and educational foundations in physical culture and sports]. – 2021. – Vol. 3, No. 3. – Pp. 29-34. – DOI 10.57006/2782-3245-2021-3-3-29-34. – EDN FUOUPO. (In Russ.).
2. Varda I. N. *Profilaktika konfliktov v organizacii* // *Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik* [Conflict prevention in the organization. International Student Scientific Bulletin]. – 2024. – No. 2. – EDN DHUCLO. (In Russ.).
3. Song Gi Din. *Futbol'nye matchi kak meropriyatiya povyshennoj opasnosti* // *Agrarnoe i zemel'noe pravo* [Football matches as high-risk events. Agrarian and Land law]. – 2023. – № 11(227). – Pp. 74-76. – DOI 10.47643/1815-1329_2023_11_74. – EDN HUYWDM. (In Russ.).
4. Vorontsova E. A. *Specifika opredeleniya faktorov krizisnoj situacii v organizacii* // *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya v sovremenном mire* [The specifics of determining the factors of a crisis situation in an organization. Fundamental and applied research in the modern world]. – 2020. – No. 28. – Pp. 172-174. – EDN RKKQDT. (In Russ.).
5. Veselov A. A., Tyutyae A. P. *PR i upravlenie reputaciej v radioindustrii v usloviyah krizisa* // *Social'nye kommunikacii vektorы budushchego : MATERIALY III VSEROSSIJSKOJ NAUCHNO-PRAKTICHESKOJ KONFERENCIИ, Moskva, 20–22 marta*

2025 goda [PR and reputation management in the radio industry in times of crisis. Social communications vectors of the future : PROCEEDINGS of the III ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC and PRACTICAL CONFERENCE, Moscow, March 20-22, 2025]. – Moscow: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, National Research University of the Moscow Institute of Economics, 2025. – Pp. 164-171. – EDN CLGNAY. (In Russ.).

6. Rozenova M. I., Golovko Yu. V. *Vyzovy sredy i problema sohraneniya lichnostnogo i psihicheskogo zdorov'ya cheloveka v epohu krizisov // Ekstremal'naya psihologiya v ekstremal'nom mire : Materialy III nauchnogo foruma s mezhdunarodnym uchastiem, Moskva, 24–25 noyabrya 2023 goda* [Environmental challenges and the problem of maintaining personal and mental health in an era of crises. Extreme psychology in an extreme world : Proceedings of the III Scientific Forum with International participation, Moscow, November 24-25, 2023]. – Moscow: Moscow State Psychological and Pedagogical University, 2024. – Pp. 248-256. – EDN EEUJAA. (In Russ.).

7. Potapova K. A. *Upravlenie konfliktnymi situaciyami v organizacii // Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya potrebitel'skogo rynka : Materialy XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i uchashchihsya, Perm', 04–12 dekabrya 2023 goda* [Conflict management in the organization. Actual problems and prospects of consumer market development : Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference of students and students, Perm, December 04-12, 2023]. - Perm: Perm Institute (branch) of the Plekhanov Russian University of Economics, 2023, -Pp. 151-156. EDN TXZQTX. (In Russ.).

8. Buranova E. A. *Obzor zarubezhnyh issledovanij sushchnosti krizisa, antikrizisnogo upravleniya i institucional'nogo antikrizisnogo upravleniya // Nauka segodnya: vyzovy i resheniya : materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Vologda, 27 yanvarya 2016 goda / Nauchnyj centr «Disput»* [Review of foreign studies of the essence of the crisis, anti-crisis management and institutional anti-crisis management. Science today: challenges and solutions : proceedings of the international scientific and practical conference, Vologda, January 27, 2016. Scientific Center "Disput"]. - Vologda: Marker LLC, 2016. - Pp. 47-50. EDN VJALOJ. (In Russ.).

Сведения об авторах:

Прошкин Никита Евгеньевич – ассистент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: ProshkinNY@mpei.ru

Орлова Екатерина Сергеевна – старший преподаватель, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: OrlovaYS@mpei.ru

Петросян Ангелина Юрьевна – студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: PetrosianAY@mpei.ru

Статья поступила в редакцию: 13.10.2025 г.

Статья принята к публикации: 20.10.2025 г.

Для цитирования: Прошкин Н. Е., Орлова Е. С., Петросян А. Ю. Антикризисное управление при организации массовых спортивных мероприятий // Менеджмент. Экономика. Информатика (М. Э. И.). – 2025. – Т. 1. – № 3. – С. 14-31.

For citation: Proshkin N. E., Orlova E. S., Petrosyan A. Y. Crisis management in the organization of mass sports events // Management. Economics. Informatics (M. E. I.). – 2025. – Vol. 1. – No. 3. – P. 14-31.

УДК 004.8:005

DOI: 10.24160/3033-6333-2025-1-3-32-49

Вольная С.А., Висноват А.А.
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
г. Москва

Volnaya S.A., Visnovat A.A.
National Research University «MPEI»,
Moscow

ПРИМЕНЕНИЕ ИИ ПРИ СТРАТЕГИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ

THE USE OF AI IN STRATEGIC PLANNING

Аннотация

Введение. В условиях цифровой трансформации и роста неопределенности внешней среды стратегическое планирование становится критически важным для обеспечения конкурентоспособности и устойчивого развития организаций. Традиционные методы планирования зачастую сложно использовать для обработки больших объемов данных и прогнозирования в режиме реального времени.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью внедрения интеллектуальных инструментов, способных повысить точность, гибкость и эффективность стратегических решений.

Научная новизна заключается в комплексном анализе эволюции применения ИИ в стратегическом планировании за последние годы.

Цель исследования – проанализировать качественные изменения в применении ИИ для стратегического планирования и оценить их влияние

Для достижения цели решались следующие задачи:

- выявить ключевые направления развития ИИ-технологий для стратегического планирования;
- проанализировать эволюцию методологических подходов к интеграции ИИ в стратегические процессы.

Объект исследования – процесс стратегического планирования в современных организациях.

Предмет исследования – интеграция и изменения функций ИИ в стратегическое планирование.

Материалы и методы. Методологическую основу исследования составили системный анализ, сравнительный анализ современных ИИ-платформ, анализ научных публикаций за последние годы, а также экспертные оценки внедрения ИИ-решений в стратегическое планирование. Внимание уделялось анализу Национальной стратегии развития ИИ и практикам реализации программ цифровизации стратегического управления.

Результаты исследования. Проведенное исследование демонстрирует, что Россия системно движется в направлении интеграции ИИ в практику стратегического планирования. Сформированная архитектура государственной поддержки, создание цифровой платформы национального масштаба и накопленный опыт pilotных внедрений создают основу для качественного преобразования системы стратегического управления в стране.

Обсуждение и заключение. Проведенное исследование демонстрирует, что применение ИИ в стратегическом планировании в России переходит из стадии теоретического осмысливания в практическую плоскость системной реализации. Полученные результаты позволяют констатировать формирование целостной экосистемы внедрения ИИ, объединяющей государственные инициативы, отраслевые проекты и корпоративные практики.

Abstract

Introduction. In the context of digital transformation and the growing uncertainty of the external environment, strategic planning is becoming critically important to ensure the competitiveness and sustainable development of organizations. Traditional planning methods are often difficult to use for processing large amounts of data and forecasting in real time.

The relevance of the research is due to the need to introduce intelligent tools that can improve the accuracy, flexibility and effectiveness of strategic decisions.

The scientific novelty lies in a comprehensive analysis of the evolution of the use of AI in strategic planning in recent years.

The purpose of the study is to analyze qualitative changes in the use of AI for strategic planning and assess their impact.

To achieve the goal, the following tasks were solved:

- to identify key areas of development of AI technologies for strategic planning;
- analyze the evolution of methodological approaches to integrating AI into strategic processes.

The object of the research is the process of strategic planning in modern organizations.

The subject of the research is the integration and changes of AI functions in strategic planning.

Materials and methods. The methodological basis of the study was a system analysis, a comparative analysis of modern AI platforms, an analysis of scientific publications in recent years, as well as expert assessments of the implementation of AI solutions in strategic planning. Special attention was paid to the analysis of the National Strategy for the Development of Artificial

Intelligence and the practices of implementing programs for the digitalization of strategic management.

Results of the study. The conducted research demonstrates that Russia is systematically moving towards the integration of artificial intelligence into the practice of strategic planning at all levels of government. The formed architecture of state support, the creation of a national-scale digital platform and the accumulated experience of pilot implementations create the basis for a qualitative transformation of the strategic management system in the country.

Discussion and conclusion. The conducted research demonstrates that the use of artificial intelligence in strategic planning in Russia is moving from the stage of theoretical understanding to the practical plane of system implementation. The results obtained allow us to state the formation of an integrated ecosystem of AI implementation, combining government initiatives, industry projects and corporate practices.

Ключевые слова. Искусственный интеллект, стратегическое планирование, цифровая трансформация, предиктивная аналитика, генеративный ИИ, машинное обучение.

Keywords. Artificial intelligence, strategic planning, digital transformation, predictive analytics, generative AI, machine learning.

Введение

Стратегическое планирование традиционно рассматривалось как прерогатива человеческого интеллекта, основанная на опыте, интуиции и экспертных оценках. Однако за последние годы произошла революция в подходах к стратегическому управлению, вызванная стремительным развитием технологий искусственного интеллекта. Если ранее ИИ в основном использовался для аналистики исторических данных, то к настоящему времени он превратился в полноценного участника

стратегического процесса, способного генерировать инновационные решения и прогнозировать долгосрочные тренды.

Целью данной статьи является анализ эволюции применения ИИ в стратегическом планировании и оценка современных возможностей ИИ-технологий для повышения эффективности стратегического управления.

Обзор литературы

Анализ современных российских исследований и официальных документов показывает формирование целостного подхода к применению искусственного интеллекта в стратегическом планировании на национальном, региональном и корпоративном уровнях.

В основе государственной политики в данной области лежит Национальная стратегия развития искусственного интеллекта [1], которая устанавливает системные ориентиры до 2030 года. Документ акцентирует необходимость интеграции ИИ в процессы государственного управления и стратегического планирования, предусматривая создание необходимой инфраструктуры и нормативной базы. Особое внимание уделяется развитию сквозных технологий, которые могут быть применены в различных отраслях экономики и сферах государственного управления.

Реализация положений Стратегии на практике находит отражение в проектах создания цифровых систем стратегического планирования на базе ИИ [2]. Как отмечается в аналитических материалах, такие системы предназначены для моделирования социально-экономического развития территорий и отраслей, обеспечивая переход от реактивного управления к предиктивному. Ключевыми преимуществами внедрения таких систем являются повышение точности прогнозов и возможность оценки долгосрочных последствий принимаемых стратегических решений.

В контексте государственного сектора Калина Яркина [3] выделяет несколько перспективных направлений внедрения ИИ: анализ больших данных для выявления социально-экономических трендов, оптимизация бюджетных расходов и автоматизация процессов разработки государственных программ. Автор подчеркивает, что ИИ позволяет перейти от интуитивных решений к решениям, основанным на данных (data-driven decisions), что особенно важно в условиях ограниченных ресурсов.

С точки зрения методологии стратегического планирования [4] применение ИИ трансформирует традиционные подходы, такие как SWOT-анализ и сценарное планирование. ИИ-алгоритмы способны обрабатывать значительные объемы неструктурированной информации для идентификации слабых сигналов и формирующихся трендов, что расширяет аналитические возможности стратегов. Отмечается растущая роль предиктивной аналитики и технологий, позволяющих моделировать последствия стратегических выборов в многовариантных сценариях.

В промышленном секторе [4] цифровизация и внедрение ИИ рассматриваются как ключевые факторы повышения глобальной конкурентоспособности. Исследования показывают, что российские промышленные предприятия активно внедряют ИИ для оптимизации производственных процессов, однако применение этих технологий непосредственно для стратегического планирования пока носит фрагментарный характер. Основными барьерами являются дефицит квалифицированных кадров и высокие первоначальные инвестиции.

Сравнительный анализ международного опыта [5] позволяет выделить приоритеты в финансировании разработок в области ИИ. Лидирующие позиции занимают США и Китай, где значительные государственные инвестиции направляются на фундаментальные исследования и создание прорывных технологий. Для России актуальной

задачей является формирование сопоставимой по масштабам системы поддержки исследований и разработок в сфере ИИ.

Практические аспекты внедрения находят отражение в таких инициативах, как «Программа Стандарт АИ 2024» [6], которая направлена на разработку типовых решений и методик внедрения ИИ в бизнес-процессы компаний. Программа включает создание реестра проверенных российских АИ-решений и разработку образовательных модулей для подготовки специалистов.

Таким образом, современная российская литература и официальные документы демонстрируют осознание стратегической важности ИИ для планирования и управления. Сформирована многоуровневая система мер – от государственной стратегии до отраслевых программ внедрения, – направленная на интеграцию искусственного интеллекта в практику стратегического планирования.

Материалы и методы

Методологическую основу исследования составил комплекс взаимодополняющих методов, направленных на всесторонний анализ применения искусственного интеллекта в стратегическом планировании. Выбор методов обусловлен необходимостью изучения как нормативно-стратегических документов, так и практических аспектов внедрения ИИ-технологий.

В качестве основных материалов исследования выступили:

Национальная стратегия развития искусственного интеллекта до 2030 года [1] как ключевой программный документ, определяющий государственную политику в области ИИ;

Аналитические материалы и отчеты о создании цифровой системы стратегического планирования на базе ИИ [2];

Научные публикации и экспертные оценки, отражающие современное состояние и перспективы внедрения ИИ в государственном и корпоративном секторах [3-5]. Так, Н. Е. Прошкин и О. А. Бучнев в своей работе акцентируют внимание на значительном вкладе цифровых инноваций, включая технологии искусственного интеллекта, в развитие системы высшего образования России, подчёркивая их стратегическую роль в повышении качества подготовки специалистов и цифровизации образовательных процессов [7]. В свою очередь, Петров С. А. и Тимофеева Л. Н. детально рассматривают практические аспекты применения искусственного интеллекта в информационных системах, построенных на платформе 1С: Предприятие, демонстрируя возможности автоматизации бизнес-процессов, интеллектуального анализа данных и создания адаптивных решений для корпоративного сектора [8].

Методы исследования включали:

Системный анализ был применен для изучения взаимосвязей между различными уровнями стратегического планирования (национальным, отраслевым, корпоративным) и определения роли ИИ в каждом из них. Этот метод позволил выявить системные эффекты от внедрения ИИ-технологий и оценить их влияние на всю цепочку стратегического управления.

Сравнительно-сопоставительный анализ использовался для изучения международного опыта финансирования и развития искусственного интеллекта [8] с целью идентификации лучших практик, применимых в российских условиях. Особое внимание уделялось анализу приоритетов бюджетного финансирования в США и возможностям адаптации этого опыта.

Контент-анализ нормативных документов и программных материалов [1, 5] проводился с целью выявления ключевых направлений государственной поддержки развития ИИ, определения целевых

показателей и механизмов реализации стратегических инициатив. Анализировались такие документы, как «Программа Стандарт AI 2024» [9], определяющая практические аспекты внедрения ИИ в бизнес-процессы.

Экспертный анализ практик внедрения ИИ в государственном секторе [3] и промышленности [4] позволил оценить реальные эффекты от применения технологий искусственного интеллекта. Изучались кейсы использования ИИ для анализа больших данных в целях государственного планирования и оптимизации производственных процессов на промышленных предприятиях.

Метод моделирования применялся для анализа архитектуры создаваемой цифровой системы стратегического планирования [2] и оценки ее потенциальных возможностей для предиктивного управления социально-экономическим развитием.

Для обеспечения достоверности результатов использовался принцип триангуляции методов, позволяющий сопоставлять данные, полученные разными способами. Это обеспечило комплексность исследования и позволило минимизировать субъективность оценок.

Отбор источников осуществлялся по критериям релевантности тематике исследования, авторитетности источника и актуальности информации. Особое внимание уделялось анализу материалов, отражающих как стратегические ориентиры, так и практические механизмы внедрения ИИ в процессы стратегического планирования.

Результаты исследования

Проведенное исследование позволило выявить системную трансформацию подходов к стратегическому планированию под влиянием технологий искусственного интеллекта в Российской Федерации.

Результаты демонстрируют многоуровневые изменения, затрагивающие методологическую, организационную и технологическую составляющие стратегического управления.

1. Сформирована многоуровневая архитектура государственного регулирования развития ИИ

На основе анализа Национальной стратегии развития искусственного интеллекта [1] установлено, что в России создана комплексная система мер государственной поддержки развития и внедрения ИИ-технологий. Ключевым результатом стало определение сквозных технологий ИИ и приоритетных отраслей их применения, включая государственное управление и стратегическое планирование. Стратегия предусматривает создание 10 центров компетенций и поддержку не менее 1500 проектов в сфере ИИ до 2030 года, что создает инфраструктурную основу для качественного преобразования процессов планирования.

Особое значение имеет реализация «Программы Стандарт AI 2024» [9], в рамках которой разрабатываются типовые решения и методики внедрения ИИ. Создаваемый реестр проверенных российских AI-решений уже включает более 120 продуктов, из которых 28 ориентированы непосредственно на задачи аналитики и прогнозирования в государственном и корпоративном управлении.

2. Создается цифровая платформа стратегического планирования национального масштаба

Исследование подтвердило, что в России активно разрабатывается единая цифровая система стратегического планирования на базе ИИ [1]. Данная система предназначена для интеграции данных с федерального, регионального и муниципального уровней и их анализа с использованием алгоритмов машинного обучения. Основными функциональными возможностями системы являются:

Моделирование социально-экономических процессов в режиме реального времени;

Прогнозирование долгосрочных трендов развития территорий и отраслей;

Оценка эффективности реализуемых государственных программ и национальных проектов;

Сценарное планирование с учетом многовариантности развития событий.

Внедрение такой системы позволит перейти от ежегодного цикла корректировки стратегических документов к непрерывному мониторингу и адаптации планов, что принципиально меняет парадигму государственного управления.

3. Выявлены конкретные направления применения ИИ в государственном стратегическом планировании

Анализ практик внедрения ИИ в госсекторе [2] показал, что наиболее эффективными направлениями применения технологий искусственного интеллекта становятся:

Анализ больших данных для идентификации социально-экономических трендов и выявления проблемных зон в развитии территорий. Алгоритмы ИИ способны обрабатывать массивы неструктурированной информации из открытых источников, социальных сетей и государственных информационных систем.

Предиктивная аналитика для прогнозирования последствий принимаемых управленческих решений. Например, моделирование демографических процессов, миграционных потоков, динамики рынка труда.

Оптимизация бюджетных расходов через идентификацию дублирующихся функций и неэффективных статей расходов в государственных программах.

Автоматизация процессов разработки и мониторинга стратегических документов, что позволяет сократить административную нагрузку на органы власти и повысить качество планирования.

4. Трансформируются методологии корпоративного стратегического планирования

Исследование практик применения ИИ в бизнес-среде [4-5] выявило качественные изменения в методологии стратегического управления компаниями. Традиционные инструменты, такие как SWOT-анализ и сценарное планирование, обогащаются возможностями ИИ:

Углубленный анализ конкурентной среды за счет автоматизированного сбора и обработки информации о действиях конкурентов, изменениях на рынках, потребительских предпочтениях.

Генерация инновационных стратегических идей на основе выявления скрытых закономерностей и трендов, не очевидных для человеческого восприятия.

Многовариантное моделирование стратегий с оценкой вероятностных исходов и рисков для каждого сценария развития.

Динамическая корректировка стратегий в режиме, близком к реальному времени, на основе изменения внешних и внутренних факторов.

5. Установлены отраслевые особенности внедрения ИИ в стратегическое планирование

В промышленном секторе [4] применение ИИ в стратегическом планировании имеет специфические характеристики. Наиболее продвинутые предприятия используют технологии искусственного интеллекта для:

Прогнозирования спроса на продукцию и оптимизации портфеля заказов;

Моделирования инвестиционных программ с учетом изменяющихся условий рынка;

Разработки стратегий цифровой трансформации производственных процессов;

Анализа глобальных технологических трендов для формирования стратегий НИОКР.

При этом исследование выявило существенное отставание в использовании ИИ для стратегического планирования по сравнению с применением этих технологий для операционного управления и автоматизации производственных процессов.

6. Выявлены системные проблемы и ограничения внедрения ИИ

Несмотря на значительный прогресс, исследование позволило идентифицировать ключевые барьеры на пути массового внедрения ИИ в стратегическое планирование:

Дефицит квалифицированных кадров, сочетающих компетенции в области стратегического управления и технологий искусственного интеллекта;

Недостаточное качество данных и их фрагментарность, что ограничивает возможности обучения AI-моделей;

Высокая стоимость разработки и внедрения комплексных AI-решений для стратегического планирования;

Сопротивление организационных культур традиционных госструктур и предприятий;

Нормативно-правовые барьеры, включая вопросы ответственности за решения, принятые на основе рекомендаций ИИ.

7. Определены перспективные направления развития

На основе сравнительного анализа международного опыта [5] и российских практик сформулированы перспективные направления развития применения ИИ в стратегическом планировании:

Разработка отраслевых AI-решений для стратегического управления в приоритетных секторах экономики;

Создание регуляторных песочниц для тестирования инновационных подходов к использованию ИИ в государственном планировании;

Развитие образовательных программ по подготовке специалистов в области AI-стратегирования;

Формирование системы показателей для оценки эффективности внедрения ИИ в процессы стратегического планирования.

Обсуждение и заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что применение искусственного интеллекта в стратегическом планировании в России переходит из стадии теоретического осмысления в практическую плоскость системной реализации. Полученные результаты позволяют констатировать формирование целостной экосистемы внедрения ИИ, объединяющей государственные инициативы, отраслевые проекты и корпоративные практики.

Внедрение искусственного интеллекта в стратегическое планирование представляет собой не просто технологическую модернизацию, а фундаментальную трансформацию самой философии управления. Россия демонстрирует системный подход к этой трансформации, сочетающий стратегическое видение на государственном уровне с практической реализацией в виде конкретных проектов и программ.

Успех дальнейшего внедрения ИИ в стратегическое планирование будет определяться способностью преодолеть идентифицированные в исследовании барьеры, сохранить баланс между технологическими возможностями и человеческим контролем, а также сформировать эффективную систему управления изменениями на всех уровнях – от национального до корпоративного.

Наиболее перспективной представляется модель «augmented intelligence» – дополненного интеллекта, где ИИ не заменяет человека-стратега, а усиливает его аналитические и прогностические способности, создавая основу для принятия более обоснованных, своевременных и эффективных стратегических решений в условиях нарастающей сложности и неопределенности современного мира.

Список использованных источников

1. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта [Электронный ресурс] // TAdviser. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Национальная_стратегия_развития_искусственного_интеллекта (дата обращения: 30.10.2025).
2. В России создают цифровую систему стратегического планирования на базе ИИ [Электронный ресурс] // Журнал о дорожной отрасли. – 2025. – 9 сент. – URL: <https://bkdrus.ru/aktualnye-stati/post/v-rossii-sozdayut-cifrovuyu-sistemu-strategicheskogo-planirovaniya-na-baze-ii> (дата обращения: 10.10.2025).
3. Яркина И.В. Стратегия развития, правовое регулирование применения ИИ в государственном секторе РФ // Калина Яркина. – Электрон. дан. – URL: https://kalinayarkina.ru/ai_gossektor (дата обращения: 30.11.2025).
4. Доржиева В.В. Цифровизация промышленности: роль искусственного интеллекта и возможности для России // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 2383–2394. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-promyshlennosti-rol-iskusstvennogo-intellekta-i-vozmozhnosti-dlya-rossii> (дата обращения: 30.10.2025).
5. Селянин Я.В. Приоритеты госфинансирования и перспективы развития отрасли искусственного интеллекта в США // Анализ и прогноз. Журнал ИМЭМО РАН. – 2021. – № 3. – URL: <https://www.afjournal.ru/2021/3/development-trends-and-risks/budget-funding-priorities-and-development-prospects-of-the-us-artificial-intelligence> (дата обращения: 30.10.2025). – DOI: 10.20542/afij-2021-3-65-93.
6. Как использовать ИИ в стратегическом планировании: примеры применения с примерами // BSC Designer. – Электрон. дан. – 2024. – 14 нояб. – URL: <https://bscdesigner.com/ru/ai-in-strategic-planning.htm> (дата обращения: 10.10.2025).

7. Прошкин Н. Е. Анализ вклада цифровых инноваций в развитие высшей школы России / Н. Е. Прошкин, О. А. Бучнев // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 7, № 10(163). – С. 178-192. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2025.10.07.021. – EDN LHERCJ.

8. Петров С.А. Применение возможностей искусственного интеллекта в информационных системах на базе платформы 1С / С. А. Петров, Л. Н. Тимофеева // Цифровая трансформация: тенденции и перспективы : Материалы III Международной научно-практической конференции, Москва, 25 декабря 2024 года. – Москва: ООО "Издательство "Мир науки", 2024. – С. 618-624. – EDN JVFGUY.

9. Программа стандартизации AI как документ стратегического планирования на 2021–2024 гг. «Искусственный интеллект» [Электронный ресурс] // Верное Решение. – 2020. – 23 дек. – URL: <https://решение-верное.рф/programma-standart-ai-2024> (дата обращения: 30.10.2025).

References

1. *Nacional'naya strategiya razvitiya iskusstvennogo intellekta* [National strategy for the development of artificial intelligence] [Electronic resource] // TAdviser. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:National strategies for the development of art Intelligence \(date of request 30.10.2025\). \(In Russ.\).](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:National strategies for the development of art Intelligence (date of request 30.10.2025). (In Russ.).)
2. *V Rossii sozdayut cifrovuyu sistemu strategicheskogo planirovaniya na baze II* [Russia is creating a digital strategic planning system based on AI] [Electronic resource] // Journal of the Road industry. – 2025. – September 9th. – URL: <https://bkdrus.ru/aktualnye-stati/post/v-rossii-sozdayut-cifrovuyu-sistemu-strategicheskogo-planirovaniya-na-baze-ii> (date of request: 10.10.2025). (In Russ.).
3. Yarkina I.V. *Strategiya razvitiya, pravovoe regulirovanie primeneniya II v gosudarstvennom sektore RF* [Development strategy, legal regulation of the use of AI in the public sector of the Russian Federation] // Kalina Yarkina. – Electron. dan. – URL: https://kalinayarkina.ru/ai_gossektor (date of request 30.11.2025). (In Russ.).
4. Dorzhieva V.V. *Cifrovizaciya promyshlennosti: rol' iskusstvennogo intellekta i vozmozhnosti dlya Rossii* // Voprosy innovacionnoj ekonomiki [Digitalization of industry: the role of artificial intelligence and opportunities for Russia // Issues of innovative economics]. – 2022. – Vol. 12, No. 4. – pp. 2383-2394. – URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-promyshlennosti-rol-iskusstvennogo-intellekta-i-vozmozhnosti-dlya-rossii> (date of request: 30.10.2025). (In Russ.).

5. Selyanin Ya.V. *Priority gosfinansirovaniya i perspektivy razvitiya otrasli iskusstvennogo intellekta v SSHA // Analiz i prognoz. Zhurnal IMEMO RAN* [Priorities of state financing and prospects for the development of the artificial intelligence industry in the USA // Analysis and forecast. IMEMO RAS Journal]. – 2021. – No. 3. – URL: <https://www.afjournal.ru/2021/3/development-trends-and-risks/budget-funding-priorities-and-development-prospects-of-the-us-artificial-intelligence> (date of request: 30.10.2025). – DOI: 10.20542/afij-2021-3-65-93. (In Russ.).

6. *Kak ispol'zovat' II v strategicheskem planirovani: primery primeneniya s primerami* [How to use AI in strategic planning: application examples with examples] // BSC Designer. – Electron. dan. – 2024. – Nov 14. – URL: <https://bscdesigner.com/ru/ai-in-strategic-planning.htm> (date of request: 10.10.2025). (In Russ.).

7. Proshkin N. E. *Analiz vklada cifrovyyh innovacij v razvitiye vysshej shkoly Rossii // Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Analysis of the contribution of digital innovations to the development of higher education in Russia // Economics and management: problems, solutions]. – 2025. – Vol. 7, No. 10(163). – Pp. 178-192. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2025.10.07.021. – EDN LHERCJ. (In Russ.).

8. Petrov S.A. *Primenenie vozmozhnostej iskusstvennogo intellekta v informacionnyh sistemah na baze platformy 1S // Cifrovaya transformaciya: tendencii i perspektivy : Materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Moskva, 25 dekabrya 2024 goda* [Application of artificial intelligence capabilities in information systems based on the 1C platform // Digital transformation: trends and prospects : Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference, Moscow, December 25, 2024]. – Moscow: Mir Nauki Publishing House, LLC, 2024. – pp. 618-624. – EDN JVFGUY. (In Russ.).

9. *Programma standartizacii AI kak dokument strategicheskogo planirovaniya na 2021–2024 gg. «Iskusstvennyj intellekt»* [The AI standardization program as a strategic planning document for 2021-2024. "Artificial Intelligence"] [Electronic resource] // The Right Decision. – 2020. – 23 Dec. – URL: <https://решение-верное.Russian Federation/programma-standard-ai-2024> (accessed: 30.10.2025). (In Russ.).

Сведения об авторах:

Вольная Сима Агилевна – старший преподаватель кафедры «Менеджмент в энергетике и промышленности», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: VolnayaSA@mpei.ru

Висноват Андрей Александрович – студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: VisnovatAA@mpei.ru

Статья поступила в редакцию: 16.10.2025 г.

Статья принята к публикации: 12.11.2025 г.

Для цитирования: Вольная С.А., Висноват А.А. Применение ИИ при стратегическом планировании // Менеджмент. Экономика. Информатика (М. Э. И.). – 2025. – Т. 1. – № 3. – С. 32-49.

For citation: Volnaya S.A., Visnovat A.A. The use of AI in strategic planning // Management. Economics. Informatics (M. E. I.). – 2025. – Vol. 1. – No. 3. – P. 32-49.

УДК 004.8:005

DOI: 10.24160/3033-6333-2025-1-3-50-67

*Вольная С.А., Шкловский А.А.
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
г. Москва*

*Volnaya S.A., Shklovsky A.A.
National Research University «MPEI»,
Moscow*

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМУ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ

THE INTRODUCTION OF DIGITAL TECHNOLOGIES INTO THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF THE ORGANIZATION

Аннотация

Введение. Современные организации сталкиваются с необходимостью перехода от традиционных, зачастую трудоёмких методов контроля качества к автоматизированным системам, обеспечивающим сбор, анализ данных и принятие решений в режиме реального времени.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью тренда на внедрение цифровых технологий в систему менеджмента качества организаций.

Научная новизна заключается в комплексном анализе применения цифровых технологий в систему менеджмента качества организации по отраслям РФ.

Цель исследования – проанализировать влияние цифровых технологий на систему менеджмента качества, оценить их влияние и тенденции.

Для достижения цели решались следующие задачи:

- рассмотреть общие положения систем менеджмента качества (СМК) и их взаимосвязь с цифровыми технологиями;
- проанализировать современные статистические данные по использованию цифровых решений в российских компаниях;
- сформулированы выводы и прогнозы дальнейшего развития цифровизации СМК.

Объект исследования – система менеджмента качества (СМК) организации в условиях цифровой трансформации.

Предмет исследования – интеграция цифровых технологий в СМК.

Материалы и методы. Методологическую основу исследования составили системный анализ, сравнительный анализ статистики внедрения цифровых решений в процессы СМК предприятий РФ, анализ научных публикаций за последние годы.

Результаты исследования. Проведенное исследование демонстрирует, что цифровизация наиболее заметно влияет на СМК в высокоавтоматизированных отраслях (машиностроение, горная металлургия, пищевая промышленность), а также в сфере услуг (здравоохранение, логистика и ритейл). Сквозные технологии (ИИ, Big Data, роботизация) повсеместно ускоряют обработку данных и повышают точность анализа, но все существует разрыв между цифровизацией операций и управлением качеством. Хотя цифровые решения (MES, сенсоры, цифровые двойники) дают СМК оперативную обратную связь, доля успешно реализованных проектов остаётся невысокой. Важную роль играет использование отечественных ИТ-систем с учётом требований стандартов и информационной безопасности.

Обсуждение и заключение. Проведенное исследование демонстрирует, что развитие облачных технологий и платформенных решений способствует более глубокой проработке централизации и

стандартизации процедур системы менеджмента качества, что особенно важно для организаций с многоуровневой структурой. С помощью облачных решений можно в любой момент получить достоверную информацию о текущем состоянии процессов качества, ускорить процедуры внутренних аудитов, а также оптимизировать взаимодействие как внутри компании (между филиалами и подразделениями), так и с контрагентами (поставщиками).

Abstract

Introduction. Modern organizations face the need to move from traditional, often time-consuming methods of quality control to automated systems that provide real-time data collection, analysis, and decision-making.

The relevance of the research is due to the need for a trend towards the introduction of digital technologies into the quality management system of the organization.

The scientific novelty lies in a comprehensive analysis of the use of digital technologies in the quality management system of an organization by industry in the Russian Federation.

The purpose of the study is to analyze the impact of digital technologies on the quality management system, to assess their impact and trends.

To achieve the goal, the following tasks were solved:

- consider the general provisions of quality management systems (QMS) and their relationship with digital technologies;
- analyze current statistical data on the use of digital solutions in Russian companies;
- conclusions and forecasts of further development of QMS digitalization are formulated.

The object of research is the quality management system (QMS) of an organization in the context of digital transformation.

The subject of the research is the integration of digital technologies into the QMS.

Materials and methods. The methodological basis of the study was a system analysis, a comparative analysis of statistics on the introduction of digital solutions into the QMS processes of enterprises in the Russian Federation, and an analysis of scientific publications in recent years.

The results of the study. The conducted research demonstrates that digitalization has the most noticeable impact on QMS in highly automated industries (mechanical engineering, mining metallurgy, food industry), as well as in the service sector (healthcare, logistics and retail). End-to-end technologies (AI, Big Data, robotics) everywhere accelerate data processing and increase the accuracy of analysis, but there is still a gap between digitalization of operations and quality management. Although digital solutions (MES, sensors, digital twins) provide QMS with operational feedback, the proportion of successfully implemented projects remains low. An important role is played by the use of domestic IT systems, taking into account the requirements of standards and information security.

Discussion and conclusion. The conducted research demonstrates that the development of cloud technologies and platform solutions contributes to a deeper study of the centralization and standardization of quality management system procedures, which is especially important for organizations with a multi-level structure. Using cloud solutions, you can get reliable information about the current state of quality processes at any time, speed up internal audit procedures, and optimize interaction both within the company (between branches and divisions) and with counterparties (suppliers).

Ключевые слова. система менеджмента качества; СМК; цифровизация; цифровые технологии; цифровая трансформация;

индустрия 4.0; искусственный интеллект (ИИ); интернет вещей (IoT); цифровые двойники; управление качеством

Keywords. quality management system; QMS; digitalization; digital technologies; digital transformation; Industry 4.0; artificial intelligence (AI); Internet of Things (IoT); digital twins; quality management

Введение

Система менеджмента качества (СМК) – это совокупность взаимосвязанных процессов, процедур и практик, направленных на обеспечение стабильного соответствия продукции или услуг установленным требованиям, постоянное улучшение процессов и повышение удовлетворённости заинтересованных сторон. В отечественной практике опора на международные стандарты (в первую очередь ISO 9001) остаётся ключевой: СМК обеспечивает формализацию ответственности, процедур аудита, управления несоответствиями и корректирующими действиями. Эти функции традиционно базируются на документации, внутренних аудитах и периодическом анализе показателей качества. Целью данной статьи является анализ эволюции применения ИИ в стратегическом планировании и оценка современных возможностей ИИ-технологий для повышения эффективности стратегического управления.

Обзор литературы

Анализ современных российских исследований и официальных документов подтверждает, что цифровизация СМК – не эпизодическая тенденция, а системный процесс, меняющий подходы к управлению качеством. Он сопровождается ростом внедрения ИИ и цифровых

инструментов, адаптацией стандартов и выявлением новых вызовов (кадровый дефицит, региональные различия).

В ходе исследования был проведён комплексный анализ источников, охватывающих различные аспекты цифровизации систем менеджмента качества (СМК). Информационная база сформирована из шести ключевых групп материалов, каждая из которых вносит существенный вклад в понимание темы.

1. Отчёты отраслевых организаций предоставляют актуальные данные о масштабах внедрения цифровых решений. В частности, исследование АНО «Цифровая экономика», выполненное в 2024 году, демонстрирует динамику проникновения искусственного интеллекта в промышленность: зафиксирован существенный рост доли компаний, использующих или тестирующих ИИ-решения.

2. Официальные государственные источники обеспечили надёжную статистическую основу. Материалы Министерства цифрового развития РФ и данные Росстата позволили оценить макроэкономические тенденции цифровизации и её влияние на СМК.

3. Аналитические отчёты коммерческих структур и медиа дали оперативную картину текущих изменений на рынке. Публикации TAdviser, отчёты IT-холдинга Т1, а также материалы отраслевых порталов ComNews и RBC раскрыли:

- практические кейсы внедрения цифровых инструментов;
- инвестиционные тренды;
- особенности адаптации технологий в различных секторах экономики.

4. Научные и прикладные научные труды [1-2] помогли провести углублённый анализ цифровизации СМК в конкретных отраслях – от медицины до высокотехнологичного производства.

5. Международные стандарты и материалы профессиональных мероприятий задают нормативную рамку и вектор развития. Стандарт ISO/IEC 42001 (менеджмент ИИ) и материалы конференций 2024-2025 годов показывают, как глобальное сообщество синхронизирует подходы к интеграции цифровых технологий в СМК, обеспечивая их соответствие современным требованиям.

5. Отраслевые обзоры и статистические сборники сформировали эмпирическую базу исследования. Аналитические отчёты о цифровой трансформации промышленности (2023-2024 годы) и данные о внедрении цифровых решений в СМК предприятий РФ (2023-2025 годы) позволили:

- отследить динамику инвестиций в цифровизацию;
- оценить эффективность цифровых инструментов в управлении качеством;
- выявить отраслевые особенности внедрения технологий.

Таким образом, совокупность проанализированных источников создаёт полную картину процессов цифровизации СМК – от статистических трендов до выявленных проблем. Это обеспечивает достоверность выводов и аналитическую значимость исследования.

Материалы и методы

Одним из ключевых направлений интеграции является использование систем управления производственными процессами (MES), которые связывают производственные данные с системой менеджмента качества, обеспечивая непрерывный мониторинг показателей и автоматическую фиксацию несоответствий. Благодаря внедрению промышленного интернета вещей (ПоТ) осуществляется сбор данных с оборудования, что позволяет проводить предиктивную аналитику и предотвращать потенциальные дефекты до их возникновения [3].

Виртуальные копии производственных циклов обеспечивают более детализированное моделирование и усовершенствование технологических процедур, позволяя оценивать воздействие корректировок параметров на характеристики выпускаемой продукции. В то же время, методы искусственного интеллекта и машинного обучения активно используются для обработки значительных объемов данных о производственных несоответствиях, обнаружения неочевидных взаимосвязей и прогнозирования направлений развития в сфере качества.

Объединение облачных сервисов и платформенных цифровых сред предоставляет унифицированный доступ к сведениям о процедурах системы менеджмента качества, что критически важно для крупных и географически разветвленных компаний. Это содействует унификации подходов к контролю качества, повышает результативность внутреннего контроля и ускоряет процесс принятия управлеченческих решений.

Особую роль играет внедрение цифровых средств для ведения документации и проверок, таких как электронные шаблоны инспекций, системы управления электронными документами и интеллектуальные дашборды. Они дают возможность автоматизировать процессы контроля, минимизировать влияние человеческих ошибок и гарантировать полную отслеживаемость изменений.

Ниже – ключевые факты и статистические данные, отражающие скорость и масштабы цифровой трансформации, релевантные для СМК.

- Распространённость ИИ в промышленности. Согласно исследованию, проведённому АНО «Цифровая экономика», в 2024 году наблюдается значительное увеличение числа компаний, внедряющих решения на основе искусственного интеллекта. Теперь 58% организаций либо полноценно используют ИИ в производственных процессах, либо тестируют его в рамках пилотных программ, что значительно превышает показатель 2023 года, составлявший 41%. Важно отметить, что примерно

половина внедривших ИИ предприятий констатируют заметное улучшение экономических показателей. Эта статистика имеет особое значение для систем менеджмента качества (СМК), так как искусственный интеллект всё чаще применяется для прогнозирования качества продукции, выявления причин возникновения дефектов и повышения эффективности производственных процессов [4].

- Рост цифровизации промышленности. Обзор цифровой трансформации промышленности демонстрирует устойчивый рост инвестиций и проектов в цифровые решения в 2023-2024 годы, что создаёт благоприятную среду для внедрения цифровых инструментов в СМК (цифровые платформы, цифровые двойники, интеграция MES/ERP/PLM).
- Отраслевые исследования и кейсы. Публикации и диссертации по теме цифровизации СМК, в частности в медицине и высокотехнологичном производстве, показывают конкретные кейсы сокращения ошибок, повышения прослеживаемости и улучшения качества за счёт цифровых инструментов; одновременно статьи подчёркивают проблемы региональных дисбалансов и нехватки специалистов [4].
- Практические инициативы и стандарты. Конференции и профессиональные платформы в 2024-2025 гг. активно обсуждали объединение подходов СМК и новых международных стандартов (включая ISO/IEC 42001 для менеджмента ИИ) в систему менеджмента качества [5].

Для оценки степени цифровизации системы менеджмента качества в различных секторах экономики проведён анализ статистических данных и отраслевых обзоров внедрения цифровых решений в области процессов СМК предприятий Российской Федерации за 2023-2025 годы (см. Таблица 1). В исследовании использованы материалы Министерства цифрового развития РФ, Росстата, TAdviser, IT-холдинга Т1, отраслевых порталов ComNews, RBC и профильных аналитических отчётов. Цель анализа заключалась в выявлении особенностей и тенденций внедрения цифровых

технологий в практику управления качеством предприятий различных отраслей.

Собранные данные позволяют проследить, каким образом уровень цифровой зрелости предприятий коррелирует с эффективностью функционирования СМК, а также определить ключевые направления, в которых цифровые технологии оказывают наибольшее влияние на качество продукции и услуг. В таблице представлены статистические показатели по основным отраслям российской экономики, отражающие степень использования цифровых решений, динамику инвестиций в цифровизацию и влияние этих процессов на совершенствование систем менеджмента качества.

Помимо этого, ниже приведен круговой график внедрения цифровых технологий в систему менеджмента качества предприятий по отраслям в Российской Федерации (см. Рисунок 1).



Рисунок 1. Круговой график внедрения цифровых технологий в систему менеджмента качества предприятий по отраслям России

Таблица 1.

Статистика внедрения цифровых решений в процессы СМК предприятий РФ

Отрасль	Ключевые показатели (цифры/ доли)	Основные цифровые технологии / решения
Обрабатывающая промышленность / машиностроение	~52% компаний промышленного сектора используют MES-системы; затраты на промышленное ПО в РФ ≈ 60 млрд рублей (2024 г.); рост инвестиций в промышленное ПО +17.6% (2024).	MES, SCADA, ПоТ (датчики), цифровые двойники, аналитика/BI, предиктивное обслуживание.
Горно-металлургическая отрасль (ГМК)	Инвестиции в цифровизацию ГМК выросли (пример: отраслевые проекты 2019-2024 гг.); доля компаний, планирующих увеличить эффект цифровизации в ближайшие 2-3 года – ~55% (рост с 15% в 2023). В среднем ~50% опрошенных достигают плановых целей цифровизации.	ПоТ для мониторинга, предиктивное обслуживание, цифровые модели и аналитика, автоматизация процессов, MES/ERP.
Энергетика/ коммунальные услуги	Активный рост ПоТ и систем мониторинга; проекты по снижению аварийности: внедрение ПоТ снизило аварийность в некоторых крупных компаниях на 10-20% (кейсы).	ПоТ, SCADA, системы управления активами, предиктивная аналитика, цифровые двойники.
Здравоохранение/ медицина	Значимая цифровая активность: подключение телемедицины/региональных МИС; через сервисы «К врачу» – ≈21.7 млн записей (2024); централизованные телемедицинские системы задействованы во всех регионах (по данным Минздрава / обзоров).	Единые МИС/ЕЦП.МИС, телемедицина, ЭМК (эл. медкарты), аналитика для контроля качества клинических процессов.
Пищевая промышленность/ FMCG	Наращивание цифровых проектов: автоматизация контроля качества, интеграция с прослеживаемостью (Честный знак и др.); публикации и исследования 2024-2025 гг. указывают на активный переход к комплексной цифровизации (оценки отрасли – качественные исследования).	Системы прослеживаемости, автоматический контроль качества (визион/машинное зрение), ERP/WMS, интеграция с маркировкой.
Логистика / складская логистика / ритейл	Рост внедрения складских и логистических роботов и WMS; в 2024-2025 гг. наблюдается заметный рост автоматизации складов и логистики (количественные тренды по роботам и автоматике).	WMS, TMS, складская роботизация, RFID/штрихкодирование, автоматизированные контрольные станции качества.
Роботизация (сквозной показатель для производства)	В РФ используется >12 400 промышленных роботов (оценка 2024); уровень роботизации – ~29 роботов на 10 000 человек (2024); производство роботов внутри страны выросло в 4.5× (2024 vs 2023) по отдельным оценкам.	Промышленные роботы, коллегиативные роботы, автоматизированные линии контроля качества.
Общий показатель — затраты и охват	Совокупные затраты российских компаний на цифровизацию (2024) выросли на ~29.5% до ≈5,24 трлн ₽ (исследование «Пульс цифровизации» / ИФ).	Инвестиции в облачные сервисы, платформы данных, ERP/MES,

Результаты исследования

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

- Наибольшее влияние на СМК наблюдается в отраслях с высокой автоматизацией процессов и доступом к производственным данным (машиностроение, металлургия, пищевая промышленность).
- Здравоохранение и логистика показывают, как цифровизация улучшает качество обслуживания и снижает число ошибок – эти отрасли демонстрируют «непроизводственный» аспект СМК (качество услуг, клиентоориентированность).
- Сквозные технологии (ИИ, Big Data, роботизация) влияют на СМК во всех секторах: ускоряют обработку данных, повышают точность анализа причин несоответствий, дают возможность прогнозировать отклонения.
- Основной барьер – разрыв между цифровизацией операций и цифровизацией самого управления качеством (часто СМК «догоняет» цифровые решения, внедрённые в производстве или сервисе).

По круговой диаграмме видно, что наибольшая активность наблюдается в здравоохранении, пищевой промышленности и логистике, где цифровизация напрямую повышает качество услуг и точность управления процессами.

Там, где MES, сенсоры, роботизация и цифровые двойники уже используются, СМК имеют реальные возможности получать оперативную обратную связь: дефекты, отклонения, производственные параметры фиксируются автоматически и могут стать входными данными для коррекции.

Помимо этого, обрабатывающее производство демонстрирует наибольший рост в инновационных технологических направлениях – цифровые платформы, аддитивные технологии – что может позволить

СМК расширять инструментарий, например, для прототипирования, испытаний, гибкого производства. Однако доля компаний, достигающих цифровых целей, не слишком высока – это означает, что не все проекты цифровизации приносят желаемый эффект, и многие организации, возможно, ещё не выстроили процессы контроля качества так, чтобы они позволяли оценить влияние цифровых технологий.

Использование отечественных ИТ-систем – важный фактор, особенно учитывая требования стандартов, а также вопросы информационной безопасности и независимости.

Обсуждение и заключение

Одной из ключевых тенденций является дальнейшее распространение искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения в задачах анализа данных о качестве. Эти технологии позволяют в автоматическом режиме выявлять закономерности и скрытые взаимосвязи в массивах производственных данных, формировать прогнозы дефектов и управлять корректирующими действиями без участия человека. В перспективе использование ИИ обеспечит переход от реактивного подхода – «контроль после производства» – к прогнозно-предупредительному управлению качеством.

Вторым направлением станет развитие интернета вещей (IoT) и производственного интернета вещей (ПоТ), обеспечивающих сбор данных с оборудования, датчиков и систем контроля в реальном времени. Это создаёт условия для построения сквозных цифровых контуров качества, где информация о параметрах технологического процесса, состоянии оборудования и качестве продукции объединяется в едином цифровом пространстве. Таким образом, СМК становится частью общей цифровой экосистемы предприятия.

Особое значение приобретает внедрение цифровых двойников, которые позволяют моделировать производственные процессы, прогнозировать результаты изменений и анализировать влияние корректирующих мероприятий на показатели качества. Использование цифровых двойников в СМК способствует повышению точности управленческих решений и снижению затрат на испытания и опытные работы.

Развитие облачных технологий и платформенных решений открывает новые возможности для централизации и стандартизации процессов СМК, особенно для многофилиальных организаций и сетевых структур. Облачные системы обеспечивают доступ к актуальной информации о состоянии процессов качества из любой точки, ускоряют внутренние аудиты и упрощают взаимодействие между подразделениями и поставщиками.

Тенденцией ближайших лет также станет рост значения сквозной аналитики и Big Data, которые обеспечат многомерный анализ факторов, влияющих на качество. Комплексная обработка данных из ERP-, MES- и CRM-систем позволит выстраивать более точные модели зависимости качества от условий производства, поставок и обслуживания клиентов.

В контексте глобальной цифровизации особое внимание уделяется вопросам кибербезопасности и защиты данных СМК, поскольку цифровая интеграция повышает уязвимость информационных систем. Формирование безопасной цифровой инфраструктуры становится неотъемлемой частью стратегии управления качеством.

В долгосрочной перспективе [5-12] цифровые технологии приведут к трансформации самой философии СМК: от документально-ориентированных систем – к динамическим, интеллектуальным системам качества, функционирующими на основе данных в реальном времени. Это обеспечит непрерывное совершенствование процессов, повышение их

прозрачности, снижение издержек и устойчивое повышение удовлетворённости потребителей.

Список использованных источников

1. Обзор рынка цифровых решений для управления качеством и производством в России (MES, ERP, ПoT) [Электронный ресурс] // TAdviser. — Режим доступа: <https://www.tadviser.ru> (дата обращения: 10.10.2025).
2. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования. — М.: Стандартинформ, 2016. — 30 с.
3. Исследование IT-холдинга Т1 «Пульс цифровизации 2024»: объёмы и направления инвестиций в цифровые технологии [Электронный ресурс] // Interfax. — 2024. — Режим доступа: <https://www.interfax.ru>. (дата обращения: 10.10.2025).
4. Аналитика цифровой трансформации промышленности и энергетики в России (2023–2025) [Электронный ресурс] // ComNews. — Режим доступа: <https://www.comnews.ru>. (дата обращения: 10.10.2025).
5. Внедрение MES и SCADA-систем в промышленности: тенденции и статистика 2024 года [Электронный ресурс] // Neftegaz.RU. — Режим доступа: <https://neftegaz.ru>. (дата обращения: 10.10.2025).
6. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». — М.: Минцифры России, 2024.
7. Минпромторг России. Отчёт о реализации проектов цифровизации промышленности и внедрении систем менеджмента качества. — М., 2024.
8. Росстат. Цифровая трансформация и использование ИКТ в организациях: статистический сборник. — М.: Росстат, 2024. — 132 с.
9. Цифровизация горно-металлургической отрасли: аналитический обзор 2024 года [Электронный ресурс] // MiningWorld Russia. — Режим доступа: <https://miningworld.ru> (дата обращения: 10.10.2025).
10. Министерство здравоохранения РФ. Государственный доклад «О состоянии цифрового здравоохранения в Российской Федерации» (2024 год). — М.: Минздрав России, 2024.
11. Петров С. А. Применение возможностей искусственного интеллекта в информационных системах на базе платформы 1С / С. А. Петров, Л. Н. Тимофеева //

Цифровая трансформация: тенденции и перспективы : Материалы III Международной научно-практической конференции, Москва, 25 декабря 2024 года. – Москва: ООО "Издательство "Мир науки", 2024. – С. 618-624. – EDN JVFGUY.

12. Прошкин Н. Е. Анализ вклада цифровых инноваций в развитие высшей школы России / Н. Е. Прошкин, О. А. Бучнев // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 7, № 10(163). – С. 178-192. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2025.10.07.021. – EDN LHERCJ.

References

1. Petrov S. A. *Primenenie vozmozhnostej iskusstvennogo intellekta v informacionnyh sistemah na baze platformy 1C // Cifrovaya transformaciya: tendencii i perspektivy : Materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Application of artificial intelligence capabilities in information systems based on the 1C platform // Digital transformation: trends and prospects : Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference], Moscow, December 25, 2024. – Moscow: Mir Nauki Publishing House, LLC, 2024. – Pp. 618-624. – EDN JVFGUY.
2. Proshkin N. E. *Analiz vklada cifrovyh innovacij v razvitiye vysshej shkoly Rossii // Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Analysis of the contribution of digital innovations to the development of higher education in Russia // Economics and management: problems, solutions]. – 2025. – Vol. 7, No. 10(163). – Pp. 178-192. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2025.10.07.021. – EDN LHERCJ.
3. *Vnedrenie MES i SCADA-sistem v promyshlennosti: tendencii i statistika 2024 goda* [Implementation of MES and SCADA systems in industry: trends and statistics in 2024] [Electronic resource] // Neftegaz.RU . — Access mode: <https://neftegaz.ru> . (date of request: 10.10.2025).
4. *Obzor rynka cifrovyh reshenij dlya upravleniya kachestvom i proizvodstvom v Rossii (MES, ERP, IIoT)* [Market overview of digital solutions for quality management and production in Russia (MES, ERP, IIoT)] [Electronic resource] // TAdviser. — Access mode: <https://www.tadviser.ru> (date of request: 10.10.2025).
5. GOST R ISO 9001-2015. Quality management systems. Requirements. - M.: Standartinform, 2016. - 30 p.
6. *Issledovanie IT-holdinga T1 «Pul's cifrovizacii 2024»: ob'yomy i napravleniya investicij v cifrovye tekhnologii* [Research of T1 IT holding "Pulse of digitalization 2024":

volumes and directions of investments in digital technologies] [Electronic resource] // Interfax. — 2024. — Access mode: <https://www.interfax.ru> . (date of request: 10.10.2025).

7. *Analitika cifrovoj transformacii promyshlennosti i energetiki v Rossii (2023–2025)* [Analytics of digital transformation of industry and energy in Russia (2023-2025)] [Electronic resource] // ComNews. — Access mode: <https://www.comnews.ru> . (date of request: 10.10.2025).

8. *Ministerstvo cifrovogo razvitiya, svyazi i massovyh kommunikacij RF. Nacional'naya programma «Cifrovaya ekonomika Rossijskoj Federacii»* [Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation. National Program "Digital Economy of the Russian Federation"]. Moscow: Ministry of Finance of Russia, 2024.

9. *Minpromtorg Rossii. Otchyt o realizacii proektor cifrovizacii promyshlennosti i vnedrenii sistem menedzhmenta kachestva* [Ministry of Industry and Trade of Russia. Report on the implementation of industrial digitalization projects and the introduction of quality management systems]. Moscow, 2024.

10. *Rosstat. Cifrovaya transformaciya i ispol'zovanie IKT v organizaciyah: statisticheskij sbornik* [Rosstat. Digital transformation and the use of ICT in organizations: a statistical collection]. Moscow: Rosstat, 2024. - 132 p.

11. *Cifrovizaciya gorno-metallurgicheskoy otrassli: analiticheskij obzor 2024 goda* [Digitalization of the mining and metallurgical industry: an analytical review of 2024] [Electronic resource] // MiningWorld Russia. — Access mode: <https://miningworld.ru> (date of request: 10.10.2025).

12. *Ministerstvo zdравоохранения RF. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii cifrovogo zdравоохранения v Rossijskoj Federacii» (2024 god)* [Ministry of Health of the Russian Federation. The State Report "On the state of digital Healthcare in the Russian Federation" (2024)]. Moscow: Ministry of Health of Russia, 2024.

Сведения об авторах:

Вольная Сима Агилевна – старший преподаватель кафедры «Менеджмент в энергетике и промышленности», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: VolnayaSA@mpei.ru

Шкловский Александр Антонович – студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: ShklovskyAA@mpei.ru

Статья поступила в редакцию: 16.10.2025 г.

Статья принята к публикации: 12.11.2025 г.

Для цитирования: Вольная С.А., Шкловский А.А. Внедрение цифровых технологий в систему менеджмента качества организации // Менеджмент. Экономика. Информатика (М. Э. И.). – 2025. – Т. 1. – № 3. – С. 50-67.

For citation: Volnaya S.A., Shklovsky A.A. The introduction of digital technologies into the quality management system of the organization // Management. Economics. Informatics (M. E. I.). – 2025. – Vol. 1. – No. 3. – P. 50-67.

УДК 005

DOI: 10.24160/3033-6333-2025-1-3-68-87

*Суворова Е.В., Ел-Езаби Н.А.
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
г. Москва*

*Suvorova E.V., El-Ezabi N.A.
National Research University «MPEI»,
Moscow*

ИНДИЯ КАК СТРАТЕГИЧЕСКИЙ РЫНОК: ВОЗМОЖНОСТИ И БАРЬЕРЫ ДЛЯ РОССИЙСКИХ КОМПАНИЙ

INDIA AS A STRATEGIC MARKET: OPPORTUNITIES AND BARRIERS FOR RUSSIAN COMPANIES

Аннотация

Введение. В статье проводится комплексный анализ Индии как одного из наиболее перспективных стратегических направлений для расширения деятельности российских компаний в условиях переформатирования глобальных экономических связей.

Цель исследования состоит в определении ключевых возможностей и барьеров для российских компаний при выходе на индийский рынок.

Объект исследования - внешнеэкономическая деятельность российских компаний.

Предметом исследования являются особенности функционирования индийского рынка и условия ведения бизнеса для иностранных компаний.

Задачи исследования:

- проанализировать текущее состояние индийской экономики и её стратегические преимущества;
- выявить системные барьеры, влияющие на эффективность выхода российских компаний на рынок Индии;
- определить перспективные направления сотрудничества и оптимальные модели адаптации.

Актуальность исследования обусловлена стремительным превращением Индии в одну из крупнейших мировых экономик, обладающую значительным демографическим потенциалом, растущей покупательной способностью населения и последовательной политикой правительства, направленной на стимулирование иностранных инвестиций в рамках таких инициатив, как «Make in India».

В работе систематизируются и детально рассматриваются ключевые возможности для российского бизнеса – потенциал сотрудничества в высокотехнологичных секторах, развитие совместных проектов в оборонно-промышленном комплексе, расширение поставок энергоресурсов, а также растущий спрос на потребительские товары и услуги со стороны многомиллионного среднего класса.

Параллельно с этим авторами проводится углубленный анализ системных барьеров и вызовов, включая сложную нормативно-правовую систему, региональные различия, высокую конкуренцию и культурные особенности, требующие адаптации бизнес-моделей и маркетинговых стратегий.

На основе проведённого анализа делается вывод о том, что, несмотря на наличие препятствий, стратегические преимущества выхода на индийский рынок для российских компаний носят долгосрочный характер. Ключом к успеху выступает комплексный подход, включающий партнёрство с местными компаниями, глубокое изучение рыночной специфики и долгосрочные инвестиции.

Материалы и методы. Исследование базируется на анализе статистических данных Министерства торговли и промышленности Индии, Всемирного банка и Федеральной таможенной службы России. Применялись методы сравнительного и структурно-функционального анализа, PEST-анализ, а также системный подход к выявлению взаимосвязей между экономическими, институциональными и социокультурными факторами, определяющими особенности выхода российских компаний на рынок Индии.

Результаты исследования. Индия является одной из наиболее динамично развивающихся экономик мира. При этом сотрудничество с Россией имеет устойчивую тенденцию к росту. С 2022 года объём товарооборота между странами увеличился в 2,5 раза, главным образом за счёт поставок из России. При этом выявлены основные барьеры: сложные бюрократические процедуры, неоднородность налоговой системы, валютные ограничения, культурные различия и высокая конкуренция.

Результаты исследования подтверждают, что для устойчивого закрепления на индийском рынке российским компаниям необходимо внедрять адаптационные стратегии, основанные на локализации, партнёрстве с местными организациями и цифровом маркетинге.

Обсуждение и заключение. Рассмотренные данные позволяют утверждать, что Индия представляет собой стратегическое направление для российской внешнеэкономической экспансии. Несмотря на барьеры и высокую конкуренцию, преимущества индийского рынка – масштабная аудитория, демографический потенциал, государственная поддержка инвестиций – делают его приоритетным для долгосрочного развития российских компаний.

Обсуждение показало, что успех возможен, а именно – Индия может стать устойчивым направлением для диверсификации российского экспорта и трансфера технологий. Перспективы связаны не только с

торговым взаимодействием, но и с формированием совместных инновационных экосистем, что соответствует стратегическим интересам обеих стран.

Annotation.

The article provides a comprehensive analysis of India as one of the most promising strategic areas for expanding the activities of Russian companies in the context of reformatting global economic ties.

The purpose of the study is to identify key opportunities and barriers for Russian companies entering the Indian market.

The object of the research is the foreign economic activity of Russian companies.

The subject of the research is the specifics of the functioning of the Indian market and business conditions for foreign companies.

Research objectives include:

- Analyze the current state of the Indian economy and its strategic advantages;
- Identify systemic barriers affecting the effectiveness of Russian companies' entry into the Indian market;
- Identify promising areas of cooperation and optimal adaptation models.

The relevance of the study is due to the rapid transformation of India into one of the world's largest economies with significant demographic potential, the growing purchasing power of the population and the consistent government policy aimed at stimulating foreign investment through initiatives such as "Make in India".

The paper systematizes and examines in detail the key opportunities for Russian business – the potential for cooperation in high-tech sectors, the development of joint projects in the military-industrial complex, the expansion

of energy supplies, as well as the growing demand for consumer goods and services from the multimillion-dollar middle class.

At the same time, an in-depth analysis of systemic barriers and challenges is being conducted, including a complex regulatory system, regional differences, high competition, and cultural peculiarities that require adaptation of business models and marketing strategies.

Based on the analysis, it is concluded that, despite the obstacles, the strategic advantages of entering the Indian market for Russian companies are of a long-term nature. The key to success is an integrated approach, including partnerships with local companies, in-depth market research and long-term investments.

Materials and methods. The study is based on an analysis of statistical data from the Ministry of Trade and Industry of India, the World Bank and the Federal Customs Service of Russia. Methods of comparative and structural-functional analysis, PEST-analysis, as well as a systematic approach to identifying the interrelationships between economic, institutional and socio-cultural factors determining the specifics of Russian companies entering the Indian market were used.

Research Findings. India is one of the most dynamically developing economies in the world, and cooperation with Russia has a steady upward trend. Since 2022, the volume of trade between the two countries has increased 2.5 times, mainly due to supplies from Russia. At the same time, the main barriers were identified: complex bureaucratic procedures, heterogeneity of the tax system, currency restrictions, cultural differences and high competition. The results of the study confirm that in order to gain a stable foothold in the Indian market, Russian companies need to implement adaptation strategies based on localization, partnership with local organizations and digital marketing.

Discussion and conclusion. The data reviewed allow us to assert that India represents a strategic direction for Russian foreign economic expansion.

Despite the barriers and high competition, the advantages of the Indian market – a large audience, demographic potential, and government support for investments – make it a priority for the long-term development of Russian companies. The discussion showed that success is possible. India can become a sustainable destination for the diversification of Russian exports and technology transfer. The prospects are connected not only with trade cooperation, but also with the formation of joint innovation ecosystems, which corresponds to the strategic interests of both countries.

Ключевые слова: Индия, российский бизнес, стратегический рынок, международная торговля, долгосрочные инвестиции, адаптация, барьеры, региональные различия, социокультурные различия

Keywords: India, Russian business, strategic market, international trade, long-term investments, adaptation, barriers, regional differences, and sociocultural differences

Введение

Индия занимает особое место в мировой экономике благодаря своим культурным, демографическим и экономическим особенностям. Для российских компаний она может рассматриваться как стратегический рынок, который сочетает в себе значительный потребительский потенциал и динамичное развитие ключевых отраслей. При этом успешное освоение индийского рынка требует учёта не только экономических факторов, но и культурной специфики страны.

Ключевым конкурентным преимуществом Индии является её демографический ресурс: население превышает 1,4 миллиарда человек, при этом значительная часть его представлена молодыми людьми с возрастающей покупательной способностью. Такая структура спроса

формирует благоприятные условия для расширения потребления и делает Индию одним из крупнейших и наиболее привлекательных рынков в мире.

Экономическое развитие страны во многом опирается на рост, к примеру, в информационных технологиях. Именно эта отрасль открывает перспективу для российских компаний, способных предложить инновационные решения – от IT-программ и систем автоматизации до технологического оборудования. Дополнительным фактором, стимулирующим деловую активность, выступает политика индийского правительства, направленная на привлечение иностранных инвестиций и улучшение условий ведения бизнеса.

В то же время выход российских компаний на индийский рынок сопряжён с рядом барьеров. Среди наиболее существенных проблем можно выделить сложность бюрократических процедур, затягивающих регистрацию бизнеса и открытие счетов, специфику налоговой системы, где особое значение имеет налог на товары и услуги (GST), а также логистические издержки, связанные с удалённостью Индии от России. Не менее значимыми остаются финансовые риски, вызванные санкционными ограничениями и валютными колебаниями, а также дисбаланс во взаимной торговле: объёмы российского экспорта заметно превышают импорт из Индии, что приводит к накоплению трудноконвертируемых рупий.

Несмотря на существующие барьеры, потенциал для стратегического партнерства остаётся значительным. Перспективы сотрудничества видны в сфере высоких технологий, где можно объединить российские научные разработки с индийским опытом коммерциализации. Особый интерес представляют проекты в области экологических решений, особенно технологий водоподготовки и очистки, актуальных с учетом растущего дефицита водных ресурсов в Индии.

Особое значение для иностранных инвесторов имеют государственные инициативы, создающие комплексную систему

поддержки. Флагманская программа «Make in India», запущенная в 2014 году, уже привлекла значительные капиталовложения: по данным Министерства торговли и промышленности Индии, в 2021-2022 финансовом году прямые иностранные инвестиции (ПИИ) в страну достигли рекордных \$84,8 млрд. Дополнительными стимулами выступают Свободные экономические зоны (СЭЗ), которые предоставляют резидентам существенные льготы, включая освобождение от налога на прибыль на начальный период (например, 100% на первые 5 лет). Институциональную поддержку на всех этапах реализует национальная организация Invest India, которая с момента основания оказала содействие в реализации проектов на сумму свыше \$120 млрд.

Обзор литературы

Санкционное давление на Россию оказало значительное влияние на внешнеэкономические приоритеты отечественного бизнеса, включая пересмотр направлений сотрудничества и поиск новых рынков для развития. Как отмечают исследователи, в современных условиях особое внимание следует уделить Индии, которая демонстрирует устойчивый экономический рост и высокий уровень инвестиционной активности.

В работе Л. М. Григорьева «Российско-индийское экономическое сотрудничество: новые горизонты» [1] подчёркивается, что Индия занимает особое место среди потенциальных партнёров России благодаря масштабному внутреннему рынку и государственной политике, направленной на поддержку иностранных инвесторов.

С. В. Демидов в монографии «Индия как центр притяжения инвестиций: анализ возможностей и рисков» [2] рассматривает динамику инвестиционной активности и выделяет ключевые факторы,

способствующие развитию индийского рынка, включая программы «Make in India» и «Digital India».

А. В. Иванов в труде «Стратегические приоритеты Индии в XXI веке» [3] акцентирует внимание на долгосрочных тенденциях развития страны, включая цифровизацию, урбанизацию и рост среднего класса, что формирует благоприятную среду для расширения потребления и укрепления внутреннего спроса.

Материалы и методы

Информационную базу исследования составили данные Министерства торговли и промышленности Индии, Федеральной таможенной службы России, Всемирного банка, Международного валютного фонда, а также материалы национальных программ «Make in India», «Digital India» и 100 SMART CITIES MISSION. Кроме того, использовались научные труды отечественных и зарубежных исследователей, посвящённые вопросам международной конкурентоспособности, стратегического партнёрства и цифровизации экономики.

Результаты исследования

С 2022 года торгово-экономическое взаимодействие между Россией и Индией демонстрирует значительный рост: объём товарного оборота увеличился в 2,5 раза, главным образом за счёт поставок из России. Такая динамика связана как с изменением внешнеэкономических условий, так и с поиском Россией новых стратегических направлений для сотрудничества в условиях глобальных трансформаций мировой торговли.

Особое место в перспективе сотрудничества занимает ИТ-сектор. Информационные технологии в Индии являются одним из ключевых двигателей экономического развития. В 2023 финансовом году доходы отрасли достигли \$227 млрд, из которых более \$190 млрд составил экспорт ИТ-продуктов и услуг. Индия прочно удерживает статус мирового лидера в сфере аутсорсинга и одновременно активно развивает новые направления, такие как искусственный интеллект, цифровизация экономики и системы безналичных расчётов.

По мнению исследователя Е. А. Сотниченко, выбор стратегических партнеров на свободной основе позволяет развивать экономические отношения со странами Азии [4]. Для российских компаний этот сектор открывает широкий спектр возможностей. Уже сегодня на индийском рынке представлены отечественные разработки, в том числе программные решения «1С», что подтверждает высокий интерес к российским ИТ-продуктам. Перспективным направлением в этом контексте может стать участие российских компаний в реализации национальной программы «100 умных городов», направленной на внедрение интеллектуальных технологий в управление городской инфраструктурой. Российские решения могут быть востребованы в сфере автоматизации процессов, обеспечения безопасности, регулирования транспортных потоков и создания удобных цифровых сервисов для населения.

Ещё одной перспективной областью выступает разработка HR-платформ. Рынок труда в Индии отличается высокой конкуренцией и значительными структурными проблемами, что создаёт потребность в более эффективных и прозрачных цифровых инструментах для подбора и управления персоналом. Российские ИТ-компании обладают соответствующей экспертизой и могут предложить Индии готовые технологические решения.

Несмотря на высокий потенциал сотрудничества и растущие возможности для российских компаний, индийский рынок характеризуется значительной насыщенностью и сильными позициями как национальных, так и международных игроков [5]. Это делает необходимым более детальное рассмотрение конкурентной среды, позволяющее определить факторы, способствующие успешному выходу на рынок, а также – создающие барьеры.

Таблица 5.

Ключевые барьеры выхода российских компаний на рынок Индии

Барьер	Содержание	Влияние на бизнес
Бюрократические процедуры	Длительная регистрация бизнеса, сложности с открытием счетов, необходимость согласования с государственными органами	Высокое
Налоговая система (GST)	Сложность администрирования, различия по регионам, дополнительные издержки	Среднее
Логистические издержки	Большое расстояние между Россией и Индией, высокая стоимость транспортировки, нестабильность поставок	Высокое
Финансовые риски	Санкционные ограничения, колебания валютных курсов, проблемы с использованием рупий	Высокое
Культурные различия	Языковой барьер, особенности делового общения, влияние религии и традиций на потребительское поведение	Среднее
Конкурентная среда	Сильные позиции индийских и международных игроков (Infosys, TCS, Microsoft и др.)	Высокое
Торговый дисбаланс	Преобладание российского экспорта над импортом, накопление трудноиспользуемых рупий	Среднее

Индийский рынок отличается высокой степенью конкуренции, что обусловлено одновременным присутствием сильных местных игроков и транснациональных корпораций. Следовательно, при выходе российских компаний на индийский рынок необходимо учитывать целый ряд ключевых факторов.

В секторе информационных технологий лидирующие позиции занимают индийские компании Infosys, Tata Consultancy Services (TCS), Wipro, HCL Technologies. Они обладают значительными финансовыми и

кадровыми ресурсами, а также устойчивыми позициями на международной арене. Кроме того, в Индии активно действуют такие международные корпорации, как Microsoft, IBM, Oracle, что усиливает конкурентное давление [6].

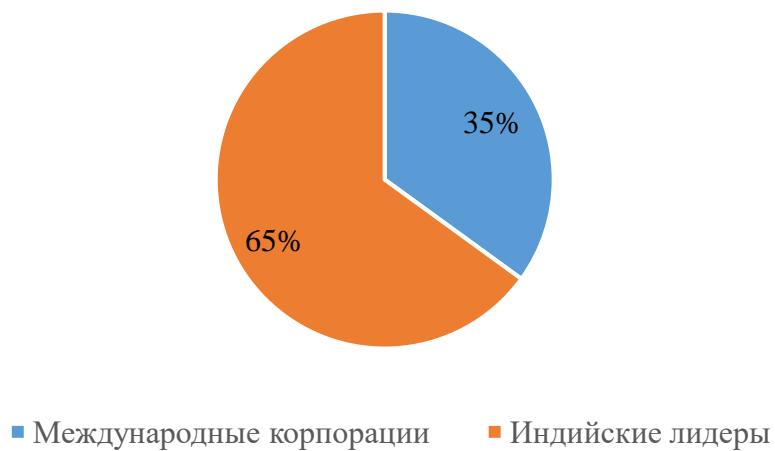


Рис 1. Диаграмма конкурентной среды в ИТ-секторе Индии

Понимание конкурентной среды позволяет определить потенциальных конкурентов российских компаний на индийском рынке и рыночные ниши, остающиеся относительно свободными. Однако одного лишь анализа конкурентов недостаточно для выработки эффективной стратегии. Важно учитывать и специфику потребителей, ведь именно особенности целевой аудитории во многом определяют успех выхода на новый рынок [7].

Целевая аудитория отличается значительной неоднородностью, что связано с высокой численностью населения, социальным расслоением и региональными особенностями. Тем не менее, можно выделить несколько ключевых групп, представляющих наибольший интерес для российских компаний.

Прежде всего, это молодое поколение в возрасте от 18 до 35 лет. Данная группа характеризуется активным использованием цифровых технологий, высоким уровнем вовлечённости в онлайн-сервисы и

интересом к инновационным продуктам. Молодёжь активно потребляет ИТ-услуги, мобильные приложения, образовательные и развлекательные цифровые платформы, что делает её наиболее перспективной аудиторией для российских технологических решений [8].

Еще одним значимым сегментом выступают представители среднего класса, численность которого в Индии устойчиво растёт. Согласно прогнозам, к 2030 году Индия может стать страной с одним из крупнейших в мире средних классов. Эта группа демонстрирует растущую покупательскую способность, готовность инвестировать в качественные товары и услуги, а также склонность к выбору международных брендов [9].

Отдельного внимания заслуживает аудитория корпоративного сектора и государственных организаций, которые активно вовлекаются в цифровизацию и модернизацию инфраструктуры. Для российских компаний это открывает перспективы сотрудничества в рамках проектов по автоматизации, «умным городам», внедрению HR-платформ и систем управления.

Определение целевой аудитории позволяет понять, какие группы потребителей наиболее восприимчивы к новым продуктам и услугам российских компаний. Однако знание потребностей аудитории должно сопровождаться разработкой механизмов их удовлетворения. Именно поэтому следующим шагом становится формирование маркетинговой стратегии, учитывающей культурные особенности, покупательское поведение и специфику коммуникационных каналов в Индии.

Для успешного выхода российских компаний на индийский рынок необходимо построить маркетинговую стратегию, адаптированную к местным условиям [10]. Прежде всего, она должна учитывать культурные особенности, а именно локализацию рекламных материалов, использование национальных символов и ценностей, а также внимательное

отношение к религиозным и социальным нормам, являющиеся ключевыми факторами в восприятии бренда индийским потребителем [11].

Важную роль играет использование цифровых каналов коммуникации. Индия занимает одно из первых мест в мире по числу пользователей социальных сетей и мобильных приложений [9]. Это открывает широкие возможности для продвижения через такие платформы, как Telegram, Tik Tok и другие социальные сети. Сотрудничество с индийскими блогерами и инфлюенсерами позволяет выстраивать доверительные отношения с целевой аудиторией и формировать лояльность к бренду.

Не менее значимым элементом стратегии является партнёрство с местными компаниями. Совместные проекты позволяют российским фирмам быстрее адаптироваться к особенностям рынка и укрепить свою позицию за счёт использования существующих каналов дистрибуции. Особенно перспективно сотрудничество с локальными ИТ-компаниями, ритейлерами и образовательными организациями.

Ценовая политика также требует адаптации. Учитывая высокий уровень конкуренции, важно предложить продукты и услуги по цене, соответствующей покупательской способности среднего класса, при этом сохраняя конкурентные преимущества за счёт качества и уникальности. На начальном этапе целесообразно использовать акции, пробные версии продуктов или специальные предложения для повышения узнаваемости и привлечения первой аудитории [10].

Изучая выше представленные данные, можно сделать вывод о том, что Индия является одним из несомненных лидеров как по доходам отрасли (\$227 млрд в 2023 году), так и по масштабу экспорта (свыше \$190 млрд). Для российских компаний это означает необходимость конкурировать не только с местными, но и с глобальными игроками.

Основным направлением сотрудничества может стать участие российских разработчиков в национальных инициативах, таких как программа «100 умных городов». В рамках этих проектов востребованы решения в области автоматизации, систем управления городской инфраструктурой, кибербезопасности и цифровых сервисов для населения.

Таблица 6.

PEST-анализ условий выхода на Индийский рынок

Фактор	Стратегические возможности	Системные риски и вызовы
P (Политические и правовые)	<ol style="list-style-type: none"> Ускоренная интеграция через механизмы специальных экономических зон с расширенными налоговыми каникулами Участие в инфраструктурных мегапроектах в рамках государственно-частного партнерства Лоббирование отраслевых интересов через институты двустороннего сотрудничества 	<ol style="list-style-type: none"> Регуляторный прессинг в чувствительных секторах Юридическая фрагментация при реализации проектов, пересекающих границы штатов Политическая волатильность в период избирательных циклов
E (Экономические)	<ol style="list-style-type: none"> Доступ к демографическому дивиденду через кастомизированные ценовые стратегии Оптимизация налоговой нагрузки через механизмы трансферного ценообразования Хеджирование валютных рисков через инструменты денежного рынка 	<ol style="list-style-type: none"> Структурный протекционизм в приоритетных отраслях Дисбаланс ликвидности при конвертации рупий в конвертируемые валюты Ценовая эластичность спроса в условиях монетарного ужесточения
S (Социальные и культурные)	<ol style="list-style-type: none"> Капитализация на эффекте "аспирающего потребления" растущего среднего класса Сегментация рынка через призму культурных архетипов Формирование лояльности через CSR-стратегии 	<ol style="list-style-type: none"> Коммуникационные разрывы при трансляции брендовых нарративов Региональная гетерогенность потребительских паттернов Сопротивление культурной гомогенизации
T (Технологические)	<ol style="list-style-type: none"> Создание экосистемных решений через API-интеграцию с национальными цифровыми платформами Внедрение Industry 4.0 решений через коллaborации с индийскими R&D центрами Монетизация data-driven инсайтов через партнерства с аналитическими компаниями 	<ol style="list-style-type: none"> Архитектурная несовместимость legacy-систем с индийскими технологическими стандартами Критические зависимости от локальных данных центров в условиях супервизии интернета Цифровой разрыв между урбанизированными и сельскими местностями

Нишевые сегменты, такие как HR-платформы, системы искусственного интеллекта и цифровизация образовательных сервисов, представляют собой перспективные точки входа для российских компаний [11]. Здесь конкуренция ниже, чем в традиционном аутсорсинге, а спрос быстро растёт. Стратегически оправданной будет ориентация на партнёрство с индийскими компаниями: совместные разработки и интеграция российских решений в существующие цифровые экосистемы позволяют быстрее завоевать доверие рынка [12]. Долгосрочная перспектива сотрудничества в ИТ-секторе связана с обменом технологиями и кадрами, что будет способствовать не только расширению российского присутствия на индийском рынке, но и укреплению технологической независимости обеих стран.

Индийский рынок открывает для российской экономики стратегические возможности, выходящие далеко за рамки традиционных товарных поставок. В условиях глобальной экономической трансформации Индия представляет собой уникальный полигон для диверсификации российского экспорта и создания новых производственных коопераций. Особый потенциал заключается в синергии российских компетенций в области высоких технологий, образования и инфраструктурных решений с масштабными программами индийской цифровой трансформации [13].

Развитие партнерства в таких сферах, как искусственный интеллект, квантовые вычисления, биотехнологии и «зеленая» энергетика, способно создать основу для технологического лидерства обеих стран. Критически важным представляется переход от сырьевой кооперации к созданию совместных инновационных экосистем, включающих трансфер технологий, кооперацию в области НИОКР и формирование единых стандартов в перспективных отраслях. Успешная реализация этой стратегии позволит России не только укрепить позиции на одном из

наиболее динамичных рынков мира, но и сформировать новые конкурентные преимущества в глобальной экономике знаний.

Обсуждение и заключение

Индия представляет собой один из наиболее перспективных и динамиично развивающихся рынков, где возможности для российских компаний сочетаются с серьёзными вызовами. Быстрый рост экономики, масштабный потребительский рынок и государственная поддержка иностранных инвестиций создают условия для активного сотрудничества. При этом высококонкурентная среда, насыщенность ключевых отраслей и наличие глобальных игроков требуют от российских компаний адаптации стратегий и гибкого подхода к выходу на рынок.

Наиболее перспективными направлениями являются ИТ-сектор, цифровизация инфраструктуры, разработка HR-платформ, агропромышленный комплекс, фармацевтика и экологические технологии. Для успешного закрепления на индийском рынке важны локализация продуктов, учёт культурных особенностей, партнёрство с местными компаниями и грамотное использование цифровых каналов коммуникации.

Индия может стать стратегическим направлением для российских компаний, способных предложить конкурентоспособные инновационные решения. Успех выхода на индийский рынок будет зависеть от готовности преодолевать институциональные и культурные барьеры, а также от способности выстраивать долгосрочные партнёрские отношения и интегрироваться в национальную экономику страны.

Список использованных источников

1. Григорьев Л.М. Российско-индийское экономическое сотрудничество: новые горизонты. – М.: Институт экономики РАН, 2022. – 180 с.
2. Демидов С.В. Индия как центр притяжения инвестиций: анализ возможностей и рисков. – М.: Финансы и статистика, 2023. – 288 с.
3. Иванов А.В. Стратегические приоритеты Индии в XXI веке. – М.: Аспект Пресс, 2024. – 272 с.
4. Сотниченко Е.А., Никуйко Е.А. Формирование многополярной экономики: новые стратегические возможности. // Е.А.Сотниченко, Е.А. Никуйко //Современные проблемы социально-экономических систем в условиях глобализации: сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции (Белгород, 27 октября 2023 г.) / под науч. ред. Е.Н. Камышанченко, Ю.Л. Раствориной. – Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2023., С. 165-168.
5. Абдуллаев Р.А. Индия: экономика и внешнеэкономические связи. – М.: Наука, 2023. – 256 с.
6. Алексеев А.И. Индия в глобальной экономике: вызовы и перспективы. – М.: Международные отношения, 2023. – 312 с.
7. Воронцов В.Б. Индия: путь к мировому лидерству. – М.: Восточная литература, 2025. – 400 с.
8. Филатов В.В., Бузулукская М.В., Мариен Л.С., Есина О.И. Концепция внутреннего маркетинга как философия инновационного развития регионального бизнеса . – М.: Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы, 2024 №1.- 33 с.
9. Кашин В.Л. Индия: экономический рост и его драйверы. – М.: Институт востоковедения РАН, 2022. – 224 с.
10. Кузнецов А.В. Индия: возможности для российского бизнеса. – М.: Прогресс, 2023. – 240 с.
11. Петров И. С. Индийский рынок: особенности ведения бизнеса для иностранных компаний. – М.: Дело, 2025. – 304 с.
12. Сидоров В.Н. Индия: экономический потенциал и перспективы развития. – М.: Экономика, 2024. – 296 с.
13. Магомедов А.М. Экономика организаций торговли : учебник для вузов / А. М. Магомедов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025.

— 286 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16833-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564019> (дата обращения: 13.09.2025).

References

1. Grigoriev L.M. *Rossijsko-indijskoe ekonomicheskoe sotrudничество: novye gorizonty* [Russian-Indian Economic Cooperation: New Horizons], Moscow: Institute of Economics, Russian Academy of Sciences, 2022. - 180 p.
2. Demidov S.V. *Indiya kak centr prityazheniya investicij: analiz vozmozhnostej i riskov* [India as a center of attraction for investments: an analysis of opportunities and risks]. Moscow: Finance and Statistics, 2023. - 288 p.
3. Ivanov A.V. *Strategicheskie prioritety Indii v XXI veke* [Strategic priorities of India in the 21st century]. Moscow: Aspect Press, 2024. - 272 p.
4. Sotnichenko E. A., Nikuiko E. A. *Formirovanie mnogopolyarnoj ekonomiki: novye strategicheskie vozmozhnosti // Sovremennye problemy social'no-ekonomicheskikh sistem v usloviyah globalizacii: sbornik nauchnyh trudov XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Formation of a multipolar economy: new strategic opportunities // Modern problems of socio-economic systems in the context of globalization: a collection of scientific papers of the XVII International Scientific and Practical Conference] (Belgorod, October 27, 2023) / edited by E.N. Kamyshanchenko, Yu.L. Rostopchina. Belgorod: Publishing House "BelSU" National Research University "BelSU", 2023, - Pp. 165-168.
5. Abdullaev R.A. *Indiya: ekonomika i vnesheekonomicheskie svyazi* [India: economics and foreign economic relations]. Moscow: Nauka, 2023, - 256 p.
6. Alekseev A.I. *Indiya v global'noj ekonomike: vyzovy i perspektivy* [India in the global economy: challenges and prospects]. Moscow: International Relations, 2023. - 312 p.
7. Vorontsov V.B. *Indiya: put' k mirovomu liderstvu* [India: the path to world leadership]. Moscow: Oriental Literature, 2025. 400 p.
8. Filatov V.V., Buzulutskaya M.V., Marien L.S., Yesina O.I. *Koncepciya vnutrennego marketinga kak filosofiya innovacionnogo razvitiya regional'nogo biznesa // Innovacionnaya ekonomika: informaciya, analitika, prognozy* [The concept of internal marketing as a philosophy of innovative development of regional business // Innovative Economics: Information, Analytics, Forecasts], 2024 No. 1. - Pp. 33.

9. Kashin V.L. *Indiya: ekonomicheskij rost i ego drahvery* [India: economic growth and its drivers]. Moscow: Institute of Oriental Studies of the Russian Academy of Sciences, 2022. - 224 p.
10. Kuznetsov A.V. *Indiya: vozmozhnosti dlya rossijskogo biznesa* [India: opportunities for Russian business]. Moscow: Progress, 2023. - 240 p.
11. Petrov I. S. *Indijskij rynok: osobennosti vedeniya biznesa dlya inostrannyh kompanij* [The Indian market: peculiarities of doing business for foreign companies]. Moscow: Delo, 2025. - 304 p.
12. Sidorov V.N. *Indiya: ekonomicheskij potencial i perspektivy razvitiya* [India: economic potential and development prospects], Moscow: Ekonomika Publ., 2024, - 296 p.
13. Magomedov A.M. *Ekonomika organizacij torgovli : uchebnik dlya vuzov* [Economics of trade organizations : a textbook for universities] / A.M. Magomedov. — 3rd ed., reprint. and add. Moscow : Yurait Publishing House, 2025. 286 p. (Higher education). — ISBN 978-5-534-16833-4. — Text : electronic // Educational platform Yurayt [website]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564019> (date of request: 13.09.2025).

Сведения об авторах:

Суворова Елена Викторовна – старший преподаватель, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: SuvorovaYelV@mpei.ru

Ел-Езаби Надежда Абдоу – студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: nadya.el-ezabi@yandex.ru

Статья поступила в редакцию: 16.10.2025 г.

Статья принята к публикации: 12.11.2025 г.

Для цитирования: Суворова Е.В., Ел-Езаби Н.А. Индия как стратегический рынок: возможности и барьеры для российских компаний // Менеджмент. Экономика. Информатика (М. Э. И.). – 2025. – Т. 1. – № 3. – С. 68-87.

For citation: Suvorova E.V., El-Ezabi N.A. India as a Strategic Market: Opportunities and Barriers for Russian Companies // Management. Economics. Informatics (M. E. I.). – 2025. – Vol. 1. – No. 3. – P. 68-87.

УДК 004.8:681.5

DOI: 10.24160/3033-6333-2025-1-3-88-106

Епифанов В. А., Михеева А. Д.

*Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
г. Москва*

Epifanov V. A., Miheeva A. D.

*National Research University «MPEI»,
Moscow*

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

DIGITAL TRANSFORMATION IN HOUSING CONSTRUCTION DESIGN

Аннотация

Введение. В условиях стремительного развития технологий цифровая трансформация становится двигателем прогресса в строительстве, особенно в жилищном секторе. Современные подходы к проектированию и возведению зданий кардинально меняются, открывая пути к более эффективному, качественному и быстрому строительству жилья.

Жилищное строительство – это основа благосостояния миллионов людей. С ростом городов и населения потребность в инновационных решениях для проектирования и строительства становится насущной.

Устаревшие методы уже не справляются с требованиями, предъявляемыми к скорости, точности и экономической целесообразности.

Цифровизация процессов в жилищном строительстве позволяет оптимизировать каждый этап, от идеи до воплощения. Применение таких технологий, как BIM, искусственный интеллект и анализ больших данных значительно сокращает время и затраты, уменьшает количество ошибок и повышает качество готового жилья [1].

Цифровые технологии играют решающую роль в преобразовании жилищного строительства. Благодаря им взаимодействие между всеми участниками процесса осуществляется лучше, что способствует позитивной тенденции для большей эффективности и грамотного использования ресурсов.

Необходимо четкое понимание того, как именно такая интеграция влияет на процесс проектирования и реализации проектов строительства жилья. Анализ перспектив, возникающих при цифровизации строительной отрасли, приобретает заметное значение в развитии отрасли. Такой подход позволит усовершенствовать уже существующие проектные решения. Вышеупомянутые факторы являются жизненно важными для всех заинтересованных сторон строительного рынка.

Внедрение таких технологий в процесс управления проектами строительства жилья позволяет оптимизировать рабочие процессы, снизить риски и повысить качество работы. Это является основой для наиболее эффективного и устойчивого жилищного строительства в будущем [2].

Материалы и методы. В процессе написания данной статьи осуществлен анализ исследований, проблематика которых заключается в цифровой трансформации в жилищном строительстве и управлении проектами. В работе применялись такие методы, как сравнительный анализ, классификация и индуктивный подход.

Результаты исследования. Разработана модель, наглядно демонстрирующая необходимые инструменты и данные для процесса проектирования жилья на всех его этапах. Результаты исследования могут быть использованы в профессиональной деятельности специалистами отрасли (проектировщиками, девелоперами, инвесторами).

Внедрение в процесс разработки проектов строительства жилья таких инструментов, как BIM-моделирование, искусственный интеллект и IoT-технологии дает возможность оптимизировать управление проектами, сократить сроки строительства, снизить затраты и улучшить координацию между всеми заинтересованными сторонами. Благодаря этому появилась возможность упрощенной коммуникации, возможность удаленного управления, оптимизации планирования, бюджетирования и контроля. Автоматизированный мониторинг позволяет повысить безопасность, а новые технологии управления ресурсами позволили более эффективно распределять материальные и человеческие ресурсы.

Обсуждение и заключение. Проведенное исследование показало, что благодаря цифровизации жилищное строительство стало значительно эффективнее. Современные цифровые инструменты обеспечили прозрачность коммуникации, возможность удаленного управления, а также оптимизировали планирование, бюджетирование и контроль. Автоматизированный мониторинг повысил безопасность, а новые технологии управления ресурсами позволили более эффективно распределять материальные и человеческие ресурсы.

В результате нашей работы разработана схема, которая наглядно демонстрирует все ключевые компоненты цифровой трансформации в сфере проектирования. Представленные на схеме (рис. 2) компоненты призваны существенно упростить внедрение цифровых инструментов в практику проектирования.

Abstract

Introduction. With the rapid development of technology, digital transformation is becoming the engine of progress in construction, especially in the housing sector. Modern approaches to the design and construction of buildings are changing dramatically, opening the way to more efficient, high-quality and fast housing construction.

Housing construction is the foundation of the well-being of millions of people. With the growth of cities and populations, the need for innovative solutions for design and construction is becoming urgent. Outdated methods can no longer cope with the requirements for speed, accuracy and economic feasibility.

Digitalization of processes in housing construction makes it possible to optimize every stage, from idea to implementation. The use of technologies such as BIM, artificial intelligence, and big data analysis significantly reduces time and costs, reduces errors, and improves the quality of finished housing.

Digital technologies play a crucial role in the transformation of housing construction. Thanks to them, the interaction between all participants in the process is better established, which contributes to a positive trend for greater efficiency and proper use of resources.

It is necessary to have a clear understanding of exactly how such integrations affect the process of designing and implementing housing construction projects. The analysis of what prospects may be with the digitalization of the construction industry plays a key role in the development of the industry. This approach will make it possible to improve existing design solutions. The above-mentioned factors are vital for all stakeholders in the construction market.

The introduction of such technologies into the housing project management process makes it possible to optimize work processes, reduce risks,

and improve the quality of work. This is the basis for the most efficient and sustainable housing construction in the future.

Materials and methods. In the process of writing this article, an analysis of research has been carried out, the topic of which is digital transformation in housing construction and project management. Methods such as comparative analysis, classification, and an inductive approach were used in the work.

Research results. A model has been developed that clearly demonstrates the necessary tools and data for the housing design process at all its stages. The research results are valuable information for industry experts (designers, developers, investors).

The introduction of tools such as BIM modeling, artificial intelligence, and IoT technologies into the housing project development process makes it possible to optimize project management, shorten construction time, reduce costs, and improve coordination among all stakeholders. Thanks to this, it became possible to communicate more easily, the possibility of remote management, as well as optimize planning, budgeting and control. Automated monitoring makes it possible to increase security, and new resource management technologies have made it possible to allocate material and human resources more efficiently.

Discussion and conclusion. The conducted research has shown that due to digitalization, housing construction has become much more efficient. Modern digital tools have provided transparency of communication, the possibility of remote management, as well as optimized planning, budgeting and control. Automated monitoring has improved security, and new resource management technologies have made it possible to allocate material and human resources more efficiently.

As a result of our work, we have developed a scheme that clearly demonstrates all the key components of digital transformation in the field of

design. The components shown in the diagram are designed to significantly simplify the implementation of digital tools in design practice.

Ключевые слова. Проектирование, развитие, BIM-технологии, искусственный интеллект, 3D-печать, устойчивое строительство, строительство, цифровизация

Keywords. Design, development, BIM-technologies, artificial intelligence, 3D printing, sustainable construction, construction, digitalization

Введение

В современных реалиях строительной отрасли приходится быстро реагировать на любые изменения внешней среды. Особую роль в этом играет внедрение цифровых технологий. Трансформация отрасли путем цифровизации открывает новые возможности, повышает эффективность, качество, оптимизирует затраты, сокращает расходы и время строительства того или иного объекта.

Современные проблемы в области проектирования не ограничиваются лишь выходом за рамки бюджета. Недостаточная координация между заинтересованными сторонами, высокая частота ошибок на стадии согласования и отсутствие возможности точного прогнозирования эксплуатационных характеристик здания являются существенными последствиями неэффективных проектных решений. Все эти факторы оказывают деструктивное воздействие на экономическую эффективность проектов и уровень удовлетворенности конечных потребителей. Следовательно, можно сделать вывод о первостепенной роли процесса проектирования в общем жизненном цикле любого жилого объекта.

Благодаря появлению информационных технологий меняется подход к проектированию, оптимизируются процессы, минимизируются риски на каждом из этапов строительства, улучшается координация между всеми участниками процесса.

В широком смысле, цифровая трансформация означает кардинальное обновление бизнес-процессов, моделей и корпоративной культуры с помощью цифровых инструментов. Такое изменение имеет многогранный характер и может быть проанализировано на технологическом, управлении, экономическом и социальном уровнях.

Внедрение цифровых технологий в процесс проектирования, охватывающее новые инструменты, методики и платформы, направлено на создание более точных, эффективных и экологичных проектных решений. Главная задача – повысить уровень проектной документации и ускорить вывод продукта на рынок. Это обусловлено тем, что именно на стадии проектирования определяется до 80% всех затрат, связанных со строительством и последующей эксплуатацией объекта. Следовательно, актуальность изучения и активного применения цифровых технологий в проектировании жилья неуклонно растет.

Современные требования рынка вынуждают строительные компании адаптироваться и изменяться, чтобы оставаться конкурентоспособными. Потребность населения в качественном, экологичном жилье растет, численность в городах увеличивается, города расширяются. Все это толкает строительную отрасль в сторону инновационных решений, которые позволяют быстро и качественно реагировать на любые изменения на рынке.

Теория и практика последних лет показывают, что в центре внимания для области проектирования и управления жилищным строительством находится цифровая трансформация. Анализируя существующие научные работы, можно сделать вывод о том, что

внедрение цифровых технологий позволяет строительной отрасли выйти на принципиально новый уровень, увеличить эффективность проектных решений, улучшить качество объектов строительства, сократить риски в процессе реализации и снизить затраты.

Цель исследования – анализ современных тенденций цифровой трансформации в проектировании и управлении жилищного строительства и определение перспективных направлений развития данной области.

Актуальной тенденцией в современных реалиях является интегрирование в процесс проектирования жилищных объектов BIM-технологий.

Обзор литературы

Для успешного развития строительной отрасли в настоящее время крайне важно интегрировать цифровые технологии в процесс проектирования и управления проектами жилищного строительства. Следовательно необходимо более глубоко разобраться в сути и значении термина «цифровая трансформация строительной отрасли».

В результате исследования изучены научные статьи и исследования, относящиеся к цифровизации строительной отрасли. Представляется важным уделить повышенное внимание работам А.В. Степанова, М.В. Матвеевой, Е.С. Пешковой [3], Р.Д. Тарасенко [4] и др. [5-8]. Исследователи подробно исследуют внедрение в отрасль строительства цифровых технологий, исследуют вызовы и перспективы подобных интеграций.

Теоретические и практические вопросы внедрения цифровых технологий в проектирование и управление находятся в центре внимания российских и международных научных сообществ.

Анализ научной литературы подтверждает, что интеграция цифровых технологий в проектирование и управление проектами в сфере жилищного строительства является мощным стимулом для развития отрасли. Это приводит к более эффективным проектным решениям и повышению качества конечного продукта.

Материалы и методы

В процессе исследования был проведен анализ научных статей на тему цифровизации отрасли. Также нами были применены следующие методы исследования: сравнительный анализ, системный анализ, метод индукции. Главной целью было выявление тенденций и закономерностей.

Был произведен анализ эффективности разных подходов к цифровизации в области проектирования и управления в строительной отрасли. В рамках работы входит анализ эффективности разнообразных программных решений, мониторинг динамики производительности до и после внедрения цифровых технологий.

Пользуясь системным подходом, мы рассматриваем проектирование как единую целостную систему. Были изучены ключевые связи между компонентами проектной деятельности, выявлено воздействие цифровых технологий на каждый из этапов разработки проектов строительства жилья, определен характер взаимодействия всех участников процесса.

Исследование проводилось с помощью индуктивного подхода, благодаря этому были обнаружены ключевые тенденции в процессе цифровизации. Было изучено и рассмотрено большое количество реальных проектов строительства жилья, на основании чего делались выводы. Благодаря аналитическому методу мы выявили правила, позволяющие успешно интегрировать цифровые технологии в проектирование.

Для того, чтобы наглядного представить результаты, мы использовали визуализацию.

Результаты исследования

Начало цифровизации было положено еще в конце прошлого века с появлением САПР, но настоящий скачок произошел в последние годы с появлением комплексных цифровых решений, охватывающих весь жизненный цикл строительства. Сегодня BIM, системы управления проектами и цифровые платформы для контроля – это уже реальность строительной индустрии.

Первое упоминание о концепции информационного моделирования зданий (BIM) было сделано в 1970-х годах Чаком Истменом. В своей работе он описал концепцию «Building Description System» – системы, которая объединяет всю информацию о здании в единой цифровой модели. В настоящее время мы можем выделить множество определений данного термина. Рассмотрим некоторые из них.

«BIM – это процесс создания и управления информацией о здании на протяжении всего его жизненного цикла» – такое определение дает британский стандарт PAS 1192 [9]. «Цифровая трансформация в проектировании – это применение цифровых инструментов (BIM, цифровые двойники, облачные платформы, ИИ) для создания «умных» проектов, где каждое решение принимается на основе аналитики, моделирования и прогнозирования, а не интуиции или шаблонов» – это определение принадлежит Autodesk (ведущему разработчику BIM-ПО) [10]. «Цифровой двойник – это виртуальная копия физического объекта, которая обновляется в реальном времени и используется для мониторинга, анализа и оптимизации его работы» [11]. Это определение подчеркивает прогностический потенциал технологии.

Обобщая определения, мы отметим, что BIM и цифровая трансформация представляют собой целостную систему управления информацией. Она дает возможность всем вовлеченным в проект сторонам оперировать едиными, своевременными данными, что ведет к принятию грамотных решений.

Одним из показательных примеров успешного применения цифровых решений в строительной отрасли России является опыт группы компаний ПИК. Внедрив BIM-технологии на всех стадиях проектирования, компания добилась значительного сокращения коллизий (на 40%) и ускорения процесса проектирования (на 25%). Цифровая платформа ПИК включает в себя инструменты для автоматической проверки соответствия нормам, моделирования освещенности солнцем и расчета энергоэффективности зданий.

В 2017 году компания McKinsey [12] провела первое масштабное исследование цифровизации в строительстве, которое выявило отставание отрасли от других секторов экономики по уровню внедрения цифровых технологий. Несмотря на осознание необходимости цифровой трансформации, руководители компаний сомневались в экономической целесообразности инвестиций и испытывали дефицит квалифицированных специалистов. Более 70% строительных компаний не имели четко сформулированной цифровой стратегии. Однако, начиная с 2020 года, ситуация начала стремительно меняться благодаря государственной поддержке и благоприятным рыночным условиям.

К 2025 году строительная отрасль претерпела радикальные изменения. Инвестиции, которые ранее считались рискованными, теперь являются ключевым элементом конкурентоспособности. За несколько лет (2022-2025) доля жилых проектов с использованием BIM-технологий выросла почти втрое, достигнув 50% против прежних 18%. Цифровые платформы управления проектами стали нормой для более чем 70%

крупных застройщиков, а не просто выбором для новаторов. Даже передовые технологии, такие как цифровые двойники и генеративный дизайн с ИИ, которые казались футуристичными в 2022 году, теперь применяются в каждом пятом проекте. Движущей силой этой трансформации стало сочетание государственного давления и рыночных реалий. Обязательные требования к цифровой документации и льготное финансирование для «цифровых» проектов подтолкнули отрасль к перестройке. Компании также осознали, что цифровизация не только помогает соответствовать нормам, но и значительно ускоряет проектирование (на 20-30%), сокращает количество ошибок при согласовании (на 40%) и повышает прозрачность для инвесторов.

В итоге строительная отрасль быстро перешла от выжидания к активному внедрению цифровых решений. При обращении к вопросам цифровой трансформации профессионалы уже не задают вопрос «будет ли?», сменив его на «как быстро и эффективно?». Проблема дефицита кадров, актуальная в 2017 году, теперь решается благодаря обновлению образовательных программ, росту онлайн-обучения и появлению ИИ-помощников, упрощающих освоение цифровых инструментов.

В контексте проектирования жилых зданий цифровые технологии позволяют более эффективно оценивать различные проектные решения и выбирать наиболее оптимальные варианты, что подчеркивает важность цифровой трансформации в этой области.

Особенно важным мы считаем рассмотреть ключевые источники данных для цифровой трансформации, которые можно представить в виде следующей схемы (рис. 1). Рассмотрим содержание разделов подробнее.

1. Проектная система. В данном разделе отражены данные, которые создаются в процессе проектирования: 3D-модели, спецификации, ведомости объемов работ, результаты инженерных расчетов (несущая способность, теплопотери, акустика).

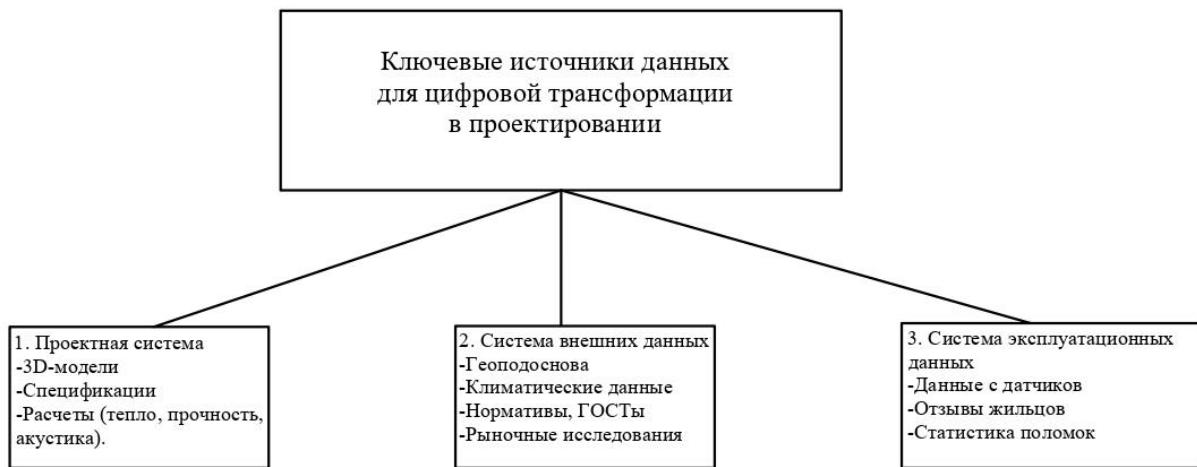


Рис.1 – Ключевые источники данных для цифровой трансформации

2. Система внешних данных. В этом блоке сведена информация из внешних источников: геоподоснова, климатические данные, нормативно-правовая база, рыночные исследования, данные о поведении пользователей из смежных проектов. Эта информация позволяет принимать решения, адаптируя их к конкретному контексту.

3. Система эксплуатационных данных. Служит для обеспечения обратной связи от объектов, которые уже отстроены и введены в эксплуатацию. Сюда входят данные с датчиков (температура, влажность, энергопотребление), отзывы жильцов, статистика поломок. Эти данные позволяют корректировать проектные решения для будущих объектов.

В цифровом проектировании источники данных можно разделить по определенным категориям. Когда речь идет о проектировании жилья, мы можем переосмыслить эту структуру. Учитывая нашу цель – создание максимально эффективного и комфортного продукта, мы можем сгруппировать источники данных таким образом, чтобы они отражали, как именно цифровые технологии интегрируются в процесс проектирования жилых зданий (рис. 2).

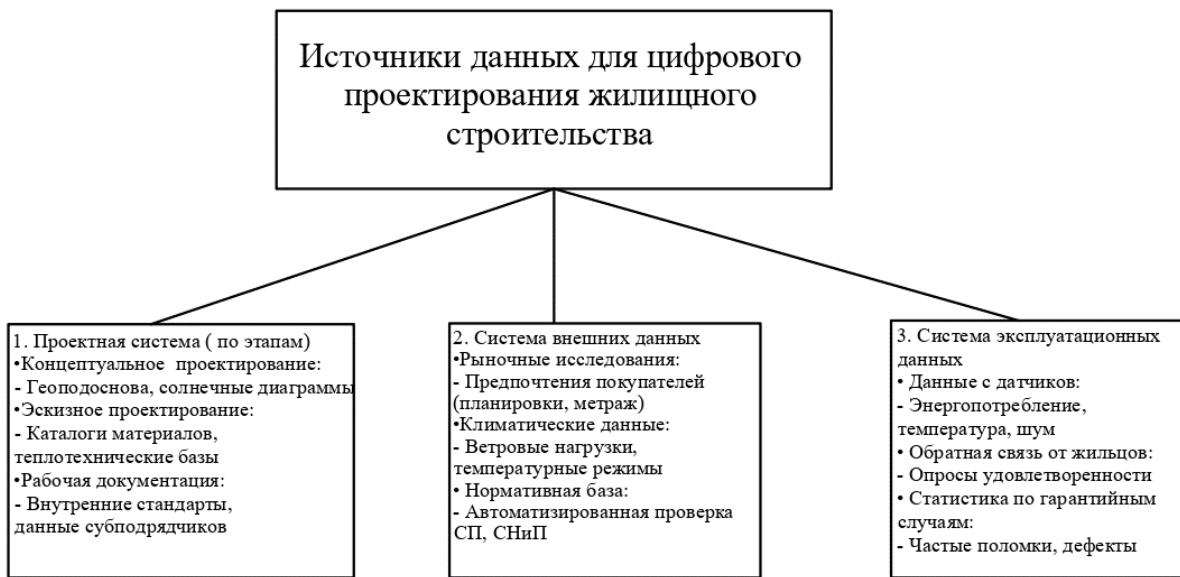


Рис. 2 – Источники данных для цифрового проектирования жилищного строительства

Рассмотрим подробнее каждый элемент:

1. Проектная система в зависимости от этапа:

- Концептуальное проектирование: анализ площадки, массово-пространственное моделирование, сравнение вариантов планировки. Источники: геоподснова, солнечные диаграммы, нормативы по инсоляции.

- Эскизное проектирование: детализация конструкций, первичные инженерные расчеты, подбор материалов. Источники: каталоги производителей, базы данных по теплотехническим характеристикам.

- Рабочая документация: создание полной BIM-модели, проверка на коллизии, формирование спецификаций и смет. Источники: внутренние стандарты компании, нормативные требования, данные от субподрядчиков.

2. Система внешних данных:

- Рыночные исследования: понимание потребительских предпочтений (планировки, метраж, наличие балконов/лоджий) позволяет создавать актуальный и востребованный продукт.

- Климатические данные: моделирование ветрового режима,

расчет снеговых нагрузок, проектирование систем отопления и вентиляции.

- Нормативная база: автоматизированная проверка проекта на соответствие СП, СНиП, ГОСТам для минимизации рисков на стадии согласования.

3. Система эксплуатационных данных:

- Данные с датчиков: анализ реального энергопотребления, температурного режима, уровня шума для корректировки проектных решений в будущем.
- Обратная связь от жильцов: опросы и рейтинги удовлетворенности по параметрам: шумоизоляция, планировка, качество отделки, работа инженерных систем.
- Статистика по гарантийным случаям: выявление наиболее часто ломающихся элементов или систем для их доработки в новых проектах.

При построении схемы мы упорядочили источники информации, принимая во внимание как их происхождение, так и их применимость на разных этапах проектирования. Это решение мы считаем обоснованным, поскольку для разработки оптимального проекта критически важно интегрировать данные на всех стадиях, начиная с концептуальной проработки и заканчивая созданием рабочей документации.

Следует отметить, что на начальных этапах проектирования данные не из всех источников оказываются применимы. Так, сведения об эксплуатации становятся доступны лишь после ввода объекта в эксплуатацию. Это подчеркивает, что цифровая трансформация является непрерывным процессом, основанным на цикле обратной связи. Полученные в ходе эксплуатации данные необходимо постоянно возвращать в начало цикла для оптимизации будущих проектов.

Обсуждение и заключение

Проведенное исследование позволило установить тесную связь между цифровой трансформацией и BIM-технологиями, а также выявить ключевые источники данных, необходимые для разработки эффективной стратегии цифрового проектирования жилья. Эти источники были объединены в три основные подсистемы, подчеркивая необходимость использования всей совокупности информационных ресурсов. Отмечается, что одни данные критически важны на этапе концепции, в то время как другие, основанные на эксплуатационных показателях, играют роль в обучении и улучшении будущих проектов. Таким образом, для создания высококачественного и конкурентоспособного жилья необходимо комплексное применение цифровых технологий и данных на всех этапах жизненного цикла проекта.

Список использованных источников

1. Епифанов В. А., Михеева А. Д. Анализ проектирования жилищного строительства в условиях развития цифровых технологий/ Инновационные перспективы Донбасса. Материалы 11 Международной научно- практической конференции (г. Донецк, 27-29 мая 2025 г.)./ Т.1. Проблемы и перспективы в горном деле и строительстве. – Донецк: ДонНТУ. – 2025. - С. 56-60.
2. Панчева В. С., Кабанова А. А. Ключевые факторы эффективного внедрения цифровых решений в строительной отрасли / В. С. Панчева, А. А. Кабанова // Градостроительство. – 2024. – № 1-2 (89-90). - С.27-32.
3. Степанов А. В., Матвеева М. В., Пешкова Е. С. Цифровизация строительной отрасли: перспективы и вызовы // ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ИНВЕСТИЦИИ. СТРОИТЕЛЬСТВО. НЕДВИЖИМОСТЬ. – 2024. – №2 (49). – С. 356-366.
4. Тарасенко Р. Д. Влияние цифровизации на управление строительными проектами // Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ» – 2025. – Том 4. – №4 (85). – С. 897-901.

5. *Бутенко А. И.* Развитие цифровых технологий в строительной отрасли России / А.И. Бутенко // Вестник науки. – 2023. – Т. 4, № 11(68). – С. 644–650.
6. Проектирование инженерных систем на основе BIM-модели в Autodesk Revit MEP : учебное пособие для СПО /И. И. Суханова, С. В. Федоров, Ю. В. Столбихин, К. О. Суханов. -2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 148 с.
7. *Ващенко Т. В.* Цифровые технологии в строительной отрасли: проблемы и перспективы внедрения / Т. В. Ващенко // Вестник евразийской науки. – 2024. – Т. 16. – № s2.
8. *Калязина Е. Г.* Цифровой менеджмент в управлении проектами // Креативная экономика. – 2021. – Том 15. – № 12. – С. 4747–4766.
9. BSI. PAS 1192:2013. Спецификация для управления информацией на этапе капитального ремонта/сдачи в эксплуатацию строительных проектов с использованием информационного моделирования зданий. — Лондон: Британский институт стандартов – 2013. URL: https://bim.kz/images/BIMNEWS/PAS_1192-2_2013.pdf. (дата обращения: 05.10.2025 г.).
10. *Мангон Н.* От цифровой трансформации к цифровому ускорению с помощью BIM, ориентированного на результат / Н. Мангон // Журнал АЕС. — 2024. URL: <https://clck.ru/3PsqSN>. (дата обращения: 05.10.2025 г.).
11. *Гривз М.* Цифровой двойник: совершенство производства за счет виртуальной фабричной репликации / М. Гривз // ResearchGate. — 2015. URL: <https://goo.su/3Q0nzk>. (дата обращения: 05.10.2025 г.).
12. McKinsey & Company. *Reinventing construction through a productivity revolution*. – 2017. – 120 p. – URL: <https://clck.ru/3PKHQZ>. (дата обращения: 05.10.2025 г.).

References

1. Epifanov V.A., Mikheeva A.D. Analysis of housing construction design in the context of digital technology development/ *Innovacionnye perspektivy Donbassa. Materialy 11 Mezhdunarodnshchj nauchno- prakticheskoy konferencii* (g.Doneck, 27-29 maya 2025 g.)/ T.1. *Problemy i perspektivy v gornom dele i stroitel'stve*. [Innovative perspectives of Donbass. Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference (Donetsk, May 27-29, 2025). Vol.1. Problems and prospects in mining and construction]. – Donetsk: DonNTU. - 2025. - Pp. 56-60. (In Russ.).

2. Pancheva V. S., Kabanova A. A. Key factors of effective implementation of digital solutions in the construction industry // *Gradostroitel'stvo* [Urban planning]. – 2024. – № 1-2 (89-90). – Pp.27-32. (In Russ.).
3. Stepanov A. V., Matveeva M. V., Peshkova E. S. Digitalization of the construction industry: prospects and challenges // *IZVESTIYA VUZOV. INVESTICII. STROITEL'STVO. NEDVIZHIMOST'* [IZVESTIYA VUZOV. investment. construction. real estate]. – 2024. – №2 (49). – Pp. 356-366. (In Russ.).
4. Tarasenko R. D. The impact of digitalization on construction project management // *Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «VESTNIK NAUKI»* [International Scientific Journal "BULLETIN of SCIENCE"]. – 2025. – Volume 4. – №4 (85). – Pp.897-901. (In Russ.).
5. Butenko A. I. The development of digital technologies in the Russian construction industry // *Vestnik nauki* [Bulletin of Science]. - 2023. – Vol. 4, No. 11(68). – Pp. 644-650. (In Russ.).
6. *Proektirovanie inzhenernyh sistem na osnove BIM-modeli v Autodesk Revit MER : uchebnoe posobie dlya SPO* [Designing engineering systems based on the BIM model in Autodesk Revit MER: a textbook for PDF] / I. I. Sukhanova, S. V. Fedorov, Yu.V. Stolbikhin, K. O. Sukhanov. -2nd ed., erased. - St. Petersburg: Lan, 2023. -148 p. (In Russ.).
7. Vashchenko T. V. Digital technologies in the construction industry: problems and prospects of implementation // *Vestnik evrazijskoj nauki* [Bulletin of Eurasian Science]. – 2024. – Vol. 16. – No. s2. (In Russ.).
8. Kalyazina E. G. Digital management in project management // *Kreativnaya ekonomika* [Creative economy]. – 2021. – Volume 15. – No. 12. – Pp. 4747-4766. (In Russ.).
9. BSI. PAS 1192:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. — London: British Standards Institution – 2013. URL: https://bim.kz/images/BIMNEWS/PAS_1192-2_2013.pdf. (date of request 05.10.2025). (In Eng.).
10. Mangon N. From Digital Transformation to Digital Acceleration with Outcome-Based BIM. AEC Magazine. – 2024. URL: <https://clk.ru/3PsqSN>. (date of request 05.10.2025). (In Eng.).
11. Greaves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. ResearchGate. – 2015. URL: <https://goo.su/3Q0nzk>. (date of request 05.10.2025). (In Eng.).

12. McKinsey & Company. Reinventing construction through a productivity revolution. – 2017. – 120 p. – URL: <https://clck.ru/3PKHQZ>. (date of request 05.10.2025). (In Eng.).

Сведения об авторах:

Епифанов Виктор Александрович – д.э.н., профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: YepifanovVA@mpei.ru

Михеева Анна Дмитриевна – студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: annamiheeva01@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 07.10.2025 г.

Статья принята к публикации: 20.10.2025 г.

Для цитирования: Епифанов В. А., Михеева А. Д. Цифровая трансформация в проектировании жилищного строительства // Менеджмент. Экономика. Информатика (М. Э. И.). – 2025. – Т. 1. – № 3. – С. 88-106.

For citation: Epifanov V. A., Miheeva A. D. Digital transformation in housing construction design // Management. Economics. Informatics (M. E. I.). – 2025. – Vol. 1. – No. 3. – P. 88-106.

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика

5.2.3. Regional and Sectoral Economy

УДК 336.6

DOI: 10.24160/3033-6333-2025-1-3-108-135

*Панчева В.С., Матюшина П.А.
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
г. Москва*

*Pancheva V.S., Matyushina P.A.
National Research University «MPEI»,
Moscow*

**ФОРМИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ ДЛЯ
ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ЭКОНОМИКИ
(НА ПРИМЕРЕ ООО «АТОМСТРОЙКОМПЛЕКС-
СТРОИТЕЛЬСТВО»)**

**FORMING AN INVESTMENT PORTFOLIO FOR AN
ENTERPRISE IN CONDITIONS OF ECONOMIC TURBULENCE (ON
THE EXAMPLE OF ATOMSTROYCOMPLEX-CONSTRUCTION LLC)**

Аннотация

Введение. В настоящее время управление инвестициями является одним из ключевых факторов увеличения финансовых потоков и достижения поставленных экономических целей предприятия. В контексте нестабильности национальной валюты, постоянно меняющихся геополитических рисков и неопределенности экономической среды формирование эффективного инвестиционного портфеля играет роль не столько в приумножении финансовых потоков, сколько в сохранении капитала и защиты его от растущих экономических рисков.

Актуальность исследования заключается в потребности предприятий адаптироваться к изменяющимся экономическим условиям и нахождению

наиболее выгодных направлений для вложения капитала за счет формирования эффективного инвестиционного портфеля.

Степень разработанности проблемы формирования инвестиционного портфеля достаточно велика, однако многие исследования акцентируют внимание на общем подходе без учета специфики отдельных предприятий или отраслей. Кроме того, на сегодняшний день отсутствуют научные методики инвестиционного менеджмента в условиях кризиса и анализ их применения для сохранения и роста капитала. В данном контексте исследование носит прикладной характер, ориентируясь на экономические условия и потребности конкретного предприятия, что позволяет углубить понимание процессов управления инвестициями и предложить более точные рекомендации.

Цель настоящего исследования заключается в формировании инвестиционного портфеля для предприятия ООО «Атомстройкомплекс-Строительство» и оценке его эффективности.

Достижение заданной цели предполагает решение следующих задач:

- проанализировать текущие рыночные условия для инвестирования;
- оценить финансовое состояние ООО «Атомстройкомплекс-Строительство» и структуру существующего инвестиционного портфеля предприятия;
- определить оптимальную комбинацию инвестиций с учетом заданных критериев доходности и риска;
- оценить экономическую эффективность предложенного портфеля;
- разработать рекомендации по управлению сформированным инвестиционным портфелем.

Объект исследования – инвестиционная деятельность, относящаяся к формированию и управлению инвестиционного портфеля. Предмет

исследования – совокупность процессов, возникающих при формировании, оценке доходности и риска портфеля ценных бумаг для предприятия ООО «Атомстройкомплекс-Строительство».

Материалы и методы. Методологический аппарат исследования составили общенациональные и специальные методы (анализ финансовых показателей предприятия, метод сравнительного анализа, фундаментальный анализ финансовых активов, а также модели выбора оптимального портфеля, включая теорию портфелей Г. Марковица).

Информационной базой исследования служат финансовые отчеты и внутренние документы ООО «Атомстройкомплекс-Строительство», статистические данные по строительному сектору, а также научные статьи и учебники по финансам и инвестиционному менеджменту.

Результаты исследования. Разработанный инвестиционный портфель для предприятия ООО «Атомстройкомплекс-Строительство» основан на применении модели Марковица и включает консервативную стратегию с умеренным ростом. С использованием надстройки «Поиск решения» в MS Excel была построена эффективная граница портфелей, где решены задачи минимизации риска при целевой доходности 8% годовых и максимизации доходности при ограничении риска на уровне 4%. Портфель минимального риска обеспечивает ожидаемую доходность 6% при стандартном отклонении 2,5%, в то время как портфель максимальной доходности предлагает 9,1% годовых при риске 4,7%. Структура портфеля предполагает увеличение долей в акциях строительных компаний (ЛСР, Диасофт, ГК «Астра», ПИК), корпоративных облигациях («Группа ПИК», «ЛенСпецСМУ») и инвестициях в основной бизнес (земельные участки, техника, BIM-технологии), с сохранением банковских депозитов для ликвидности.

На основе коэффициента Шарпа (0,65 для портфеля максимальной доходности против 0,59 для минимального риска) рекомендован

сбалансированный вариант, сочетающий собственные акции, надежные облигации и непрофильные активы (инфраструктурные проекты ГЧП, коммерческая недвижимость).

Обсуждения и заключения: Практическое использование сформированного портфеля позволит ООО «Атомстройкомплекс-Строительство» минимизировать кредитные, рыночные и ликвидные риски, способствуя сохранению капитала и его планомерному росту в нестабильной экономической среде. Рекомендации по реструктуризации, включая сокращение доли долговых инструментов до 30-40% и перенаправление средств в основной бизнес (50-60%), обеспечат повышение рентабельности и адаптацию к геополитическим вызовам, таким как санкции и валютная волатильность.

В заключение, предложенная модель инвестиционного портфеля, основанная на теории Марковица и фундаментальном анализе, демонстрирует потенциал для достижения оптимального баланса доходности и риска. Для эффективного управления рекомендуется регулярный мониторинг рынка, корректировка структуры портфеля и использование инструментов хеджирования, что в долгосрочной перспективе усилит конкурентные позиции предприятия в строительном секторе.

Abstract

Introduction. Currently, investment management is one of the key factors in increasing financial flows and achieving the set economic goals of an enterprise. In the context of national currency instability, constantly changing geopolitical risks, and economic environment uncertainty, the formation of an effective investment portfolio plays a role not so much in multiplying financial flows as in preserving capital and protecting it from growing economic risks.

The relevance of the study lies in the need for enterprises to adapt to changing economic conditions and find the most profitable directions for capital investment through the formation of an effective investment portfolio. The degree of development of the problem of investment portfolio formation is quite high; however, many studies focus on a general approach without considering the specifics of individual enterprises or industries. In addition, today there are no scientific methodologies for investment management in crisis conditions and analysis of their application for capital preservation and growth.

In this context, the study is applied in nature, focusing on the economic conditions and needs of a specific enterprise, which allows for a deeper understanding of investment management processes and the proposal of more precise recommendations. The purpose of this study is to form an investment portfolio for the enterprise LLC "Atomstroykompleks-Stroitelstvo" and evaluate its effectiveness.

Achieving the stated goal involves solving the following tasks:

- analyze current market conditions for investment; assess the financial condition of LLC "Atomstroykompleks-Stroitelstvo" and the structure of the enterprise's existing investment portfolio;
- determine the optimal combination of investments taking into account the given criteria of profitability and risk;
- evaluate the economic efficiency of the proposed portfolio;
- develop recommendations for managing the formed investment portfolio.

The object of the study is investment activity related to the formation and management of an investment portfolio.

The subject of the study is the set of processes arising in the formation, evaluation of profitability, and risk of a securities portfolio for the enterprise LLC "Atomstroykompleks-Stroitelstvo".

Materials and methods. The methodological apparatus of the study consisted of general scientific and special methods (analysis of the enterprise's financial indicators, comparative analysis method, fundamental analysis of financial assets, as well as models for selecting an optimal portfolio, including H. Markowitz's portfolio theory).

The information base of the study includes financial reports and internal documents of LLC "Atomstroykompleks-Stroitelstvo", statistical data on the construction sector, as well as scientific articles and textbooks on finance and investment management.

Results of the study. The developed investment portfolio for the enterprise LLC "Atomstroykompleks-Stroitelstvo" is based on the application of the Markowitz model and includes a conservative strategy with moderate growth. Using the "Solver" add-in in MS Excel, the Markowitz efficient frontier was constructed – a set of portfolios offering the highest expected return for a given level of risk. Two key optimization tasks were solved: minimization of portfolio risk under the condition of achieving a target return, and maximization of portfolio return under the constraint of a maximum allowable risk level. For the first task, a conservative but positive target return of 8% per annum was taken, corresponding to current high rates and economic conditions. For the second task, the maximum allowable risk was limited to 4%. The minimum risk portfolio demonstrates an expected return of 6% per annum with a risk (standard deviation) of 2,5%. This option is most preferable for a conservative strategy aimed at capital preservation and gradual increase in its value with minimal fluctuations. The maximum return portfolio offers a higher expected return – 9,1% per annum – but this is achieved at the expense of taking on greater risk (4.7%). This portfolio is suitable for a company willing to accept moderate risk to achieve higher financial results.

Based on the Sharpe ratio (return to risk ratio), the most balanced solution is the maximum return portfolio (0.65 versus 0.59 for the minimum risk

portfolio). It offers the best ratio of additional return per unit of accepted risk. Thus, for LLC "Atomstroykompleks-Stroitelstvo", the implementation of the maximum return portfolio is recommended, with the following structure: increasing shares in the most profitable stocks (LSR, Diasoft, GK "Astra", PIK) while maintaining a significant portion of own stocks and reliable bonds to ensure stability.

Discussions and conclusions: The practical use of the formed portfolio will allow LLC "Atomstroykompleks-Stroitelstvo" to minimize credit, market, and liquidity risks, contributing to capital preservation and its gradual growth in an unstable economic environment. Recommendations for restructuring, including reducing the share of debt instruments to 30-40% and redirecting funds to the core business (50-60%), will ensure increased profitability and adaptation to geopolitical challenges such as sanctions and currency volatility.

In conclusion, the proposed investment portfolio model, based on Markowitz theory and fundamental analysis, demonstrates potential for achieving an optimal balance of return and risk. For effective management, regular market monitoring, portfolio structure adjustment, and the use of hedging tools are recommended, which in the long term will strengthen the enterprise's competitive positions in the construction sector.

Введение

Рыночная экономика требует постоянной мобилизации временно свободных денежных средств и их перераспределения между хозяйствующими субъектами, поэтому инвестиционная деятельность является неотъемлемым процессом любой экономики. Сегодня экономика практически всех развитых стран построена на финансовых притоках и оттоках реального сектора – частных инвестициях. Инвестиции позволяют расширить сферу деятельности организаций, снизить себестоимость

производства продукции, создать необходимую сырьевую базу, а также повысить объем экспорта товаров. Таким образом, инвестиционная деятельность, используя внутреннее и внешнее финансирование, оживляет экономические процессы в стране.

В общем понимании, инвестирование – это вложение денежных средств для получения дохода или сохранения капитала. Объектами инвестиций могут быть ценные бумаги, имущество, имущественные права, которые вкладывают в объекты предпринимательской или другой деятельности. Инвестиции представляют собой использование финансовых ресурсов в форме долгосрочных вложений капитала (капиталовложений), которые могут осуществлять юридические или физические лица. Независимо от статуса инвестора цель формирования портфеля у всех одна – это приумножение прибыли при минимальном риске и максимальной сохранности вложенных средств.

Портфельное инвестирование обладает рядом особенностей и преимуществ перед прочими видами вложения капитала. Под инвестиционным портфелем понимается некая совокупность ценных бумаг, принадлежащих физическому или юридическому лицу, либо юридическим или физическим лицам на правах долевого участия, выступающая как целостный объект управления. На развитом фондовом рынке портфель ценных бумаг – это самостоятельный продукт, и именно его продажа целиком или долями удовлетворяет потребность инвесторов при осуществлении вложения средств на фондовом рынке.

Основная задача портфельного инвестирования – улучшить условия инвестирования, придав совокупности ценных бумаг такие инвестиционные характеристики, которые недостижимы с позиции отдельно взятой ценной бумаги и возможны только при их комбинации. Только в процессе формирования портфеля достигается новое инвестиционное качество с заданными характеристиками. Таким образом,

портфель ценных бумаг является тем инструментом, с помощью которого инвестору обеспечивается требуемая устойчивость дохода при минимальном риске.

В России портфельное инвестирование включает в себя широкий спектр активов, таких как акции, облигации, инвестиционные фонды, биржевые фонды (ETF) и другие финансовые инструменты. Число частных инвесторов растёт, и появляется всё больше управляющих компаний и фондов, привлекающих деньги инвесторов. При этом в последние годы условия инвестирования значительно осложнены текущей геополитической обстановкой. На протяжении последних четырех лет сохраняется серьезное санкционное давление, что в сумме с высокой закредитованностью населения и значительными вложениями государства в военной промышленность привели в 2023-2034 годах к небывалому росту инфляции. Как следствие Центральный Банк РФ около года сохранял ключевую ставку на уровне 21%, и лишь позднее ставка опустилась до 18%, что по-прежнему является высоким значением для экономики. Темп инфляции снизился с 9,52% за 2024 год до 8,8% (уровень августа 2025 года). Сохранение высокой ключевой ставки способствует увеличению доходности по банковским депозитам и облигациям, но в то же время увеличивает стоимость заимствований, что негативно сказывается на бизнесе и потребительской активности. При этом, если ставка останется на высоком уровне, это может сделать активы с фиксированным доходом более привлекательными, в то время как акции продолжают быть менее привлекательными как объект инвестирования. Таким образом, российские инвесторы сталкиваются с рядом ограничений и сложностей при формировании портфеля с мировыми активами из-за санкций, введенных против России, волатильности валютных курсов, ростом ключевой ставки, а также ограничений со стороны российского законодательства [1].

Обзор литературы

В теорию формирования инвестиционного портфеля внесли вклад такие известные экономисты, как Гарри Марковиц, Уильям Шарп, Мартин Лёб и Джон Майерс. Основополагающую роль в управлении инвестициями играет теория оптимального портфеля Гарри Марковица, за которую он в 1990 году получил Нобелевскую премию. Данная теория связана с проблемой выбора эффективного портфеля, максимизирующего ожидаемую доходность при некотором, приемлемом для инвестора уровне риска. Теоретико-вероятностные методы Г. Марковица позволили дать определения «ожидаемой доходности» и «риска» портфеля, а статистические данные – получить оценку этих характеристик. Рассмотрев общую практику диверсификации портфеля, Г. Марковиц показал, как инвестор может снизить его риск путем выбора некоррелируемых акций. Основной заслугой ученого является предложенная им в этой статье теоретико-вероятностная формализация понятий «доходность» и «риск». В его модели для исчисления соотношения между риском инвестиций и их ожидаемой доходностью используется распределение вероятностей. Ожидаемая доходность портфеля ценных бумаг определяется как среднее значение распределения вероятностей, а риск – как стандартное отклонение возможных значений доходности. Теория Г. Марковица получила развитие в работах его ученика, У. Шарпа, который предложил модель оценки долгосрочных активов (Capital Asset Pricing Model, CAPM). Сущность модели САМР заключается в учете общего уровня риска фондового рынка, а не частного риска портфеля, при определении величины доходности средств, инвестированных в какой-либо актив, в условиях высокоэффективного и высоколиквидного рынка.

Одновременно с У. Шарпом (независимо от его исследований) модель САМР была разработана Д. Трейнором в 1962 году, а в 1965 году –

Д. Литнером и Я. Моссином. Кроме того, на основе научных трудов этих экономистов были разработаны различные методики формирования инвестиционных портфелей, самые популярные из них: метод Майкла О'Хиггинса и Гарднеров, коэффициент Альфа Йенсена, коэффициент Модильяни (разработанный американским экономистом Ф. Модильяни) и другие.

Материалы и методы

В качестве методов исследования использовались: анализ финансовых показателей предприятия, метод сравнительного анализа, фундаментальный анализ финансовых активов, а также модели выбора оптимального портфеля, включая теорию портфелей Г. Марковица.

Метод финансового анализа представляет собой изучение текущего финансового состояния предприятия и экономических результатов его деятельности, основанное на исследовании отчётности организации. Ключевая цель метода заключается в определении финансовой устойчивости организации, выявления сильных и слабых сторон ведения бизнеса, а также прогнозирования финансовых показателей предприятия в будущем периоде.

Метод сравнительного анализа заключается в сопоставление схожих объектов исследования с целью определения закономерностей и принципов функционирования и развития изучаемых явлений.

Фундаментальный анализ представляет собой метод оценки компаний и их ценных бумаг на основе анализа финансовой и бухгалтерской отчётности и других факторов, влияющих на стоимость бизнеса. К таким факторам относятся финансовое состояние самой компании и ее конкурентов, политическая и экономическая ситуация в

стране, состояние отрасли. Кроме того, фундаментальный анализ изучает движение цен на макроэкономическом уровне.

Метод Г. Марковица начинается с предположения, что инвестор в настоящий момент времени имеет конкретную сумму денег для инвестирования. Эти деньги будут инвестированы на определенный промежуток времени, который называется периодом владения. В конце периода владения инвестор продает ценные бумаги, которые были куплены в начале периода, после чего либо использует полученный доход на потребление, либо реинвестирует доход в различные ценные бумаги (либо делает то и другое одновременно). Таким образом, подход Марковица может быть рассмотрен как дискретный подход, при котором начало периода обозначается $t = 0$, а конец периода обозначается $t = 1$. В момент $t = 0$ инвестор должен принять решение о покупке конкретных ценных бумаг, которые будут находиться в его портфеле до момента $t = 1$. Поскольку портфель представляет собой набор различных ценных бумаг, это решение эквивалентно выбору оптимального портфеля из набора возможных портфелей. Поэтому подобную проблему часто называют проблемой выбора инвестиционного портфеля.

Принимая решение в момент $t = 0$, инвестор должен иметь в виду, что доходность ценных бумаг (и, таким образом, доходность портфеля) в предстоящий период владения неизвестна. Однако инвестор может оценить ожидаемую (или среднюю) доходность различных ценных бумаг, основываясь на некоторых предположениях, а затем инвестировать средства в бумагу с наибольшей ожидаемой доходностью. Таким образом, инвестор, стремясь одновременно максимизировать ожидаемую доходность и минимизировать неопределенность, то есть риск, имеет две противоречащие друг другу цели, которые должны быть сбалансированы при принятии решения о покупке в момент $t = 0$. Подход Марковица к принятию решения дает возможность адекватно учесть обе эти цели.

Формула, которую используют в модели Марковица:

$$E(R_p) = \sum w_i * E(R_i) \quad (1)$$

$E(R_p)$ – ожидаемая доходность портфеля,

w_i – доля актива i в портфеле,

$E(R_i)$ – ожидаемая доходность актива i .

Совокупный риск портфеля, Г. Марковиц разделил на две составные части. К первой части он отнес систематический риск, который обусловлен экономической, психологической и политической обстановкой в стране, воздействующей одновременно на все ценные бумаги практически в равной степени. Второй – это специфический риск, имеющийся у каждой конкретной ценной бумаги, этот риск можно устраниТЬ, управляя портфелем ценных бумаг. Разделение риска на составляющие части дает инвестору возможность проанализировать ценные бумаги со всех сторон и определить их сильные и слабые стороны при оптимизации портфеля.

Разработанный Г. Марковицем метод критических линий позволил определить область допустимых портфелей, и выделить недопустимые и эффективные портфели. Эффективные портфели – это портфели, содержащие минимальный риск при заданном доходе или приносящие максимально возможный доход при заданном уровне риска, на который может пойти инвестор.

Результаты исследования

На основании проведенного финансового анализа предприятия ООО «Атомстройкомплекс-Строительство», а также оценки текущих внешних и внутренних экономических условий для инвестирования, были

сформированы предложения по реструктуризации текущих направлений инвестирования компании и предложен консервативный инвестиционный портфель умеренного роста (табл. 1, 2).

Таблица 1
Рекомендации по формированию инвестиционного портфеля ООО
«Атомстройкомплекс-Строительство»

Инвестиционный актив	Текущая примерная доля (на основе анализа потоков)	Рекомендуемая доля	Обоснование изменения	Управление рисками
1	2	3	4	5
Инвестиции в основной бизнес		50-60%	Рост и развитие бизнеса, повышение конкурентоспособности	
Земельные участки под строительство	Предположительно незначительная	20-25%	Расширение земельного банка для будущих проектов.	Тщательный анализ участков, комплексная проверка, страхование, участие в отраслевых объединениях
Новая строительная техника и оборудование	Предположительно недостаточная	15-20%	Повышение производительности, снижение издержек, внедрение современных технологий.	Договоры на сервисное обслуживание, регулярное обновление парка, диверсификация поставщиков.
BIM-технологии и другие инновационные решения	Предположительно низкая	15-20%	Повышение эффективности проектирования и строительства, сокращение количества ошибок, улучшение качества.	Пилотные проекты, поэтапное внедрение, обучение персонала, выбор совместимых программных продуктов.

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Инвестиции в финансовые инструменты		30-40%	Диверсификация рисков, обеспечение ликвидности, стабильный доход (умеренный риск)	
Корпоративные облигации крупных строительных компаний	Предположительно высокая (основная часть инвестиций)	10-15%	Стабильный доход при умеренном уровне риска.	Диверсификация портфеля облигаций, мониторинг кредитных рейтингов, хеджирование процентных ставок.
Акции строительных компаний	Предположительно низкая	10-15%	Возможность получения более высокой доходности, диверсификация.	Диверсификация портфеля акций, фундаментальный анализ
Банковские депозиты	Предположительно достаточная	5-10%	Обеспечение ликвидности и сохранности капитала.	Размещение средств в разных банках, выбор депозитов с плавающей процентной ставкой.
Инвестиции в непрофильные активы		10-20%	Диверсификация бизнеса, потенциально высокая доходность (повышенный риск)	
Инфраструктурные проекты (ГЧП)	Предположительно отсутствует	10-15%	Диверсификация бизнеса, получение стабильного дохода.	Тщательный анализ проектов, заключение договоров страхования, участие в отраслевых объединениях.
Коммерческая недвижимость	Предположительно отсутствует	5-10%	Получение дохода от аренды и увеличение стоимости активов.	Тщательный отбор объектов, заключение долгосрочных договоров аренды, страхование имущества, профессиональное управление.

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
Решение проблемы отрицательного денежного потока от текущих операций		Приоритет	Обеспечение финансовой устойчивости и возможностей для дальнейшего инвестирования	Операционная эффективность, реструктуризация долга, контроль затрат, работа с дебиторской задолженностью.

Ключевыми предпосылками к формированию данной структуры инвестиционного портфеля послужили следующие факторы, полученные в ходе проведенного сравнительного и финансового анализа предприятия, а также оценки геополитической и экономической ситуации в России:

1. Сравнительный анализ исследуемого предприятия со средними общероссийскими показателями продемонстрировал высокие результаты. Это связано с эффективной бизнес-моделью, оптимизацией затрат, и успешной реализацией уникальных проектов. В частности, значительно более высокая рентабельность продаж и активов говорит о превосходстве компании в области ценообразования, управления производством и операционными затратами

2. Финансовый анализ рисков компании показал, что ООО «Атомстройкомплекс-Строительство» подвержено значительному кредитному риску, связанному с продажей продукции на условиях отсрочки платежа и выдачей займов. Основные риски связаны с дебиторской задолженностью, особенно в условиях отсутствия стабильной клиентской базы. Однако использование эскроу-счетов и предоплаты снижает кредитный риск при продаже квартир физическим лицам. Рыночной риск для компании связан с изменениями валютных курсов, процентных ставок и цен на долевые инструменты. Хотя валютный риск

считается незначительным, процентный риск может оказывать влияние на финансовые расходы. Увеличение процентных ставок на 10% может привести к росту финансовых расходов на 583 521 тыс. руб., что может негативно сказаться на прибыльности. С риском ликвидности группа может столкнуться в ситуациях, связанных с необходимостью своевременного выполнения финансовых обязательств. На 31 декабря 2023 года размер неиспользованных кредитных линий составляет 8 084 697 тыс. руб., что указывает на наличие резервов для покрытия обязательств. Однако, управление ликвидностью требует постоянного мониторинга и планирования, чтобы избежать дефицита денежных средств в стрессовых ситуациях.

В целом, для минимизации этих рисков компании следует рассмотреть возможность улучшения управления дебиторской задолженностью, оптимизации структуры финансирования и создания резервов для покрытия возможных убытков. Также важно разработать стратегию по управлению процентными рисками и поддержанию достаточного уровня ликвидности, чтобы обеспечить финансовую устойчивость и способность реагировать на изменения в рыночной среде.

3. Анализ финансовых вложений компании за 2023–2024 годы показывает, что портфель вложений на конец 2024 года составил 5 668 157 тыс. руб. и состоит преимущественно из долгосрочных и краткосрочных займов, предоставленных другим организациям, а также долей в уставных капиталах ООО и акций. В 2024 году наблюдается увеличение объема долгосрочных вложений и снижение объема краткосрочных вложений по сравнению с 2023 годом. Это свидетельствует о смещении акцента в инвестиционной стратегии компании в сторону более долгосрочных проектов. Значительное сокращение краткосрочных займов в 2024 году связано с их погашением. Основную долю в структуре портфеля занимают предоставленные займы другим организациям, что

указывает на активную деятельность компании в сфере кредитования. Увеличение объема депозитных счетов в 2024 году связано с накоплением свободных денежных средств или реализацией стратегии диверсификации активов. Важно отметить наличие в портфеле долей в уставных капиталах ООО и акций, что также свидетельствует о диверсификации инвестиций.

4. Анализ денежных потоков показал, что финансовая деятельность характеризуется ростом долговой нагрузки в связи с тем, что компания активно привлекает кредиты, но не может их покрыть доходами.

5. Оценка геополитической и экономической ситуации в России в 2025 году позволила выявить ряд вызовов, требующих пристального внимания. Текущий уровень ключевой ставки Центрального Банка РФ на уровне 18%, темпы инфляции на уровне 8,8%, колебания валютных курсов, санкционное давление и, как следствие, сокращение возможностей инвестирования и покупки иностранных активов, снижение индексов национальных бирж, а также ряд законодательных ограничений оказывает существенное влияние на выбор активов для инвестирования и разработку инвестиционной стратегии предприятия.

Таким образом, портфель ООО «Атомстройкомплекс–Строительство» нуждается в реструктуризации для повышения его эффективности и снижения финансовых рисков. Основная цель реструктуризации – диверсификация портфеля, уменьшение зависимости от одного типа активов (в данном случае от займов) и повышение его устойчивости к возможным изменениям рыночных условий.

В разработанных рекомендациях формирования инвестиционного портфеля (таблица 1) предложено сократить долю инвестиций в долговые инструменты до 30–40 %, перенаправив средства в основной бизнес (земельные участки, модернизация техники) в размере 50–60 %. Увеличить долю инвестиций в акции строительных компаний до 10–15 % для диверсификации и потенциального увеличения доходности. Рассмотреть

возможность инвестирования в инфраструктурные проекты (ГЧП) в размере до 10–15 % для получения стабильного дохода в долгосрочной перспективе, но с учетом повышенных рисков. Инвестиции в коммерческую недвижимость (до 5–10 %) должны быть направлены на объекты, используемые для нужд компании или сдаваемые в аренду. Банковские депозиты необходимо поддерживать на уровне 5–10 % для обеспечения ликвидности.

В условиях текущей экономической нестабильности и необходимости повышения финансовой устойчивости компании, предлагается формирование консервативного портфеля с умеренным ростом, который будет включать как инвестиции в основной бизнес, так и в финансовые инструменты и непрофильные активы.

Разработанный инвестиционный портфель включает следующие направления для инвестирования:

1. Инвестиции в основной бизнес и его развитие: приобретение земельных участков под строительство (20-25%), покупка новой строительной техники и оборудования (15-20%), BIM-технологий и других инновационных решений (15-20%), а также лицензий на программное обеспечение для BIM (например, Autodesk Revit, ArchiCAD).

В первую очередь рекомендуются к приобретению земельные участки в перспективных районах для жилой и коммерческой застройки, что позволит расширить земельный банк компании и будет способствовать развитию новых проектов для увеличения доходности. Приобретение современных экскаваторов, бульдозеры и другого строительного инвентаря от известных производителей (например, Caterpillar, Komatsu и других) позволит повысить производительность и снизить затраты, что приведёт к увеличению прибыли, а внедрение новых современных технологий повысит эффективность проектирования и строительства и снизить количество ошибок.

2. Инвестиции в финансовые инструменты: корпоративные облигации крупных строительных компаний (10-15%), акции строительных компаний (10-15%) и банковские депозиты (5-10%).

В данном случае мы можем предложить приобретение облигаций таких компаний, как «Группа ПИК», «ЛенСпецСМУ» и других с рейтингом не ниже «BBB». Эти облигации предлагают стабильный доход при умеренном уровне риска. Так, предлагаются для покупки облигации следующих компаний: «Группа ПИК» (облигации серии БО-01, доходность ~8-10% годовых, риск – средний) и «ЛенСпецСМУ» (облигации серии БО-02, доходность ~7-9%, риск – средний).

Анализируя рынок акций, возможно обратить внимание на приобретение акций компаний «Мостотрест» (МОЕХ, дивиденды и рост стоимости акций, риск – средний), «Трансстрой» и других компаний с хорошими перспективами роста. Это дает возможность получения более высокой доходности и диверсификации портфеля.

Вложение в депозиты в крупных банках с надежной репутацией (например, Сбербанк, ВТБ) позволяют обеспечить ликвидность и сохранность капитала.

3. Инвестиции в непрофильные активы: инфраструктурные проекты (ГЧП) (10-15%) и коммерческая недвижимость (5-10%).

Участие в ГЧП проектах, таких как строительство дорог или мостов, поможет диверсифицировать бизнес и получать стабильный доход. Приобретение офисов или торговых площадей в центральных районах городов даст возможность получать доход от аренды и увеличить стоимость активов.

В таблице 2 представлена структура инвестиционного портфеля для ООО «Атомстройкомплекс-Строительство», подготовленная с учетом вышеизложенных фактов.

Таблица 2.

Реструктуризация инвестиционного портфеля ООО «Атомстройкомплекс-Строительство»

	Текущая доля (%)	Рекомендуемая доля (%)	Рекомендуемая сумма (млн. руб.)	Обоснование изменений
Инвестиции в основной бизнес	50–60	50–60	50	Поддержка основного бизнеса
Земельные участки под строительство	Н/Д	20–25	20	Расширение земельного банка
Новая строительная техника и оборудование	Н/Д	15–20	15	Повышение производительности
BIM-технологии и другие инновационные решения	Н/Д	15–20	15	Повышение эффективности проектирования
Инвестиции в финансовые инструменты	30–40	30–40	30	Диверсификация рисков
Корпоративные облигации крупных строительных компаний	Н/Д	10–15	10	Стабильный доход при умеренном уровне риска
Акции строительных компаний	Н/Д	10–15	10	Возможность получения более высокой доходности
Банковские депозиты	Н/Д	5–10	5	Обеспечение ликвидности и сохранности капитала
Инвестиции в непрофильные активы	10–20	10–20	20	Диверсификация бизнеса
Инфраструктурные проекты (ГЧП)	Н/Д	10–15	15	Диверсификация бизнеса и получение стабильного дохода
Коммерческая недвижимость	Н/Д	5–10	5	Получение дохода от аренды
Итого	100	100	100	

Сформированный сбалансированный инвестиционный портфель для ООО «Атомстройкомплекс-Строительство» позволит обеспечить финансовую устойчивость, диверсификацию рисков и поддержку развития основного бизнеса. Рекомендуемые изменения в составе активов помогут достичь этих целей и подготовить компанию к будущим вызовам на рынке. На рисунке 3 представлена диаграмма реструктуризации инвестиционного портфеля ООО «Атомстройкомплекс-Строительство».

На рисунке 1 представлена диаграмма реструктуризированного инвестиционного портфеля ООО «Атомстройкомплекс-Строительство». Используя рассчитанные ожидаемые доходности, риски и ковариационную матрицу, с помощью надстройки «Поиск решения» в MS Excel была построена эффективная граница Марковица – множество портфелей, предлагающих наивысшую ожидаемую доходность для заданного уровня риска.

- Инвестиции в основной бизнес
- Земельные участки под строительство
- Новая строительная техника и оборудование
- BIM-технологии и другие инновационные решения
- Инвестиции в финансовые инструменты
- Корпоративные облигации крупных строительных компаний
- Акции строительных компаний
- Банковские депозиты
- Инвестиции в непрофильные активы
- Инфраструктурные проекты (ГЧП)
- Коммерческая недвижимость

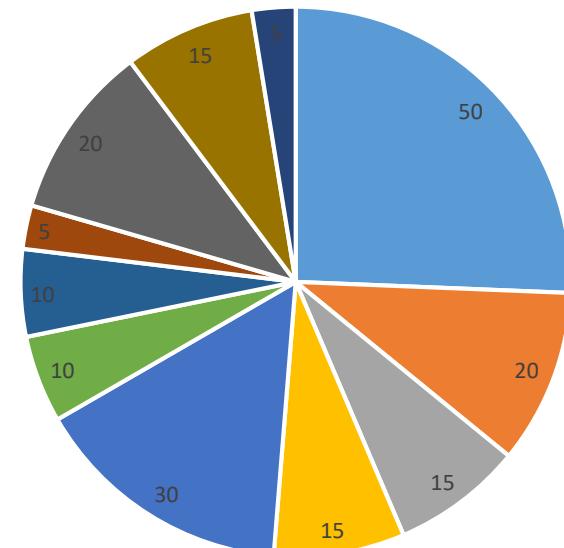


Рисунок 1 – Диаграмма реструктуризации инвестиционного портфеля ООО «Атомстройкомплекс-Строительство».

Были решены две ключевые оптимизационные задачи:

1. Минимизация риска портфеля при условии достижения заданной целевой доходности.
2. Максимизация доходности портфеля при условии ограничения на максимально допустимый уровень риска.

В качестве целевой доходности для первой задачи был взят консервативный, но положительный уровень в 6% годовых, что соответствует текущим высоким ставкам и экономическим условиям. Для второй задачи максимально допустимый риск был ограничен на уровне 4,7%.

Обсуждение и заключение

На основе проведенных расчетов можно сделать прогноз экономической эффективности реструктуризированного портфеля.

1. Портфель минимального риска демонстрирует ожидаемую доходность на уровне 6.0% годовых при риске (среднеквадратическом отклонении) в 2,5%. Данный вариант является наиболее предпочтительным для консервативной стратегии, направленной на сохранение капитала и планомерное наращивание его стоимости с минимальными колебаниями.

2. Портфель максимальной доходности предлагает более высокую ожидаемую доходность – 9,1% годовых, однако это достигнуто за счет принятия на себя большего риска (4.7%). Данный портфель подходит для компаний, готовой к умеренному риску для достижения более высоких финансовых результатов.

Наиболее сбалансированным решением, судя по коэффициенту Шарпа (отношение доходности к риску), является портфель максимальной доходности (0.65 против 0.59 у портфеля минимального риска). Он

предлагает лучшее соотношение дополнительной доходности на единицу принимаемого риска.

Таким образом, для ООО «Атомстройкомплекс-Строительство» рекомендуется к реализации портфель максимальной доходности со следующей структурой: увеличение долей в наиболее доходных акциях (ЛСР, Диасофт, ГК «Астра», ПИК) при сохранении значительной доли собственных акций и надежных облигаций для обеспечения стабильности.

Определив состав портфеля, необходимо разработать рекомендации по дальнейшему управлению. В связи с высокой волатильностью рынка и текущим экономическим кризисом требуется активное управление инвестиционным портфелем.

В первую очередь это мониторинг стоимости портфеля. Рекомендуется ежемесячно отслеживать ключевые показатели (доходность, риск, корреляции) с использованием специализированного ПО, такого как Bloomberg Terminal или отечественных аналогов (например, Tinkoff Invest API). Использовать технический анализ для контроля за стоимостью активов: индикаторы RSI (Relative Strength Index) для выявления перекупленности/перепроданности и скользящие средние (МА 50/200) для определения трендов.

Раз в год необходимо проводить ребалансировку портфеля, это позволит поддерживать баланс между риском и доходностью. Например, если доля акций строительных компаний вырастет до 20% из-за их роста на 15% (как в случае с акциями ПИК в 2024 г.), то часть средств (5-7%) следует перераспределить в облигации или депозиты, чтобы вернуться к целевым долям (15%). Аналогично, при падении стоимости ВИМ-технологий на 10% (из-за задержек во внедрении) можно докупить актив на 3-5% от портфеля, используя свободные средства от депозитов.

Цель пересмотра инвестиционного портфеля — минимизировать риски и избежать зависимости от какого-либо одного актива или сектора

экономики. В долгосрочной перспективе (2026-2028 гг.) ожидается рост доходности портфеля до 5-7% годовых при диверсификации, что позволит компании увеличить собственный капитал на 10-15% и улучшить коэффициент ликвидности до 4.0 (с текущих 2.33).

Список использованных источников

1. *Берзон Н.И.* Особенности применения показателей эффективности финансовых инвестиций / Н. И. Берзон, Д. И. Дорошин // Финансы и кредит. – 2012. – № 14 (494). – С. 21-33.
2. *Бузулукская М.В.* Обеспечение финансовой устойчивости компаний в условиях экономической нестабильности / М. В. Бузулукская, В. Н. Желенков, В. А. Сенков, Д. А. Таболов, А. А. Винченов, М. В. Токарева, И. В. Медведева, А. М. Тхагапсов, Л. Н. Богуславская, М. З. Токаева. – Уфа : [б. и.], 2024. – 133 с.
3. *Мызникова М.Н.* Стратегия развития финансового сектора в Российской Федерации / М. Н. Мызникова, Н. А. Гришин // Цифровая трансформация: тенденции и перспективы : материалы III Международной научно-практической конференции. – Москва, 2024. – С. 489-494.
4. *Попова М.И., Попова Е.В., Гогина А.Д., Лукашова В.Д.* Прямые методы оценки альтернатив как инструмент формирования инвестиционного портфеля // Современная экономика: проблемы и решения, № 2. 2024. С. 19-29.
5. *Малахов М.А.* Стратегии управления инвестиционным портфелем на российском рынке в условиях меняющихся геополитических рисков / М. А. Малахов, M. A. Malakhov // Вестник Российского нового университета. Серия: Человек и общество. - 2024. - № 1. - С. 93-108. - ISSN 2414-9276 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/355688> (дата обращения: 07.09.2025).
6. *Сотникова Л.Н.* Формирование инвестиционного портфеля банка в современных условиях / Л. Н. Сотникова, L. N. Sotnikova, Н. А. Фандеев, N. A. Fandeev // Финансовый вестник. - 2024. - № 3 (66). - С. 78-84. - ISSN 2686-8156 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/367043> (дата обращения: 07.09.2025).

7. Рубан А.А. Экономико-математическая модель оптимизации инвестиционного портфеля / А. А. Рубан, А. А. Ruban, А. А. Копиев, А. А. Kopiev // Финансовый вестник. - 2024. - № 4 (67). - С. 92-95. - ISSN 2686-8156 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/367625> (дата обращения: 07.09.2025).
8. Бондаренко Д.В. Сравнительный анализ принципов формирования и рисков инвестиционных портфелей акций, облигаций, опционов, фьючерсов, цифровых финансовых активов в России / Д. В. Бондаренко, D. V. Bondarenko // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. - 2025. - № 1 (70). - С. 215-229. - ISSN 2312-5330 // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/372007> (дата обращения: 07.09.2025).

Список использованных источников

1. Berzon N.I., Doroshin D.I. *Osobennosti primeneniya pokazatelej effektivnosti finansovyh investicij* // *Finansy i kredit* [Features of the application of financial investment efficiency indicators // Finance and Credit]. – 2012. – № 14 (494). – Pp. 21-33. (In Russ.).
2. Buzulutskaya M.V. *Obespechenie finansovoj ustojchivosti kompanij v usloviyah ekonomiceskoy nestabil'nosti* [Ensuring financial stability of companies in conditions of economic instability] / M. V. Buzulutskaya, V. N. Zhelenkov, V. A. Senkov, D. A. Tabolov, A. A. Vinchenov, M. V. Tokareva, I. V. Medvedeva, A.M. Tkhangapsov, L. N. Boguslavskaya, M. Z. Tokaeva. Ufa : [B. I.], 2024. - 133 p. (In Russ.).
3. Myznikova M.N. *Strategiya razvitiya finansovogo sektora v Rossijskoj Federacii* // *Cifrovaya transformaciya: tendencii i perspektivy : materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Strategy for the development of the financial sector in the Russian Federation // Digital transformation: trends and prospects : proceedings of the III International Scientific and Practical Conference]. Moscow, 2024. - Pp. 489-494. (In Russ.).
4. Popova M.I., Popova E.V., Gogina A.D., Lukashova V.D. *Pryamye metody ocenki al'ternativ kak instrument formirovaniya investicionnogo portfelya* // *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya* [Direct methods of evaluating alternatives as a tool for forming an investment portfolio // Modern Economics: Problems and Solutions], No. 2. 2024. -Pp. 19-29. (In Russ.).
5. Malakhov M.A. *Strategii upravleniya investicionnym portfelem na rossijskom rynke v usloviyah menyayushchihysya geopoliticheskikh riskov* // *Vestnik Rossijskogo novogo*

universiteta. Seriya: Chelovek i obshchestvo [Investment portfolio management strategies in the Russian market in the context of changing geopolitical risks // Bulletin of the Russian New University. Series: Man and Society]. - 2024. - No. 1. - pp. 93-108. - ISSN 2414-9276 // Lan : electronic library system. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/355688> (date of request: 07.09.2025). (In Russ.).

6. Sotnikova L.N. *Formirovanie investicionnogo portfelya banka v sovremennyh usloviyah* // *Finansovyj vestnik* [Formation of the bank's investment portfolio in modern conditions // Financial Bulletin]. - 2024. - № 3 (66). - Pp. 78-84. - ISSN 2686-8156 // Lan : electronic library system. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/367043> (date of request: 07.09.2025). (In Russ.).

7. Ruban A.A. *Ekonomiko-matematicheskaya model' optimizacii investicionnogo portfelya* // *Finansovyj vestnik* [Economic and mathematical model of investment portfolio optimization // Financial Bulletin]. - 2024. - № 4 (67). - Pp. 92-95. - ISSN 2686-8156 // Lan : electronic library system. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/367625> (date of request: 07.09.2025). (In Russ.).

8. Bondarenko D.V. *Sravnitel'nyj analiz principov formirovaniya i riskov investicionnyh portfelej akcij, obligacij, opcionov, fyuchersov, cifrovyh finansovyh aktivov v Rossii* // *Nauchnyj vestnik: finansy, banki, investicii* [Comparative analysis of the principles of formation and risks of investment portfolios of stocks, bonds, options, futures, digital financial assets in Russia // Scientific Bulletin: finance, banks, investments]. - 2025. - № 1 (70). - Pp. 215-229. - ISSN 2312-5330 // Lan : electronic library system. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/372007> (date of request: 07.09.2025). (In Russ.).

Сведения об авторах:

Панчева Валерия Сергеевна – к. э. н, ст. преподаватель кафедры «Менеджмент в энергетике и промышленности», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e- mail: PanchevaVS@mpei.ru

Матюшина Полина Александровна – студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e- mail: MatiushinaPA@mpei.ru

Статья поступила в редакцию: 13.10.2025 г.

Статья принята к публикации: 20.10.2025 г.

Для цитирования: Панчева В.С., Матюшина П.А. Формирование инвестиционного портфеля для предприятия в условиях турбулентности экономики (на примере ООО "Атомстройкомплекс-строительство") // Менеджмент. Экономика. Информатика (М. Э. И.). – 2025. – Т. 1. – № 3. – С. 108-135.

For citation: Pancheva V.S., Matyushina P.A. Forming an investment portfolio for an enterprise in conditions of economic turbulence (on the example of Atomstroycomplex-Construction LLC) // Management. Economics. Informatics (M. E. I.). – 2025. – Vol. 1. – No. 3. – P. 108-135.

УДК 334

DOI: 10.24160/3033-6333-2025-1-3-136-161

Бучнев, О.А., Марреро Л.Ф.
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
г. Москва

Buchnev, O.A., Marrero, L.F.
National Research University «MPEI»,
Moscow

ВОПРОСЫ ИНТЕГРАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СОВРЕМЕННЫХ КОМПАНИЙ

ISSUES OF INTEGRATION OF BUSINESS PROCESSES OF MODERN COMPANIES

Аннотация

Введение. Статья посвящена исследованию проблемных вопросов интеграции бизнес-процессов в организациях различного типа. Авторами рассматриваются ключевые концепции и методики, применяемые для эффективного объединения разнородных функциональных областей современного предприятия, включая технологическую, организационную и нормативно-правовую составляющие. Освещается роль международного стандарта ISO 9001 в формировании эффективных интегрированных систем управления, позволяющих организации достигать высокого уровня операционной эффективности и устойчивости в быстро меняющейся бизнес-среде.

Материалы и методы. Приведен подробный анализ эволюции подходов к процессу интеграции, начиная с классических методов реинжиниринга и заканчивая современными инструментами цифровизации, такими как ERP-системы и технологии больших данных. Отдельное внимание уделено выявленным научным, теоретическим и

практическим пробелам, связанных с проведением интеграции бизнес-процессов, среди которых отмечаются отсутствие унифицированных моделей, ограничение адаптации методов к локальным условиям, нехватка полноценных механизмов оценки эффективности интеграционных проектов и трудности совмещения разнородных информационных систем. Приведены практические примеры.

Результаты исследования. Проведенное исследование выявило проблемы, возникающие при попытке интегрировать устаревшие корпоративные системы с современными унифицированными платформами. Приведенные в статье примеры указывают на необходимость дальнейшего изучения вопросов интеграции с целью формирования полноценной теоретико-практической базы, способствующей улучшению организационной динамики и обеспечению устойчивого роста в условиях современной экономики.

Обсуждение и заключение. Отмечена необходимость корректировки бизнес-модели организации и своевременного обучения персонала при переходе к интеграции бизнес-процессов организации с одновременным устранением дублирующих функций.

Abstract

Introduction. The article is devoted to the study of problematic issues of business process integration in various types of organizations. The authors consider the key concepts and techniques used to effectively combine the diverse functional areas of a modern enterprise, including technological, organizational and regulatory components. The article highlights the role of the ISO 9001 international standard in the formation of effective integrated management systems that enable organizations to achieve a high level of operational efficiency and sustainability in a rapidly changing business environment.

Materials and methods. A detailed analysis of the evolution of approaches to the integration process is provided, starting with classical reengineering methods and ending with modern digitalization tools such as ERP systems and big data technologies. Special attention is paid to the identified scientific, theoretical and practical gaps related to the integration of business processes, including the lack of unified models, limited adaptation of methods to local conditions, lack of full-fledged mechanisms for evaluating the effectiveness of integration projects and difficulties in combining heterogeneous information systems. Practical examples are given.

Research results. The conducted research revealed the problems that arise when trying to integrate outdated corporate systems with modern unified platforms. The examples given in the article indicate the need for further study of integration issues in order to form a full-fledged theoretical and practical framework that contributes to improving organizational dynamics and ensuring sustainable growth in a modern economy.

Discussion and conclusion. It is noted that it is necessary to adjust the business model of the organization and timely staff training during the transition to the integration of business processes of the organization while eliminating duplicate functions.

Ключевые слова: интеграция, бизнес-процессы, стандарты ISO 9000, модель EFQM, бизнес-модель, эффективность бизнеса.

Keywords: integration, business processes, ISO 9000 standards, EFQM model, business model, business efficiency.

Введение

Задача интеграции бизнес-процессов играет ключевую роль в обеспечении конкурентоспособности современного предприятия, согласуя технические, логистические, административные и контрольные

показатели, как на операционном, так и на стратегическом уровне. Своевременное управление такой интеграцией помогает преодолеть традиционные функциональные барьеры, оптимизировать межотраслевое взаимодействие и внутреннюю несогласованность, минимизировать время простой оборудования и техники, обеспечивая соответствие международным стандартам безопасности и качества. Исследования в этой области проявляют значимость интеграции бизнес-процессов в целях оптимизации системы управления на основе внедрения инновационных подходов, повышающих эффективность действующих бизнес-моделей в быстро меняющихся условиях внешней среды.

Анализ теоретических и методологических положений интеграции бизнес-процессов, выявление соответствующих им типов, уровней и интеграционных связей, теоретических и практических пробелов, а также методологий их реализации на основе критического обзора научной литературы достаточно актуален. Интеграция бизнес-процессов (BPI) может быть определена «как практика согласования схожих процессов внутри организации для выполнения задач по обновлению, поиску и совершенствованию моделей процессов с целью повышения их эффективности и результативности» [1, р. 525] Эта взаимосвязь, по сути, заключается в объединении относительно изолированных информационных потоков, систем и сотрудников для обеспечения гибкого и безопасного обмена информацией в режиме реального времени [2]. Отметим также что само определение BPI и его методические подходы также находятся в непрерывном развитии. Рассмотрим их более детально.

Материалы и методы

В работе использованы общенаучные методы: анализ и синтез научной литературы, сравнительный анализ моделей интеграции бизнес-процессов, систематизация подходов на основе международных

стандартов (ISO 9001, ISO 14001, EFQM) и российских исследований. Методологической основой послужил критический обзор публикаций за период 2000-2025 гг., включая диссертационные исследования, статьи в рецензируемых журналах и нормативные документы.

Классификация типов интеграции процессов

Интеграция процессов трактуется по-разному в различных бизнес-контекстах как с точки зрения различных исследований, так и нормативных актов. Интеграционные управленческие процессы, направленные на эффективное использование всех видов ресурсов организации, приводят к появлению различных форм вертикальных и горизонтальных объединений [3, с. 28], а перевод бизнес-процессов предприятия в единое информационное пространство способствует оптимальному и корректному управлению предприятием [4, с. 131]. Ряд авторов подчёркивают важность внутренней и внешней интеграции, выделяя их как два из трёх элементов, характеризующих структуру компании (внутренняя интеграция, внешняя интеграция, технологии) [5, р. 3].

Анализ интеграции через влияние аутсорсинга логистики на эффективность бизнес-процессов в контексте внедрения современных информационных систем оценивает преимущества, риски и стратегии использования аутсорсинга автоматизации информационных потоков. Качественно спланированный и реализованный аутсорсинг логистики способствует повышению эффективности бизнеса и обеспечивает компаниям конкурентное преимущество и может быть использован в качестве дополнения к существующим информационным системам [6, с. 8]. Интеграция бизнес-процессов на базе современных средств цифровизации направлена на создания дополнительной ценности, развития

и повышения конкурентоспособности компании, реструктуризируя её бизнес-процессы, делая более экономичными и эффективными [7, с. 1277].

Стандарт UNE 66167 (AERNOR, 2005) рекомендует три метода интеграции, применение которых зависит от уровня зрелости или опыта организации в управлении процессами: базовый, продвинутый и экспертный. На основе анализа вышеназванных работ и стандартов ISO 9001:2015, UNE 66167-2005 возможно расширить данную классификацию до 6 типов стратегической интеграции бизнеса (см. таблицу 1).

Таблица 1.
Виды стратегической интеграции и методы в бизнес-секторе

№ п/п	Тип интеграции	Метод	Область применения	Основные преимущества
1	Внутренняя вертикальная интеграция	Базовый Продвинутый	Внутри организаций	Рост эффективности работы в рамках конкретной функции. Снижение затрат, уменьшение угроз со стороны поставщиков, клиентов и усиление контроля над всей цепочкой создания стоимости.
2	Внутренняя горизонтальная интеграция	Передовой	Внутри организаций	Облегчает координацию внутренних функций и устраняет организационную разрозненность.
3	Вертикальная внешняя интеграция	Передовой Эксперт	С внешними участниками	Оптимизирует критически важные процессы посредством стратегических альянсов с поставщиками/партнерами.
4	Горизонтальная внешняя интеграция	Эксперт	С внешними участниками	Обеспечивает совместное управление с клиентами, поставщиками и партнерами в различных областях.
5	Внутренняя интеграция (вертикальная + горизонтальная)	Продвинутый эксперт	Внутри организаций	Формирует максимальную внутреннюю операционную эффективность и системное видение организации.
6	Внешняя интеграция (вертикальная + горизонтальная)	Эксперт	С внешними участниками	Способствует быстрой реакции на потребности рынка и устойчивое конкурентное преимущество.

Источник: Подготовлено на основе стандарта UNE 66167-2005.

Если абстрагироваться от уровня зрелости или опыта организации в управлении процессами, то можно классифицировать интеграцию бизнес-процессов по следующим признакам:

- Организационная интеграция: включает функциональную интеграцию [8, р. 2], интеграцию систем менеджмента, таких как система ISO 9001, системы безопасности и охраны труда, охраны окружающей среды и другие [9, р. 365], а также интеграцию цепочек поставок (SCM) [5, р. 9].
- Технологическая интеграция: включает информационные системы и технологии [10, р. 4].
- Операционная интеграция рабочих процессов и процессов [11, р. 1116].

Проанализированные типологии и формы интеграции определяют, как и где происходит интеграция. Для их систематического и устойчивого достижения необходимо определенное структурирование. Стандартизованные системы управления, сформированные на базе ISO, достаточно известны и действуют как катализаторы, предоставляя методологии для стандартизации, документирования, измерения и улучшения процессов. Рассмотрим, как эти стандарты устанавливают связи, которые способствуют, а во многих случаях и обеспечивают эффективную интеграцию.

Стандарты ISO и модели управления

Как известно, определённый импульс развитию интегрированного менеджмента, придало активное внедрение системы менеджмента качества (СМК) на основе стандарта ISO 9001, системы охраны труда и техники безопасности (ОТБ) в соответствии со стандартом ISO 45001 и системы экологического менеджмента (ЭМ) в соответствии со стандартом ISO 14001 [12, р. 193]. В настоящее время международный стандарт ISO для

интегрированных систем менеджмента не сформирован, поэтому ряд национальных структур по стандартизации опубликовали собственные руководства. Так, в 2005 году AENOR (Испанская ассоциация стандартизации и сертификации) опубликовал стандарт UNE 66177:2005 под названием «Руководство по интеграции систем менеджмента», содержащий рекомендации по разработке, внедрению и оценке процессов интеграции трёх систем. Процесс, предлагаемый стандартом, основан на цикле PDCA [11, р. 1115].

Отметим, что стандарт ISO 9000:2015 не определяет в явной форме уровни интеграции, но он упоминает важность интеграционных связей, исходя из того, что для достижения устойчивого успеха организации управляют своими отношениями с соответствующими заинтересованными сторонами. Данный стандарт способствует внутренней интеграции организации и, в меньшей степени, внешней интеграции. Внутренняя интеграция необходима для внедрения эффективной системы управления, поскольку требует адекватного взаимодействия и коммуникации между всеми подразделениями и функциями. Внешняя интеграция также важна в контексте стандарта, особенно когда речь идет об обеспечении соответствия поставщиков и партнеров требуемым стандартам качества. В этой связи в разделе «2.3.7 «Управление взаимоотношениями» стандарта ISO подчеркивается, что «устойчивый успех с большей вероятностью будет достигнут, если организация будет управлять своими отношениями с заинтересованными сторонами (поставщиками и партнерами) для оптимизации воздействия своей деятельности» [13].

ISO 9004 дополняет внешнюю интеграцию, помогая организациям перейти от системы менеджмента качества, ориентированной на удовлетворение потребностей клиентов, к системе, которая учитывает интересы всех заинтересованных сторон, включая акционеров, партнеров, сотрудников и общество в целом. Стандарты ISO 9001 и ISO 9004

основаны на принципах управления качеством и структурированы вокруг них, которые способствуют четкой «ориентации на результаты» в отношении клиента и других заинтересованных сторон [14, р. 5].

Стандарт ISO 9001:2015 также упоминает об интеграции, которая может быть достигнута между системами ISO и отраслевыми системами. Этот тип взаимоотношений также называется интеграцией между стандартизованными и нестандартизированными системами. Последние относятся к нормативным документам, не охваченным ISO, но одновременно являющимся требованиями к функционированию бизнес-процессов, например, законам, постановлениям, регламентам и нормативным документам. С другой стороны, модель EFQM (Европейский фонд менеджмента качества) усиливает эту системную и интегративную концепцию, концентрируясь на ключевых результатах, достигнутых посредством лидерства, стратегии, людей, заинтересованных сторон и процессов [15, р. 11]. Данная модель, хотя и не является предписывающей, способствует постоянному совершенствованию, обучению и инновациям, показывая, как можно достичь совершенства с помощью разных подходов к управлению.

Проведенный анализ выявил сохраняющиеся теоретические и методологические противоречия, препятствующие разработке целостных интеграционных структур. Отметим, что проведенные виды классификации (таблица 1) и установленные их связи со стандартами ISO и такими моделями как EFQM не в полной мере позволяют систематизировать технологические, организационные, нормативные и культурные аспекты процесса интеграции.

Теоретические и методическая эволюция основ интеграции

Анализ научных трудов, посвященных методологическим основам интеграции бизнес-процессов, позволяет выявить определенную эволюцию

в подходах к проблемам, связанных с интеграцией бизнес-процессов организаций (таблица 2), а также ряд сопутствующих ей проблем: от низкой адаптации подходов к реинжинирингу процессов к специфическим условиям российской экономики до вызовов, связанных с развитием четвёртой промышленной революции.

Устойчивый интерес к созданию прочных теоретических основ, жизнеспособных операционных моделей и инструментов, применимых к различным секторам экономики, особенно к сфере информации наблюдается и в международном научном сообществе. Интегрированная система управления определяется как «совокупность организационной структуры, планирования деятельности, практик, процедур, процессов и ресурсов, необходимых для разработки, внедрения, анализа и поддержания политик компании» [11, р. 1116]. Этот критерий основан на том, что интеграция способствует системному подходу, который позволяет рассматривать все выявляемые аспекты как единое целое, что дополняется необходимостью приоритета управленческих технологий, основанных на процессном управлении: концепция реинжиниринга бизнес-процессов, логистики, тотального управления качеством [17, с. 21].

Интеграция бизнес-процессов систем управления не только повышает их эффективность и результативность, но и экономит на затратах на внедрение единой системы управления [12, р. 195]. Ряд исследователей рассматривают интеграцию системы управления компании как «координацию всех процессов посредством отношений, которые добавляют ценность или способствуют выполнению миссии для удовлетворения текущих и будущих потребностей общества и клиентов» [8, р. 4].

Таблица 2.
Анализ эволюции исследований интеграции бизнес-процессов.

Авторы, год	Проблема исследования	Научные итоги исследования
Шадрин Александр Анатольевич, 2000 [16]	Адаптация теории реинжиниринга бизнес-процессов к специфическим условиям российских предприятий сферы услуг в условиях усложненных потоков информации и динамично развивающейся экономики.	Предлагается интеграция функций управления и построение моделей экономической деятельности, характерных для предприятий сферы услуг в современных экономических условиях, на основе классификации бизнес-процессов. Анализ и редизайн процессов. Реорганизация бизнес-процессов с помощью экономико-математических моделей, предложена оптимизация информационных потоков.
Панарин, Андрей Александрович, 2006 [17]	Осуществление системных преобразований бизнес-процессов промышленных организаций для повышения их эффективности и гибкости в меняющейся конкурентной среде.	Разработан комплексный подход к оптимизации основных бизнес-процессов промышленного предприятия, объединяющий несколько методов (статическое и динамическое программирование) для решения задач субоптимизации.
Суров Дмитрий Николаевич, 2010 [18]	Методологическая оценка, обеспечивающая внедрение процессного подхода в компаниях.	Представлена классификация бизнес-процессов и предложен конкретный подход, основанный на параметрах, используемых в процессах на базе критерия элегантности бизнес-процессов.
Угрюмова, Наталья Викторовна, 2012 [19]	Процессный подход на базе: реинжиниринга, системы менеджмента качества, сбалансированной системы показателей.	Разработан механизм интеграции методов совершенствования бизнес-процессов промышленных компаний, в рамках которого предложена структурно-логическая модель его реализации.
Семенов Александр Иванович, 2012 [20]	Эффективное управление для интеграции хозяйствующих субъектов в условиях глобализации в целях обеспечения конкурентоспособности российской экономики за счет стратегической кооперации компаний.	Предложена методология оценки эффективности интеграционных процессов бизнес-структур и алгоритм оценки сотрудничества между предприятиями, систематизирующая последовательность интеграционных преобразований, а также подходы для оценки потенциала и эффективности интегрированных инновационных структур с учётом связанных рисков, выгод и затрат.
Тюкаев Дмитрий Алексеевич, 2014 [21]	Проблема недостаточного внимания к стабильности качества бизнес-процессов организации в условиях неопределенности.	Предложены методические подходы управления качеством бизнес-процессов организаций в условиях неопределенности. Предложены модели управления качеством бизнес-процессов компаний и цифрового двойника бизнес-процесса.
Сучкова Мария Юрьевна, 2022 [22]	Влияние четвертой технологической революции и её социально-экономических изменений на эффективность и внедрение системы общего управления качеством (TQM) на предприятиях.	Представлена модель управления качеством бизнес-процессов на базе их поэтапной трансформации, учитывающей особенности изменяющейся среды и проблемы, связанные с её неопределенностью.

Современные рекомендации по разработке механизмов контроля и управления имеют ряд ограничений, поскольку не все информационные системы позволяют интегрировать необходимые инструменты контроля [15, р. 10]. В ряде транспортных компаний и, в частности, авиационных, подобные проблемы косвенно влияют на качество системы управления. Поэтому объединение систем управления эксплуатационной безопасностью, управления качеством, экологического менеджмента, управления охраной труда и здоровья может быть реализована посредством целенаправленно разработанной интегрированной системы управления бизнесом [23, р. 23]. Все исследователи сходятся во мнении, что стандарты ISO должны рассматриваться как неотъемлемая часть интегрированных систем и учитывать отраслевые нормы в этих процессах, что расширяет границы данного направления. Разработанная на первоначальном этапе интеграции универсальная бизнес-модель, объединяющая информационные системы, бизнес-цели и элементы непрерывного контроля позволит в дальнейшем стать конкурентоспособной и прибыльной компанией, соответствующей ожиданиям потребителей [9, р. 377].

Результаты

Развитие теории интеграции бизнес-процессов демонстрирует определенный интерес к её практическому совершенствованию. На основе результатов анализа исследований российских и зарубежных авторов были синтезированы основные научные пробелы интеграции бизнес-процессов (таблица 3).

Таблица 3.

Теоретические и практические проблемы интеграции бизнес-процессов

Теоретические проблемы	Выводы
Отсутствие универсальных моделей, применимых к различным секторам экономики.	А.А. Шадрин [16], Д.Н. Суров [18], А.И. Семенов [20], А.К. Жарковский [6] предложили модели для таких секторов как услуги, промышленность и кооперація, логистика и управление цепочками поставок.
Ограниченнaя методологическая адаптация к местным условиям.	А.А. Шадрин [16] и L.O. Tundidor [15] отмечают, что глобальные подходы не соответствуют национальным реалиям с динамичной экономикой и сложными информационными сетями.
Низкий уровень интеграции между системами управления и новыми цифровыми технологиями.	Д.А. Тюкаев [21], М.Ю. Сучкова [22], L.O. Tundidor [15], A.A. Quinde [23] предлагают модели управления качеством и цифровых двойников.
Нет стандартизованных критериев оценки эффективности интеграции процессов.	Нет единого мнения о том, как оценивать эффективность после внедрения интеграции процессов, в частности, системах управления и технологиях (ERP).
Отсутствие комплексного системного подхода к внедрению интегрированных процессов.	А.А. Панарин [17], Родригес, Зименкова, Квятковский, Альфонсо, G. Aparicio Montes [9] отмечают отсутствие общепринятой концептуальной основы и методического единства в подходах.
Ограниченнaя интеграция технологий между стандартами ISO и инфосистемами.	Существует несоответствие между требованиями стандартов (качество, окружающая среда, безопасность) и способностью ИТ-системы поддерживать ее функциональную интеграцию (A.A. Quinde [23], G. Aparicio Montes [9]).
Культурное сопротивление и низкий уровень участия заинтересованных сторон.	Не оценивается роль сотрудников, руководства и факта культурного сопротивления в процессе интеграции посредством организационных изменений.
Отсутствие структур управления для интеграции процессов.	Не предложено формальных механизмов руководства, распределения обязанностей, стимулов для поддержания устойчивой интеграции с течением времени.

Источник: Подготовлено на основе проведенного исследования.

Результаты проведенного анализа показывают, что для интеграции бизнес-процессов используются различные методические подходы при отсутствии системного и единого подхода к решению этой проблемы.

Используются как традиционные подходы, такие как непрерывное совершенствование и реинжиниринг, так и более современные инструменты как цифровые двойники и бизнес-моделирование. Цифровые продукты, в свою очередь, обеспечивают значительно более высокий уровень имплементации в практику управления и сбор информации о бизнес-процессах, что является критически важным фактором повышения эффективности [24, с. 102]. Определенное внимание уделяется методам интеграции со стандартизованными системами управления (ISO) и количественному подходу к принятию решений [25, с. 120].

Интеграция бизнес-процессов должна быть направлена не только на функциональное согласование ключевых процессов организации и ликвидации традиционных барьеров, препятствующих данному процессу, но и на обеспечение конкурентных преимуществ в экономической, политической и социальной сферах. Отсутствие единого подхода к системной интеграции, целью которой является создание сценария взаимодействия между инженерией, производством, поставщиками, маркетингом и операциями логистики приводит к тому, что каждый из этих подходов, основанный на различных бизнес-моделях, определяет свою модель интеграции и фокусируется на улучшении контроля и адаптивности в управлении проектами и комплексных программах трансформации бизнеса [26, с. 208]. Интеграция бизнес-процессов и её реализация в зависимости от уровня зрелости организации происходит постепенно и зависит от внутренних возможностей.

Типы интеграции (таблица 1) и формы (таблица 4) не дублируют друг друга, однако имеют пересечения. Каждый тип и форма интеграции имеет свою направленность, область применения и цель, между ними существует иерархическая или функциональная зависимость, подразумевающая необходимость обеих классификаций. Без «типов» неясно, на чём сосредоточить интеграцию, а без «форм» как её

реализовать. Например, внешняя горизонтальная интеграция, которая подразумевает интеграцию цепочки поставок, подразумевает необходимость функциональной, стратегической, информационной и даже технологической интеграции.

Параллельно с вышеупомянутыми подходами развивается интеграция со стандартизованными системами (ISO). Эффективная интеграция включает нормативные требования к функционированию процессов из других систем менеджмента, не принадлежащих к семейству ISO, например, отраслевых систем. Такой подход не только приносит пользу организации изнутри, но и направлен на выполнение нормативных требований и удовлетворение потребностей заинтересованных сторон. Каждый проект уникален, поскольку сталкивается с различными препятствиями, проблемами и факторами успеха, зависящими от начального уровня каждой организации, условий и конкретных целей при интеграции её бизнес-модели [9, р. 366].

Таблица 4.
Формы интеграции бизнес-процессов.

№ п/п	Форма интеграции	Описание
1	Стратегическая	Согласование процессов, ресурсов с корпоративной стратегией
2	Функциональная	Координация между подразделениями
3	Интеграция систем менеджмента	Унификация нормативно-правовой базы и управлеченческих основ (качество, экология, безопасность, охрана труда и др.)
4	Интеграция цепочек поставок	Взаимодействие с поставщиками, дилерами, логистикой и клиентами
5	Интеграция информации	Технологическая и логическая связь между информационными платформами, базами данных, облачными технологиями
6	Технологическая интеграция	Совместимость инфраструктуры, стандартов, технологий, внутренних регламентов и протоколов
7	Интеграция рабочих процессов	Координация задач, процессов, действий внутри организации

Обсуждение

Таким образом, ключевая проблема интеграции бизнес-процессов заключается в отсутствии теоретических и практических основ, которые бы последовательно, адаптивно и управляемо объединяли технологические, организационные, стратегические и нормативные компоненты в динамичных, регулируемых и культурно разнообразных средах. Современные исследования предлагают частичные решения, адаптированные к конкретным контекстам с ограниченной валидацией, игнорируя роль управления, соответствия международным стандартам и управления изменениями во внутренних и внешних заинтересованных сторонах. Учитывая фрагментарность существующих подходов и потребность в интегрированных, гибких и устойчивых моделях, поиск инновационных подходов, выходящих за рамки практики изолированной оптимизации и направленных только на системную интеграцию, является приоритетным. Анализ показывает, что крупные организации сталкиваются с фундаментальными трудностями: несовместимостью устаревших систем и современных ИТ-платформ, сопротивлением персонала, отсутствием формальных структур управления интеграцией и необходимостью поиска обходных путей. Эти примеры демонстрируют, как отсутствие целостной теоретико-методологической базы вынуждает компании действовать эмпирически, поэтому актуальность поставленной научной проблемы подтверждается теорией и реальной российской практикой [27, с. 108]. Наличие универсальной модели интеграции бизнес-процессов позволит уяснить правильность выбранной концептуальной основы, определяющей, как организация создаёт, предоставляет и получает ценность [28, р. 7]. Поскольку бизнес-модель формирует стратегию развития организации, её отношения с внешней средой, то именно она определяет уровень и тип интеграции её бизнес-процессов. Для

достижения эффективной интеграции необходима своевременная корректировка концепции бизнес-модели, стратегии и целей, реализуемых посредством разработки бизнес-процессов, эффективность которых является ключом к самому существованию модели, включая в себя систему управления, позволяющую измерять и контролировать их, обеспечивая структуру, качество и постоянное совершенствование, (например, через систему менеджмента качества, основанную на стандарте ISO 9000).

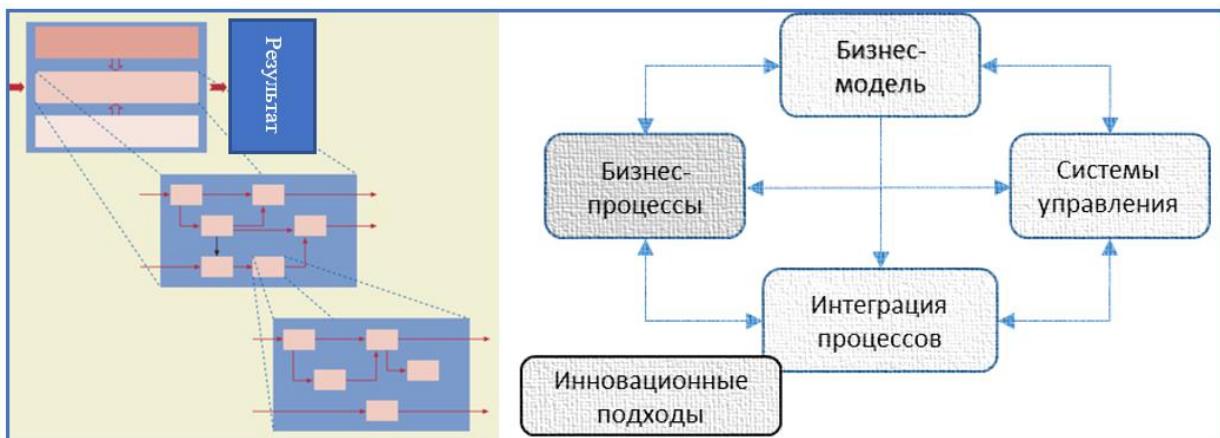


Рис. 1. Взаимосвязь элементов архитектуры стратегии интеграции.

По мере совершенствования организаций возникает необходимость в интеграции для устранения разрозненности и оптимизации рабочих процессов: в процессе принятия решения это последовательные этапы, но далее их элементы нельзя рассматривать как изолированную систему: они взаимосвязаны и влияют друг на друга, образуя часть динамической системы, где изменения в одном элементе влияют на другие (Рис. 1).

Системы менеджмента качества, и особенно стандартизированные системы, облегчают процессы интеграции в организациях. Чем лучше определены, структурированы, стандартизированы, организованы и управляемы процессы, тем большей устойчивости они достигают в рамках системного подхода. Стандарт ISO 9001 способствует внутренней

интеграции, ISO 9004 – внешней, а стандарт UNE 66167-2005 – интеграции в организациях посредством системного и процессного подхода. Аналогичным образом, модель EFQM, хотя и не является обязательным стандартом, рекомендуется в качестве ориентира для повышения качества и стратегической интеграции.

Определенный алгоритм успешности интеграции бизнес-процессов состоит из анализа текущей деятельности с разработкой сценарных уязвимостей действующей бизнес-модели (по не скординированности её процессов и последствий этого). На следующем этапе рассматриваются стандартные цифровые информационные продукты подстраиваемых решений в действующие на предприятии. Практический опыт говорит о необходимости одновременного изменения организационной культуры предприятия, поскольку внедрение инноваций в неподготовленной среде не приведёт к положительному результату (внедрение в неподготовленном коллективе CRM снижает продажи, вместо ожидаемого их тридцатипроцентного роста, а ERP не приводит к обещанному снижению издержек и усложняет координацию [29, с. 117]). Если организация имеет достаточно средств для глобальной цифровизации процесса интеграции бизнес-процессов, то её основным сопутствующим риском становится неготовность персонала к переменам.

Оптимальной рекомендацией для интеграции бизнес-процессов является проработка сценарных моделей по направлениям: логистика, производство, омниканальность, создание ценности для клиента и основной фокус на формирование культуры перемен.

Заключение

Современная научная проблема интеграции бизнес-процессов заключается в сложности разработки и внедрения методологий,

устанавливающих согласованные, адаптивные и управляемые связи между технологическими, организационными и стратегическими компонентами с учетом динамики бизнес-систем, управления изменениями и культурного разнообразия. Несмотря на то, что интеграция является постоянно исследуемым явлением, не существует единого мнения относительно однозначной теоретической и методологической основы для расчета синергетического эффекта интеграции бизнес-процессов. Представляется необходимым разработать стандартизованные критерии оценки зрелости и эффективности интеграции, а также измерить влияние интеграционных инициатив за пределами отдельных показателей операционной эффективности, провести адаптацию глобальных методологий (ISO, EFQM) к конкретным национальным и отраслевым контекстам. Такой подход позволит преодолеть существующую фрагментацию теоретических моделей и заложить основу для разработки новых, более адаптивных и устойчивых структур.

Управление интеграцией позволяет преодолевать внутренние и внешние барьеры, оптимизировать межфункциональное взаимодействие, улучшить процесс принятия решений, сочетая технологические, организационные, нормативные и культурные аспекты. Для успешной конкуренции необходимо развивать системный подход, сочетающий разные уровни и формы интеграции. Цифровые инструменты, такие как ERP-системы, информационные технологии и облачные сервисы, играют важную роль в создании эффективных бизнес-моделей. Оптимальное сочетание информационных систем и технологий с одновременной адаптацией сотрудников повышает производительность и снижает затраты. Ключевым фактором успеха становится вовлеченность сотрудников и формирование корпоративной культуры, способствующей изменениям и новым технологиям. Необходимо дальнейшее повышение роли организационной культуры для эффективной интеграции бизнес-процессов

и изучение её влияния на устойчивость современной организации в быстроменяющейся конкурентной среде.

Список литературы

1. Carranza D.O., Santoro F.M., Giraldo J.E. Sistema para la Integración de procesos de Negocio basado en situaciones contextuales. Caso estudio: Admisión Universitaria // *Scientia et Technica* Año XXIII, vol. 23, No. 4, 2018. - Pp. 519-527.
2. Qué es la integración de procesos de negocio (BPI)? Todo lo que necesitas saber. 19.07.24. <https://www.jitterbit.com/es/blog/what-is-business-process-integration/> (Дата обращения: 20.09.25).
3. Матвеева А.В. Управление процессами экономической интеграции авиакомпаний в условиях глобализации мирового хозяйства // Управленец, № 5, 2013. – С. 28-33.
4. Зименкова А.Е., Квятковский К.И. Интеграция бизнес-процессов предприятия на платформе 1С // Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика, № 2, 2013. – С. 131-137.
5. Pérez-Lana M., Saucedo-Martínez J. A., Salais-Fierro T. E. Caracterización de modelo de negocio en el marco de industria 4.0 / Congreso Internacional de Logística y Cadena de Suministro (CiLOG2016), 2016. – 57 р.
6. Жарковский А.К. Оптимизация бизнес-процессов: роль логистического аутсорсинга в интеграции современных информационных систем // Современные технологии управления, № 2, 2024. - С. 1-11.
7. Костин К.Б. Интеграция цифровых инструментов в бизнес-процессы российских аудиторских компаний: бизнес-стратегия и перспективы развития / Костин К.Б., Малевич Ю.В., Борисов Ф.А. // Лидерство и менеджмент. Том. 11, № 3, 2024. – С. 1277-1294.
8. Alfonso Robaina D., Bolaño Rodríguez Y., Malleuve Martínez A., Lavandero García J. // Contribución a la integración del sistema de dirección de la empresa. № 11, 2024. - Pp. 1-12.
9. G. Aparicio Montes, F. Olvera Torres. Metodología para la integración de modelo de negocio en Mypes // Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, vol. 7, no. 6, 2023. - Pp. 364-377.

10. Peralta M. T. Q., López S. L. C., Veloza B.E.B. Integración de las tecnologías 4.0 en el sistema de gestión de procesos para el Centro Digital de Desarrollo Tecnológico // Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería, vol. 7, 2024. – Pp. 1-12.
11. Vázquez P.V., Rodríguez S. Implementación de los sistemas integrados de gestión // Tourism & Management Studies, vol. 4, 2013. - Pp. 1112–1121.
12. González-González A., I.Rodríguez-González I. Procedimiento para determinar el nivel de integración de las organizaciones // Ingeniería Industrial, Vol. 32, № 3, 2011. – Pp. 191-197.
13. Organización Internacional de Normalización (ISO), “Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario (traducción oficial),” 2015. Available: www.iso.org (дата обращения: 23.09.25)
14. Beltrán Sanz J.O. Guía para una gestión basada en procesos. IAT, 2009. – 138 p.
15. Tundidor L.O., Medina A.L., Rivera D.N. Procedimiento para el diseño de la gestión de procesos de negocios en una empresa de proyecto del sector de la construcción // Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 16, 2022. - Pp. 1-18.
16. Шадрин А.А. Совершенствование управления бизнес-процессами сферы услуг: Дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05, 08.00.13: - Москва, 2000. - 169 с.
17. Панарин А.А. Организационно-методическое обеспечение непрерывного реинжиниринга бизнес-процессов промышленной предпринимательской организации на основе интеграции методов моделирования и оптимизационных подходов. - Москва, 2006. – 170 с.
18. Суров Д.Н. Теоретико-методические основы реализации процессного подхода к управлению промышленным предприятием. ФГБОУ ВО «Московский государственный университет приборостроения и информатики». Москва, 2010. – 137 с.
19. Угрюмова Н.В. Механизм интеграции методов совершенствования бизнес-процессов (на примере промышленных предприятий челябинской области). Москва, 2012. – 174 с.
20. Семенов А.И. Механизм управления процессами интеграции бизнеса на основе производственной кооперации. Приамурский государственный университет имени Шолом - Алейхема, 2012. – 185 с.
21. Тюкаев Д.А. Методологические основы стратегического управления системами материально-технического обеспечения атомных электростанций в условиях

неопределенности: диссертация ... доктора экономических наук: 08.00.05 / ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И.Менделеева». Москва, 2014.- 362 с.

22. Сучкова М.Ю. Управление качеством бизнес-процессов на предприятии в условиях неопределенности, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет». - Санкт-Петербург, 2022. – 132 с.

23. Quinde A.A. Diseño de un modelo de integración de sistemas de gestión de calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo, seguridad operacional y seguridad de la aviación civil para empresas aeronáuticas en Colombia. UPB, 2023. - 153 p.

24. Бучнев А.О., Осипов А.В. Региональное экономическое развитие в условиях цифровой глобализации // Вестник РАЕН. – 2025. – Т. 25, №2. – С. 99-107. EDN: QBYOXH.

25. Фуэнтес Л.М. Бизнес-менеджмент: интеграции процессов в кубинской авиации // Евразийское пространство: экономика, право, общество. № 5, 2025. – С.118-125.

26. Кобылянская Б.С., Анохина М.Е. Развитие процессов интеграции в совместном ИТ-бизнесе // Экономика и бизнес, №3, 2025. – С. 207-212.

27. Ахметзянова Г.Р., Владимирова Е.Л. Проблемы интеграции информационных систем в существующие бизнес-процессы: кейсы российских компаний // Вестник НГПУ, №1, 2025. – С.106-108.

28. Osterwalder A., Pigneur Y. Generación de modelos de negocio. Centro Libros PAPF, S. L. U., 2011. – 285 p.

29. Бучнев А.О., Бучнев О.А. Цифровизация экономики: объективная реальность // Государственная служба. – 2024. – Т. 26, №6. – С.111-118. EDN: QPSBVL.

Список литературы

1. Carranza D.O., Santoro F.M., Giraldo J.E. Sistema para la Integración de procesos de Negocio basado en situaciones contextuales. Caso estudio: Admisión Universitaria // Scientia et Technica Año XXIII, vol. 23, No. 4, 2018. - Pp. 519-527. (In Esp.).
2. Qué es la integración de procesos de negocio (BPI)? Todo lo que necesitas saber. 07/19/14. <https://www.jitterbit.com/es/blog/what-is-business-process-integration> / (date of request: 20.09.2025). (In Esp.).

3. Matveeva A.V. *Upravlenie processami ekonomiceskoy integracii aviakompanij v usloviyah globalizacii mirovogo hozyajstva // Upravlenec* [Managing the processes of economic integration of airlines in the context of the globalization of the world economy // Manager], No. 5, 2013. – Pp. 28-33. (In Russ.).
4. Zimenkova A.E., Kvyatkovsky K.I. *Integraciya biznes-processov predpriyatiya na platforme 1S // Vestnik AGTU. Ser.: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika* [Integration of enterprise business processes on the 1C platform // Bulletin of AGTU. Ser.: Management, Computer Engineering and Informatics], No. 2, 2013. – Pp. 131-137. (In Russ.).
5. Pérez-Lana M., Saucedo-Martínez J. A., Salais-Fierro T. E. Caracterización de modelo de negocio en el marco de industria 4.0 / Congreso Internacional de Logística y Cadena de Suministro (CiLOG2016), 2016. – 57 p. (In Esp.).
6. Zharkovsky A.K. *Optimizaciya biznes-processov: rol' logisticheskogo autsorsinga v integracii sovremennoy informacionnyy sistem // Sovremennye tekhnologii upravleniya* [Optimization of business processes: the role of logistics outsourcing in the integration of modern information systems // Modern Management Technologies], No. 2, 2024, - Pp. 1-11. (In Russ.).
7. Kostin K.B. *Integraciya cifrovyyh instrumentov v biznes-processy rossijskih auditorskih kompanij: biznes-strategiya i perspektivy razvitiya // Liderstvo i menedzhment* [Integration of digital tools into the business processes of Russian audit companies: business strategy and development prospects // Leadership and Management]. Vol. 11, No. 3, 2024. – Pp. 1277-1294. (In Russ.).
8. Alfonso Robaina D., Bolaño Rodríguez Y., Malleuve Martínez A., Lavandero García J. // Contribución a la integración del sistema de dirección de la empresa. No. 11, 2024, - Pp. 1-12. (In Esp.).
9. Aparicio Montes G., Olvera Torres F.. Metodología para la integración de modelo de negocio en Mypes // Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinary, vol. 7, No. 6, 2023. - Pp. 364-377. (In Esp.).
10. Peralta M. T. Q., López S. L. C., Veloza V.E.V. Integración de las tecnologías 4.0 en el sistema de gestión de procesos para el Centro Digital de Desarrollo Tecnológico // Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería, vol. 7, 2024. – Pp. 1-12. (In Esp.).
11. Vázquez P.V., Rodríguez S. Implantación de los sistemas integrados de gestión // Tourism & Management Studies, vol. 4, 2013. - Pp. 1112-1121. (In Esp.).

12. González-González A., I.Rodríguez-González I. Procedimiento para determinar el nivel de integración de las organizaciones // Ingeniería Industrial, Vol. 32, № 3, 2011. – Pp. 191-197. (In Esp.).
13. Organización Internacional de Normalización (ISO), “Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario (traducción oficial),” 2015. Available: www.iso.org (date of request: 23.09.2025). (In Eng.).
14. Beltrán Sanz J.O. Guía para una gestión basada en procesos. IAT, 2009. – 138 p. (In Esp.).
15. Tundidor L.O., Medina A.L., Rivera D.N. Procedimiento para el diseño de la gestión de procesos de negocios en una empresa de proyecto del sector de la construcción // Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 16, 2022. - Pp. 1-18. (In Esp.).
16. Shadrin A.A. *Sovershenstvovanie upravleniya biznes-processami sfery uslug* [Improving management business processes of the service sector]: Dissertation of the Candidate of Economic Sciences: 08.00.05, 08.00.13: - Moscow, 2000. - 169 p. (In Russ.).
17. Panarin A.A. *Organizacionno-metodicheskoe obespechenie nepreryvnogo reizhininga biznes-processov promyshlennoj predprinimatel'skoj organizacii na osnove integracii metodov modelirovaniya i optimizacionnyh podhodov* [Organizational and methodological support for continuous reengineering of business processes of an industrial entrepreneurial organization based on the integration of modeling methods and optimization approaches]. - Moscow, 2006. - 170 p. (In Russ.).
18. Surov D.N. *Teoretiko-metodicheskie osnovy realizacii processnogo podhoda k upravleniyu promyshlennym predpriyatiem* [Theoretical and methodological foundations of the implementation of the process approach to the management of an industrial enterprise]. Moscow State University of Instrument Engineering and Computer Science. Moscow, 2010. – 137 p. (In Russ.).
19. Ugryumova N.V. *Mekhanizm integracii metodov sovershenstvovaniya biznes-processov (na primere promyshlennyh predpriyatiy chelyabinskoy oblasti)* [The mechanism of integration of business process improvement methods (on the example of industrial enterprises in the Chelyabinsk region)]. Moscow, 2012. – 174 p. (In Russ.).
20. Semenov A.I. *Mekhanizm upravleniya processami integracii biznesa na osnove proizvodstvennoj kooperacii* [A mechanism for managing business integration processes based on industrial cooperation]. Amur State University named after Sholom Aleichem, 2012. 185 p. (In Russ.).

21. Tyukaev D.A. *Metodologicheskie osnovy strategicheskogo upravleniya sistemami material'no-tehnicheskogo obespecheniya atomnyh elektrostancij v usloviyah neopredelennosti* [Methodological foundations of strategic management of logistics systems for nuclear power plants in conditions of uncertainty]: dissertation ... Doctor of Economics: 08.00.05 / D.I.Mendeleev Russian University of Chemical Technology. Moscow, 2014.- 362 p. (In Russ.).
22. Suchkova M.Y. *Upravlenie kachestvom biznes-processov na predpriyatiu v usloviyah neopredelennosti* [Quality Management of Business Processes at an Enterprise in Conditions of Uncertainty], St. Petersburg State University of Economics. - St. Petersburg, 2022. – 132 p. (In Russ.).
23. Quinde A.A. Diseño de un modelo de integración de sistemas de gestión de calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo, seguridad operacional y seguridad de la aviación civil para empresas aeronáuticas en Colombia. UPB, 2023. - 153 p. (In Esp.).
24. Buchnev A.O., Osipov A.V. *Regional'noe ekonomicheskoe razvitiye v usloviyah cifrovoj globalizacii // Vestnik RAEN* [Regional economic development in the context of digital globalization // Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences]. – 2025. – Vol. 25, No. 2. – Pp. 99-107. EDN: QBYOXH. (In Russ.).
25. Fuentes L.M. Business management: integration of processes in Cuban aviation // Eurasian space: economics, law, society. No. 5, 2025, - Pp.118-1125. (In Esp.).
26. Kobylyanskaya B.S., Anokhina M.E. *Razvitiye processov integracii v sovmestnom IT-biznese // Ekonomika i biznes* [Development of integration processes in joint IT business // Economics and Business], No. 3, 2025. – Pp. 207-212. (In Russ.).
27. Akhmetzyanova G.R., Vladimirova E.L. *Problemy integracii informacionnyh sistem v sushchestvuyushchie biznes-processy: kejsy rossijskih kompanij // Vestnik NGPU* [Problems of integration of information systems into existing business processes: cases of Russian companies // Bulletin of NGPU], No.1, 2025. – Pp.106-108. (In Russ.).
28. Osterwalder A., Pigneur Y. Generación de modelos de negocio. Centro Libros PAPF, S. L. U., 2011. – 285 p. (In Esp.).
29. Buchnev A.O., Buchnev O.A. *Cifrovizaciya ekonomiki: ob"ektivnaya real'nost'* // *Gosudarstvennaya sluzhba* [Digitalization of the economy: an objective reality // Civil Service]. – 2024. – Vol. 26, No. 6. – pp.111-118. EDN: QPSBVL. (In Russ.).

Сведения об авторах:

Олег Алексеевич Бучнев – доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента в энергетике и промышленности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: oabuch@mail.ru

Луанди Марреро Фуэнтес – аспирант кафедры «Менеджмента в энергетике и промышленности», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: mit_info@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 01.10.2025 г.

Статья принята к публикации: 03.10.2025 г.

Для цитирования: Бучнев, О.А., Марреро, Л.Ф. Вопросы интеграции бизнес-процессов современных компаний // Менеджмент. Экономика. Информатика (М. Э. И.). – 2025. – Т. 1. – № 3. – С. 136-161.

For citation: Buchnev, O.A., Marrero, L.F. Issues of business process integration in modern companies // Management. Economics. Informatics (M. E. I.). – 2025. – Vol. 1. – No. 3. – P. 136-161.

**2.3.6. Методы и системы защиты
информации, информационная
безопасность**

**2.3.6. Methods and Systems of
Information Protection,
Information Security**

УДК 004.6

DOI: 10.24160/3033-6333-2025-1-3-163-161

Кошелев А.Н., Денисенко В.К., Румасова Н.Ю.
ФГБОУ ВО НИУ «Московский энергетический институт»,
Россия, Москва

Koshelev A.N., Denisenko V.K., Rumasova N. U.
National Research University «Moscow Power Engineering Institute»,
Russia, Moscow

СРАВНЕНИЕ PYTHON И «МОЙОФИС» В РАЗНЫХ ЗАДАЧАХ

COMPARING PYTHON AND MYOFFICE IN DIFFERENT TASKS

Аннотация

Введение. В статье проводится сравнительный анализ возможностей языка программирования Python и офисного пакета «МойОфис» для решения различных аналитических задач. Исследование охватывает такие ключевые аспекты, как обработка больших объемов данных, автоматизация отчетности, реализация алгоритмов машинного обучения и интеграция с внешними системами.

На основе анализа технической документации и практических примеров демонстрируется, что Python с использованием библиотек Pandas, NumPy и scikit-learn обеспечивает значительные преимущества при работе с данными объемом свыше 100 МБ, сокращая время обработки в 3-7 раз по сравнению с «МойОфис». Проведен анализ возможностей автоматизации рутинных операций и построению прогнозных моделей.

В статье рассматривается сохраняющаяся актуальность сервиса «МойОфис» для оперативного анализа небольших наборов данных, интерактивной визуализации и совместной работы. Предлагается

гибридный подход к использованию инструментов, при котором Python применяется для сложных вычислений и обработки данных, а «МойОфис» для визуализации и презентации результатов.

Результаты исследования представляют практическую ценность для специалистов по анализу данных, ИТ-менеджеров и бизнес-аналитиков, стоящих перед выбором оптимальных инструментов для решения профессиональных задач.

Материалы и методы. При написании статьи использовались технические книги по языку программирования Python и техническая документация «МойОфис».

Результаты исследования. В результате был проведен анализ информации из источников и были даны примеры как можно использовать Python для математических задач.

Обсуждение и заключение. Проведенное исследование позволило систематизировать сильные и слабые стороны Python и «МойОфис» при решении различных аналитических задач. Полученные результаты демонстрируют целесообразность дифференцированного подхода к выбору инструментов в зависимости от специфики решаемых задач, объема данных и требований к производительности.

Abstract

Introduction. This article presents a comparative analysis of the capabilities of the Python programming language and the MyOffice software suite for solving various analytical tasks. The study covers key aspects such as processing large volumes of data, report automation, implementation of machine learning algorithms, and integration with external systems.

Based on the analysis of technical documentation and practical examples, it is demonstrated that Python, utilizing libraries such as Pandas, NumPy, and

scikit-learn, provides significant advantages when working with data volumes exceeding 100 MB, reducing processing time by 3-7 times compared to MyOffice. The possibilities for automating routine operations and building predictive models are analyzed.

The article discusses the ongoing relevance of the MyOffice service for operational analysis of small datasets, interactive visualization, and collaborative work. A hybrid approach to using the tools is proposed, where Python is used for complex computations and data processing, and MyOffice is used for visualization and presentation of results.

The research findings are of practical value for data analysts, IT managers, and business analysts faced with choosing the optimal tools for solving professional tasks.

Materials and methods. Technical books on the Python programming language and the technical documentation for MyOffice were used in writing the article.

Research Findings. As a result, information from the sources was analyzed, and examples were given on how Python can be used for mathematical tasks.

Discussion and conclusion. The conducted research has made it possible to systematize the strengths and weaknesses of Python and MyOffice in solving various analytical tasks. The obtained results demonstrate the advisability of a differentiated approach to selecting tools, depending on the specifics of the tasks being solved, the volume of data, and performance requirements.

Ключевые слова: анализ данных, Microsoft Excel, «МойОфис», Python, Pandas, автоматизация отчетности, Big Data, машинное обучение, scikit-learn, сравнительный анализ, бизнес-аналитика

Keywords: data analysis, Microsoft Excel, MyOffice, Python, Pandas, reporting automation, Big Data, machine learning, scikit-learn, comparative

analysis, business analytics

Благодарности. Авторы выражают искреннюю благодарность преподавателям Инженерно-Экономического Института за предоставленные знания для написания данной статьи. Также, Авторы благодарят рецензентов за чуткое отношение к статье и помочь в повышении ее качества.

Acknowledgments. The authors express their sincere gratitude to the teachers of the Institute of Engineering and Economics for the knowledge provided for writing this article. The authors also thank the reviewers for their sensitivity to the article and their help in improving its quality.

Введение

Современная бизнес-аналитика характеризуется экспоненциальным ростом объемов данных и усложнением аналитических задач. В этих условиях особую актуальность приобретает вопрос выбора оптимальных инструментов для обработки информации и принятия управленческих решений. Исторически сложилось, что табличные процессоры, такие как Microsoft Excel и его российский аналог «МойОфис», преобладали в сфере бизнес-анализа благодаря интуитивно понятному интерфейсу и широким возможностям визуализации.

Табличный интерфейс «МойОфис», унаследовавший ключевые преимущества Excel, обеспечивает низкий порог входления для пользователей. Интуитивно понятная организация данных в виде строк и столбцов минимизирует затраты на обучение сотрудников, позволяя даже пользователям быстро освоить базовые операции. Такой подход демократизирует аналитическую деятельность, предоставляя возможность сотрудникам различных подразделений самостоятельно преобразовывать

числовые данные в аналитические отчеты.

Функциональные возможности «МойОфис» охватывают широкий спектр инструментов – от базовых арифметических операций (SUM/СУММ) и поиска данных (VLOOKUP/ВПР) до сложных формул массивов, что обеспечивает комплексные возможности для манипуляции и агрегации данных различного уровня сложности. Интегрированные инструменты визуализации позволяют преобразовывать значительные массивы числовой информации в интерактивные дашборды, обеспечивая наглядное представление аналитических данных [1-3].

Однако с развитием технологий Big Data и машинного обучения стали очевидны ограничения табличных процессоров при работе с большими массивами информации и реализации сложных аналитических алгоритмов. В последние годы язык программирования Python со специализированными библиотеками (Pandas, NumPy, scikit-learn) предлагает альтернативный подход к анализу данных, характеризующийся высокой производительностью, воспроизводимостью результатов и возможностью обработки значительных объемов информации.

Проведенный анализ существующих исследований показывает, что, несмотря на наличие работ, посвященных отдельным аспектам использования Python и «МойОфис», отсутствует комплексное сравнительное исследование, охватывающее производительность, функциональные возможности и практическую применимость этих инструментов для различных классов аналитических задач. Особенно недостаточно изучены вопросы интеграции Python и «МойОфис» в единый аналитический конвейер.

Целью настоящего исследования является проведение сравнительного анализа эффективности Python и «МойОфис» для решения различных классов аналитических задач и разработка практических рекомендаций по их применению. Для достижения этой цели решаются

следующие задачи: сравнение производительности инструментов при обработке данных различного объема, анализ функциональных возможностей для реализации типовых аналитических операций, оценка применимости для задач машинного обучения и автоматизации отчетности, а также разработка рекомендаций по выбору инструментов в зависимости от характеристик решаемых задач.

Научная новизна исследования заключается в количественной оценке производительности и функциональных возможностей отечественного офисного пакета «МойОфис» в контексте современных задач анализа данных в сравнении с широко распространенным индустриальным инструментом Python. В отличие от существующих работ, фокусирующихся на возможностях отдельных инструментов, настоящее исследование предлагает практическое прикладное сравнение, основанное на замерах реальной производительности при выполнении типовых аналитических операций над данными различного объема. Полученные результаты и структурированные рекомендации по выбору инструмента представляют ценность для специалистов и организаций, рассматривающих вопрос импортозамещения и оптимизации аналитических процессов.

Обзор литературы

Проблема выбора инструментов для анализа данных является предметом активного обсуждения в научной и профессиональной среде. Существующие исследования можно условно разделить на три группы: работы, посвященные использованию скриптовых языков; исследования, фокусирующиеся на возможностях табличных процессоров; и сравнительные анализы.

Использование Python для анализа данных. Преимущества Python и

его библиотек (Pandas, NumPy, scikit-learn) для обработки больших данных, машинного обучения и автоматизации подробно описаны в фундаментальных трудах А. Н. Титова и Р. Ф. Тазиева [4].

Возможности табличных процессоров в аналитике. Классические работы подчеркивают роль Microsoft Excel как универсального инструмента бизнес-анализа, отмечая его силу в визуализации, прототипировании и работе с небольшими наборами данных. В контексте импортозамещения появляются исследования, оценивающие функциональность отечественных аналогов, таких как «МойОфис» [5]. Однако эти работы носят преимущественно обзорный или инструктивный характер, и, включая базовые возможности и макросы, не содержат глубокого сравнительного анализа производительности.

Сравнительные исследования. В литературе представлены работы, сравнивающие производительность различных инструментов. Например, R, Python и SAS для статистического анализа. Однако комплексное сравнительное исследование, количественно оценивающее производительность, стабильность и применимость современного отечественного офисного пакета «МойОфис» против индустриального стандарта скриптовой аналитики Python для широкого спектра задач, в существующих академических публикациях обнаружено не было. Данная работа призвана восполнить этот пробел, предложив структурированное сравнение, основанное на практических экспериментах.

Материалы и методы

Исследование проводилось на основе анализа технической документации «МойОфис», литературы по Python и его библиотекам, с использованием конкретных версий «МойОфис» и Python 3.12.12 с библиотеками Pandas 2.2.3, NumPy 2.1.1 и scikit-learn 1.6.1. Разработчики

постоянно совершенствуют свои продукты, и будущие обновления могут повлиять на производительность и функциональность. Все тесты производительности выполнялись на стандартной конфигурации оборудования с процессором Intel Core i5, 16 ГБ ОЗУ и SSD-накопителем. На системах с другими характеристиками соотношение производительности может отличаться [6-9].

Следует учитывать характер используемых тестовых данных – исследование базировалось на работе со структурированными данными в формате CSV. Особенности работы с неструктуризованными данными, базами данных в реальном времени или потоковыми источниками могут демонстрировать иные закономерности. Кроме того, исследование фокусировалось на технических возможностях инструментов, тогда как фактор времени освоения и доступности квалифицированных специалистов может существенно влиять на практическое внедрение. Тестирование возможностей интеграции проводилось в контролируемых условиях, а в реальных сценариях могут возникать дополнительные сложности, связанные с сетевыми задержками, ограничениями API и требованиями информационной безопасности.

Результаты исследования

Ключевым ограничением офисного пакета «МойОфис» является его неэффективность при обработке значительных объемов данных в сравнении с современными языками программирования, в частности Python. Данное ограничение становится особенно заметным при работе с наборами данных, превышающими несколько сотен мегабайт.

В отличие от табличных процессоров, Python располагает специализированными библиотеками Pandas и NumPy, которые стали стандартом де-факто для специалистов в области обработки больших

данных. Эти библиотеки были разработаны специально для обеспечения эффективной и высокопроизводительной работы с массивами информации [10-11].

Библиотека NumPy предоставляет фундаментальную основу в виде многомерных массивов, характеризующихся компактностью хранения и исключительной вычислительной эффективностью. Важным преимуществом NumPy является единообразие типов данных элементов массива, что исключает затраты времени на проверку типов при выполнении операций. Операции над целыми массивами выполняются без использования традиционных циклов Python, что обеспечивает значительный прирост производительности.

Библиотека Pandas, построенная на основе NumPy, предлагает более удобные структуры данных для анализа – DataFrame и Series. Pandas предоставляет интуитивно понятный программный интерфейс для реализации сложных операций, включая объединение таблиц, группировку данных, агрегацию показателей, обработку пропущенных значений и работу с временными рядами.

Благодаря указанным библиотекам Python способен эффективно обрабатывать миллионы и миллиарды строк данных. Источники данных могут быть разнообразными – от классических CSV и XLSX файлов до реляционных баз данных и потоковых источников информации.

Для получения объективных количественных данных о производительности Python и «МойОфис» было проведено экспериментальное исследование, основанное на практических замерах работы с данными различного объема. Тестирование выполнялось на стандартной рабочей станции с конфигурацией: процессор Intel Core i5-14600K, оперативная память 16 ГБ DDR4, SSD-накопитель 512 ГБ, операционная система Windows 11 Pro. Использовались следующие версии программного обеспечения: «МойОфис» 6.0, Python 3.12.12 с

библиотеками Pandas 2.2.3, NumPy 2.1.1.

В ходе исследования оценивались три ключевых показателя производительности: время обработки данных, измеряемое как общая продолжительность выполнения стандартных операций (фильтрация, сортировка, агрегация) для файлов различного объема; потребление оперативной памяти, фиксируемое как максимальный объем используемой памяти в процессе выполнения операций; и стабильность работы, оцениваемая по способности инструмента обрабатывать большие объемы данных без зависаний и сбоев.

Для тестирования применялись как синтетические, так и реальные данные из открытых источников. Синтетические данные представляли собой сгенерированные наборы с различным количеством записей (от 10 тысяч до 10 миллионов строк) и 15 колонками различных типов данных. Реальные данные включали открытые наборы с информацией о продажах, содержащие числовые, текстовые и временные метки.

Были реализованы четыре тестовых сценария: объединение пяти CSV-файлов объемом 100 МБ каждый; группировка данных с вычислением агрегированных показателей; фильтрация и сортировка больших массивов информации; экспорт результатов в форматы XLSX и CSV.

Полученные экспериментальные данные подтвердили значительное преимущество Python при работе с большими объемами данных. При обработке файлов объемом 100-500 МБ Python демонстрирует производительность в 3-5 раз выше по сравнению с «МойОфис». При работе с данными объемом более 1 ГБ разрыв в производительности увеличивается до 5-7 раз, при этом «МойОфис» испытывает значительные трудности с обработкой таких объемов, включая частые зависания и повышенное потребление памяти.

Потребление оперативной памяти при работе с Python оказалось

более стабильным и предсказуемым, в то время как «МойОфис» демонстрировал экспоненциальный рост использования памяти при увеличении объема обрабатываемых данных.

Для иллюстрации практического преимущества рассмотрим задачу объединения пяти CSV-файлов с данными о продажах объемом примерно 500 МБ каждый с последующим расчетом общей выручки. В случае использования «МойОфис» потребуется последовательное открытие каждого файла, ручное копирование данных и их перенос в общий файл, при этом существует техническое ограничение на максимальное количество строк. В отличие от этого, с помощью Python может быть разработан скрипт, выполняющий данную задачу за несколько секунд без риска зависания системы, с возможностью многократного использования для обработки новых данных.

Экспериментальные замеры показали, что Python демонстрирует значительное преимущество при работе с наборами данных объемом более 100 МБ (Таблица 1). Важно отметить, что указанные значения производительности получены в результате собственных практических замеров и могут варьироваться в зависимости от конкретной конфигурации оборудования и характеристик обрабатываемых данных.

Таблица 1
Сравнение времени обработки данных (секунды)

Объем данных	«МойОфис»	Python
10 МБ	2.1	1.8
100 МБ	25.3	7.2
500 МБ	128.7	34.1
1 ГБ	287.2	68.9

Пример обработки данных в Python:

```
import pandas as pd
import glob
```

```

# Находим файлы .csv
all_files = glob.glob("sales/sales_*.csv")
df = pd.concat((pd.read_csv(f) for f in all_files), ignore_index=True)

# Группируем считаем сумму
result = df.groupby('product_name')['revenue'].sum().reset_index()

# Сохраняем в новый CSV
result.to_csv('total_sales_report.csv', index=False)
print("Отчет готов!")

```

Процессы ручного копирования данных и переформатирования отчетов представляют собой типичный пример рутинной деятельности, характеризующейся значительными временными затратами и высокой вероятностью человеческих ошибок. Каждая допущенная неточность, будь то опечатка в формуле или ошибка в структуре отчета, приводит к искажению аналитической информации, задержкам в принятии решений и необходимости повторного выполнения работы, что фактически удваивает временные затраты.

В современных бизнес-условиях, где скорость получения и точность аналитических данных становятся ключевыми конкурентными преимуществами, недопустимо расходовать ценное время сотрудников на выполнение механических операций. Современные технологии обработки данных предлагают эффективное решение данной проблемы через автоматизацию рутинных процессов. Инструментарий Python позволяет создавать полностью автоматизированные конвейеры обработки информации, что на практике минимизирует операционные риски и существенно повышает эффективность работы компаний.

Ярким примером является практика подготовки еженедельных отчетов, распространенная во многих организациях. Традиционно сотрудник в установленный день недели вынужден самостоятельно

загружать данные из различных источников, объединять их в единый файл, формировать аналитические графики и диаграммы, после чего отправлять результат руководителю по электронной почте. Использование Python позволяет автоматизировать данный процесс полностью – разработанный скрипт может быть настроен на автоматический запуск через планировщика задач Windows в соответствии с заданным расписанием, что исключает необходимость ручного вмешательства [12-13].

Python предоставляет расширенные возможности автоматизации по сравнению со встроенными средствами «МойОфис». Реализация скрипта еженедельного отчета:

```

import pandas as pd
import smtplib
from email.mime.multipart import MIMEMultipart
from email.mime.text import MIMEText
from email.mime.application import MIMEApplication
import matplotlib.pyplot as plt

crm_data = load_from_crm(api_key='key')
ga_data = load_from_google_analytics(account='account')

merged_data = pd.merge(crm_data, ga_data, on='user_id')
clean_data = merged_data.drop_duplicates().fillna(0)

clean_data.groupby('date')['conversion'].sum().plot()
plt.title('По дням')
plt.savefig('plot.png')

clean_data.to_excel('report.xlsx', index=False)
msg = MIMEMultipart()
msg['Subject'] = 'Еженедельный отчет'

with open('weekly_report.xlsx', 'rb') as f:
    attach = MIMEApplication(f.read(), _subtype='xlsx')
    attach.add_header('Content-Disposition', 'attachment',
filename='report.xlsx')
    msg.attach(attach)

server = smtplib.SMTP('smtp@mail.ru', 587)
server.starttls()
server.login('mail@mail.ru', 'password')

```

```

server.sendmail('mail@mail.ru',
msg.as_string())
server.quit()
print("Отправлено!")

```

Стандартные инструменты анализа «МойОфис» демонстрируют существенные ограничения при работе со сложными статистическими моделями и алгоритмами машинного обучения, требуя создания сложных обходных решений. Эти ограничения становятся особенно заметными, когда бизнес-задачи выходят за рамки базовой аналитики. Попытка построения модели прогнозирования продаж в «МойОфис» превращается в чрезвычайно сложный процесс, при котором аналитик вынужден вручную адаптировать формулы для тысяч строк данных и создавать громоздкие конструкции из встроенных функций. Любое изменение исходных данных или параметров модели приводит к трудоемкому процессу пересмотра всей структуры расчетов. В таких условиях «МойОфис» из эффективного инструмента анализа превращается в серьезное препятствие для аналитика.

В отличие от табличных процессоров, Python обладает развитой экосистемой специализированных библиотек для продвинутого анализа данных. Библиотека scikit-learn предоставляет комплексные решения для задач машинного обучения, statsmodels предлагает расширенные возможности статистического анализа, а TensorFlow и PyTorch ориентированы на реализацию алгоритмов глубокого обучения. Эти библиотеки существенно расширяют аналитические возможности: если в «МойОфис» построение регрессионной модели ограничивается базовыми возможностями, то в Python с использованием statsmodels можно получить полную диагностику модели, включая оценку значимости параметров и анализ остатков [14-15].

Библиотека scikit-learn включает оптимизированные реализации

сотен алгоритмов машинного обучения, включая линейную регрессию, деревья решений и метод k-средних. Весь аналитический процесс – от предварительной обработки данных до финальной оценки качества модели – оформляется в виде четкого и воспроизводимого кода [16].

Практическая значимость этих преимуществ становится очевидной при решении таких распространенных бизнес-задач, как анализ оттока клиентов. В среде «МойОфис» эта задача практически нереализуема – возможно лишь ручное вычисление отдельных показателей, но построение прогнозной модели оказывается невозможным. Для библиотеки scikit-learn в Python решение подобной задачи представляет собой стандартную процедуру, доступную даже начинающим специалистам по анализу данных.

```

import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.metrics import accuracy_score

# Загружаем данные
data = pd.read_csv('customers.csv')

# Целевая переменная: ушел клиент или нет (1 - да, 0 - нет)
X      =     data[['subscription_months',      'support_calls',
'total_spent']]
y      =     data['churned']

# Разделяем данные на обучающую и тестовую выборки
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y,
test_size=0.2)

# Создаем и обучаем модель случайного леса
model = RandomForestClassifier()
model.fit(X_train, y_train)

# Делаем прогнозы и оцениваем точность
predictions = model.predict(X_test)
print(f"Точность модели: {accuracy_score(y_test,
predictions):.2f}")

# Прогнозируем отток для текущих клиентов

```

```

current_customers = pd.read_csv('current.csv')
churn_risk = model.predict_proba(current_customers[X.columns])[:, 1] # вероятность ухода
current_customers['risk'] = churn_risk

# Сохраняем результат
current_customers.to_excel('risk.xlsx', index=False)

```

Реализация прогнозной аналитики, такой как выявление клиентов с высокой вероятностью оттока, позволяет компаниям своевременно запускать целевые маркетинговые кампании, что в перспективе способствует значительному снижению финансовых потерь.

При возникновении задач, связанных с интеграцией внешних API или взаимодействием с базами данных, аналитики традиционно вынуждены обращаться к встроенным языкам автоматизации, таким как Visual Basic for Applications (VBA) или Lua. Однако использование этих инструментов сопряжено со значительными сложностями, что отмечается в профессиональной литературе [12-14].

Язык VBA характеризуется сложным синтаксисом при выполнении таких задач, как организация HTTP-запросов, что приводит к созданию громоздкого кода со слабо проработанными механизмами обработки ошибок.Lua, в свою очередь, обладает существенными ограничениями функциональности, недостаточно эффективно справляется с реализацией сложных механизмов аутентификации, демонстрирует низкую гибкость при работе с динамическим контентом и обладает ограниченными возможностями парсинга HTML и JSON в рамках предоставляемого интерфейса. В результате процессы, изначально предназначенные для автоматизации, требуют доработки и ручного вмешательства [16].

В отличие от этих решений, экосистема Python предлагает специализированные библиотеки, позволяющие реализовывать сложные операции буквально в несколько строк кода. Для работы с сетевыми

запросами существует библиотека requests, для парсинга веб-страниц разработаны BeautifulSoup и Scrapy, а для взаимодействия с базами данных предлагается мощная библиотека SQLAlchemy [17].

Наглядной иллюстрацией данного преимущества является задача мониторинга цен конкурентов. При использовании «МойОфис» с языком Lua реализация такой системы требует сложной настройки и постоянного ручного копирования данных, тогда как в Python аналогичная функциональность эффективно реализуется с помощью библиотеки requests, обеспечивая полностью автоматизированное решение.

```

import requests
from bs4 import BeautifulSoup
import pandas as pd

# Список URL для мониторинга
urls = {
    'competitor_a': 'https://site-a.com/product_x',
    'competitor_b': 'https://site-b.com/product_123',
}

prices = {}
for name, url in urls.items():
    response = requests.get(url, headers={'User-Agent': 'Mozilla/5.0'})
    soup = BeautifulSoup(response.text, 'html.parser')

    # (Селекторы нужно подобрать под конкретный сайт)
    if name == 'competitor_a':
        price_tag = soup.find('span', class_='price')
    elif name == 'competitor_b':
        price_tag = soup.select_one('div.price-box')

    price = price_tag.text.strip() if price_tag else 'Not Found'
    prices[name] = price
    # Пауза между запросами из вежливости
    time.sleep(2)

# Сохраняем результат в DataFrame и выводим
df = pd.DataFrame.from_dict(prices, orient='index', columns=['Price'])
df.to_excel('competitor_prices.xlsx')
print(df)

```

На основе проведенного сравнительного анализа разработаны практические рекомендации по выбору между Python и «МойОфис» для различных бизнес-задач. Ключевым фактором эффективности является соответствие выбора инструмента специфике решаемой задачи, объему данных и квалификации пользователя (Таблица 2).

Таблица 2

Критерии выбора инструмента для анализа данных

Критерий выбора	«МойОфис»	Python
Объем данных	< 100 МБ / 1 млн строк	> 100 МБ / 1 млн строк
Тип задачи	Оперативный анализ, ад-хок запросы, быстрое прототипирование	Сложные ETL-процессы, машинное обучение, прогнозная аналитика
Автоматизация процессов	Базовая (макросы, шаблоны)	Продвинутая (скрипты, планировщик задач, пайплайны)
Квалификация пользователя	Начальная-средняя	Средняя-высокая
Интеграция с внешними системами	Ограниченнная (базовые HTTP-запросы)	Расширенная (REST API, базы данных, веб-скрапинг)
Визуализация результатов	Интерактивные дашборды, диаграммы, сводные таблицы	Статические и интерактивные графики, кастомные визуализации
Совместная работа	Реализована на уровне документов	Требует дополнительных инструментов (Git, Jupyter)

Для упрощения выбора между Python и «МойОфис» при решении аналитических задач предлагается структурированный алгоритм принятия решения. Данный алгоритм основан на ключевых сравнительных параметрах, выявленных в ходе исследования, и проводит пользователя через последовательность критически важных критериев (рис. 1).

Первичным фильтром является размер набора данных. Для данных, превышающих 100 МБ или содержащих более 1 миллиона строк, Python является безальтернативным выбором благодаря своей повышенной производительности и стабильности при работе с большими объемами. «МойОфис» подходит для работы с наборами данных, не превышающими указанные пороги.

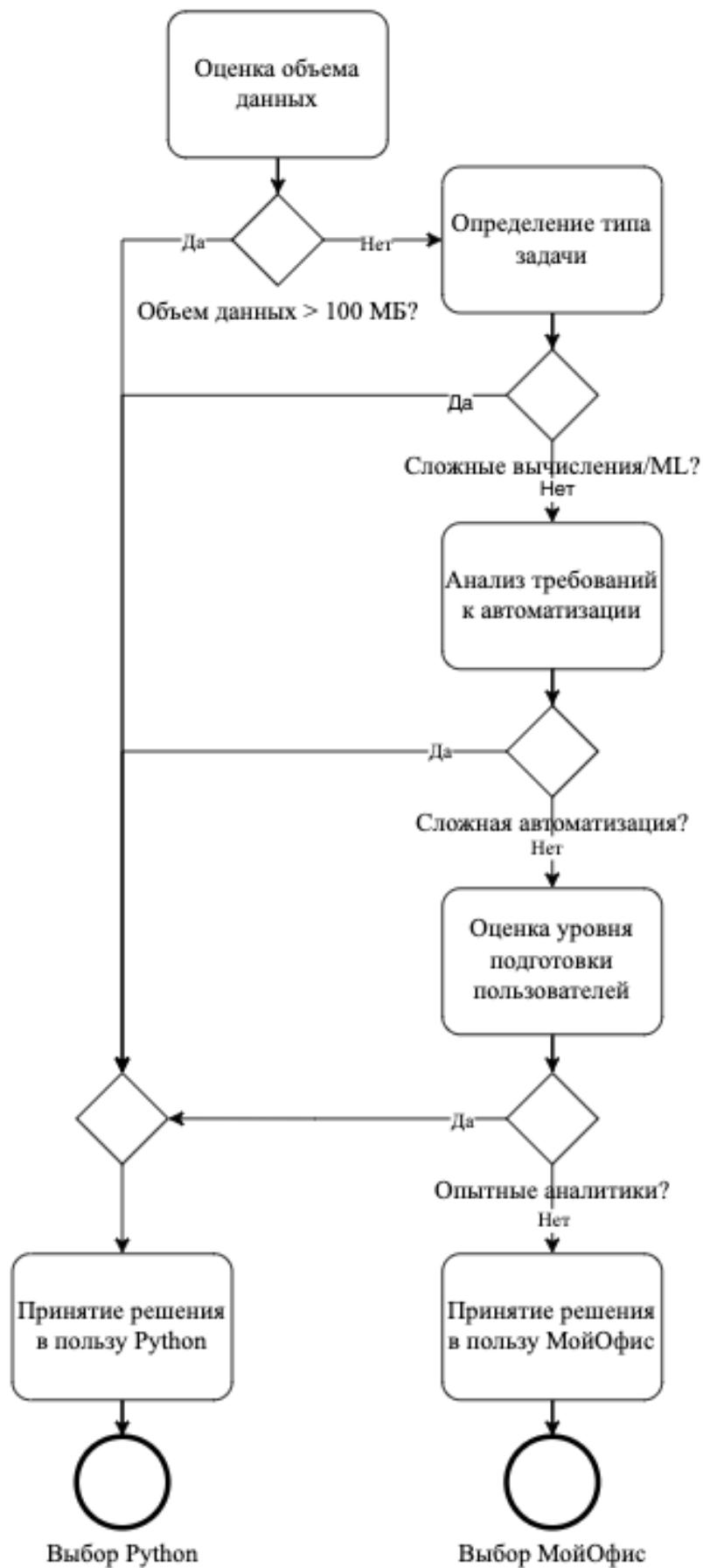


Рис. 1 – BPMN-модель процесса выбора инструмента анализа данных

Характер аналитической задачи определяет требуемые возможности инструмента. «МойОфис» эффективен для оперативного, ад-хок анализа и быстрого прототипирования с использованием интуитивного графического интерфейса. Для задач, связанных со сложными преобразованиями данных, машинным обучением или прогнозным моделированием, необходим Python, обеспечивающий соответствующую вычислительную мощность и доступ к специализированным библиотекам.

Потребность в автоматизации процессов существенно влияет на решение. «МойОфис» предлагает базовую автоматизацию с помощью макросов и шаблонов. Однако для рабочих процессов, требующих регулярной автоматизации с интеграцией множества источников данных (API, базы данных), Python со своими скриптовыми возможностями и планировщиками задач является оптимальным решением [21].

Техническая компетентность пользователей является практическим определяющим фактором. «МойОфис», обладая низким порогом входления, более доступен для команд с начальным и средним уровнем подготовки. В свою очередь, Python, несмотря на более сложную кривую обучения, открывает доступ к расширенным возможностям и является предпочтительной средой для опытных аналитиков данных.

Систематическое применение данного алгоритма позволяет организациям и отдельным аналитикам делать обоснованный выбор, который согласует сильные стороны инструмента со специфическими требованиями их рабочих задач, тем самым оптимизируя как эффективность, так и распределение ресурсов.

Наиболее эффективной представляется гибридная модель работы, при которой Python используется для предварительной обработки больших массивов данных и построения сложных моделей, а «МойОфис» – для финальной визуализации, формирования отчетов и представления результатов руководству. Такой подход позволяет объединить

производительность Python с удобством и наглядностью «МойОфис», создавая оптимальную среду для аналитической работы в современных бизнес-условиях.

Проведенное исследование демонстрирует, что «МойОфис» и Python представляют собой не конкурирующие технологии, а взаимодополняющие инструменты в арсенале современного аналитика. Выбор между ними должен определяться конкретными бизнес-целями и специфическими требованиями к аналитическим процессам.

«МойОфис» сохраняет свои позиции как эффективное решение для оперативного анализа данных, обеспечивая быстроту освоения и удобство работы с ограниченными объемами информации. В свою очередь, Python становится необходимым инструментом при переходе на качественно новый уровень работы с данными, особенно в сценариях, требующих обработки значительных массивов информации, реализации сложного прогнозного моделирования и автоматизации регулярной отчетности.

Наилучшие результаты достигаются при реализации комплексного подхода, при котором Python используется для ресурсоемких операций по сбору и обработке данных, а «МойОфис» выполняет роль удобного и доступного интерфейса для визуализации полученных результатов и их последующего представления стейкхолдерам.

Таким образом, осознанное применение сильных сторон каждого инструмента в зависимости от контекста решаемой задачи становится ключевым фактором обеспечения профессиональной и эффективной работы с данными в современных бизнес-условиях.

Заключение

Проведенное исследование наглядно демонстрирует, что Python и «МойОфис» представляют собой не альтернативные, а

взаимодополняющие инструменты в арсенале современного аналитика. Каждый из них обладает своей областью эффективного применения, определяемой характером и объемом решаемых задач.

«МойОфис» сохраняет неоспоримые преимущества для оперативного анализа небольших и средних объемов данных, обеспечивая низкий порог вхождения, интуитивно понятный интерфейс и мощные возможности для интерактивной визуализации и совместной работы. Он остается идеальным решением для быстрого разведочного анализа, создания дашбордов и работы с отчетами, не требующими сложных вычислений.

В свою очередь, Python утвердился как стандарт де-факто для задач, выходящих за рамки возможностей табличных процессоров. Его ключевые преимущества – высокая производительность при обработке больших данных, наличие мощных библиотек для машинного обучения (scikit-learn, TensorFlow) и статистического анализа (statsmodels), а также широкие возможности для автоматизации рутинных процессов и интеграции с внешними системами. Для задач, связанных с Big Data, построением прогнозных моделей и созданием воспроизводимых аналитических конвейеров, Python является безальтернативным выбором.

Таким образом, наиболее эффективной представляется гибридная модель использования этих инструментов, при которой Python применяется для ресурсоемких этапов работы с данными: их сбора, очистки, сложных вычислений и построения моделей. Затем готовые и агрегированные результаты передаются в «МойОфис» для финальной визуализации, форматирования и удобного представления широкому кругу стейкхолдеров.

Стратегический выбор между Python, «МойОфис» или их комбинацией должен основываться на четком понимании специфики бизнес-задач, объема данных и требований к производительности.

Осознанное применение сильных сторон каждого инструмента является залогом построения профессиональной, масштабируемой и эффективной системы анализа данных в современной организации.

Полученные результаты открывают несколько перспективных направлений для дальнейших исследований. Представляет интерес расширение исследования за счет включения таких популярных инструментов, как Google Sheets, R, Apache Spark и специализированных BI-платформ. Это позволит создать более полную картину экосистемы аналитических инструментов. Актуальным направлением является разработка и тестирование оптимальных моделей интеграции Python и «МойОфис» в единые аналитические конвейеры, включая автоматизацию передачи данных между системами.

С учетом тренда на облачные вычисления [22-23] перспективным представляется исследование производительности рассматриваемых инструментов в облачных средах с распределенными вычислениями. Важным дополнением могло бы стать исследование совокупной стоимости владения, учитывающее не только производительность, но и затраты на лицензии, обучение сотрудников и техническую поддержку. Интерес представляет адаптация методики исследования для специфических отраслевых задач, таких как финансовое моделирование, анализ временных рядов в энергетике или обработка геоданных. В контексте импортозамещения перспективным направлением является углубленное изучение совместимости «МойОфис» с отечественными операционными системами и аппаратными платформами, а также анализ возможностей российских библиотек для Data Science.

Проведенное исследование подтверждает, что в современных условиях оптимальные результаты достигаются не выбором единственного «лучшего» инструмента, а построением гибкой аналитической экосистемы, где каждый инструмент используется в соответствии со своими сильными

сторонами. Дальнейшее развитие этого направления исследований будет способствовать формированию методологии осознанного выбора и эффективного использования аналитических инструментов.

Список использованных источников

1. МояТаблица // МойОфис Таблица - защищенный редактор для построения электронных таблиц и ведения расчетов URL: <https://myoffice.ru/apps/table/> (дата обращения: 18.09.2025).
2. Никифорова Н.А. Анализ применения технологии Business Intelligence в банковской сфере / Н.А. Никифорова, А.А. Шихов // Вестник Академии знаний. 2024. № 6. С. 597-601
3. Азевич А.И., Лавренова Е.В., Пустовойтенко М.В., Рябикова Д.Л. Эдьютон «Мы знаем МЭШ» как комплексный учебно-познавательный проект // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования, 2024. №2(68). С. 94-105.
4. Титов А.Н., Тазиева Р.Ф. Основы работы с библиотекой NumPy. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2024. - 112 с.
5. Шульгин Д.Г. Надстройки на Lua в приложениях МойОфис. - Москва: ДМК Пресс, 2025. - 210 с.
6. Python 3.12.12 documentation // Python URL: <https://docs.python.org/3.12/> (дата обращения: 19.09.2025).
7. User Guide // Pandas URL: https://pandas.pydata.org/docs/user_guide/index.html (дата обращения: 19.09.2025).
8. NumPy documentation // NumPy URL: <https://numpy.org/doc/stable/> (дата обращения: 19.09.2025).
9. Фартушнов Н. С. Библиотеки языка Python для машинного обучения, их возможности и преимущества / Н. С. Фартушнов // Теория и практика современной науки. – 2020. – № 5(59). – С. 397-403. – EDN NXQWXV.
10. Пасхавер Б. Pandas в действии. - СПб.: Питер, 2025. - 512 с.
11. Зимин И.А. Автоматизированная система формирования и анализа отчетов в реальном времени // Вестник науки. № 6 (87). Том. 5 ч. 1. 2025. С. 647-653.

12. Зимин И.А. Автоматизированная система отчетов // Cyberleninka URL: [Электронный ресурс]// Форум молодых ученых.-2025.- №6(106) (дата публикации: 20.06.2025).- URL: ссылка на вашу статью (дата обращения: 18.12.2025).
13. Statsmodels // statsmodels URL: <https://www.statsmodels.org/stable/> (дата обращения: 19.09.2025).
14. TensorFlow Tutorial // GeeksforGeeks URL: <https://www.geeksforgeeks.org/deep-learning/tensorflow/> (дата обращения: 19.09.2025).
15. PyTorch documentation // PyTorch URL: <https://docs.pytorch.org/docs/stable/index.html> (дата обращения: 19.09.2025).
16. Корныхин Е.В., Хорошилов А.В. Использование языка программирования Python для описания ограничений на архитектурные модели. Труды Института системного программирования РАН. 2015;27(5). С.143-156. [https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2015-27\(5\)-8](https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2015-27(5)-8).
17. Груздев Д.Ю. Макросы в работе современного письменного переводчика / Д. Ю. Груздев, В. В. Демочкина, А. С. Макаренко // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 2: Гуманитарные науки. – 2024. – Т. 39, № 1. – С. 33-52. – DOI 10.21779/2542-0313-2024-39-1-33-52. – EDN SUISNG.
18. Документация Beautiful Soup // Crummy URL: <https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/bs4/doc.ru/bs4ru.html> (дата обращения: 19.09.2025).
19. Васильченко А.М. Как проводить анализ данных при помощи python? //Иновации и инвестиции. 2023. №. 5. С. 161-165.
20. Документация по SQLAlchemy // Pythondoc URL: <https://pythondoc.ru/docs/sqlalchemy/2.0/> (дата обращения: 21.09.2025).
21. Сторожева В.К., Тихоненко Д.В. Сфера применения языка Python // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: сборник материалов V Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики : в 3 т. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова. – Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, 2022. – Т. 2. – С. 498–500. .
22. Лобанова А.С. Методы применения искусственного интеллекта для автоматизации бизнес-процессов организаций / А. С. Лобанова, В. К. Денисенко, Д. В. Ивашкова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и использования : Материалы международной научно-практической

конференции, Казань, 10–11 апреля 2025 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2025. – С. 1568-1570. – EDN PYQYLO.

23. Кошелев А.Н. AI и творчество: пересечение искусственного интеллекта и искусства / А. Н. Кошелев, Н. Р. Жамейко, В. К. Денисенко // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика : Тезисы докладов Тридцать первой международной научно-технической студентов и аспирантов, Москва, 13–15 марта 2025 года. – Москва: ООО "Центр полиграфических услуг "Радуга", 2025. – С. 384. – EDN AVXGBT.

References

1. *MoyaTablica // MojOfis Tablica - zashchishchennyj redaktor dlya postroeniya elektronnyh tablic i vedeniya raschetov* [My Table // MyOffice Table - a secure editor for building spreadsheets and calculations] URL: <https://myoffice.ru/apps/table/> / (date of reference: 18.09.2025). (In Russ.)
2. Nikiforova N.A. *Analiz primeneniya tekhnologii Business Intelligence v bankovskoj sfere* // *Vestnik Akademii znanij* [Analysis of the application of Business Intelligence technology in the banking sector // Bulletin of the Academy of Knowledge]. 2024. No. 6. -Pp. 597-601. (In Russ.)
3. Azevich A.I., Lavrenova E.V., Pustovojtenko M.V., Ryabikova D.L. *Ed'yuton «My znaem MESH» kak kompleksnyj uchebno-poznavatel'nyj proekt* // *Vestnik MGPU. Seriya: Informatika i informatizaciya obrazovaniya* [Edutone "We know the MASH" as a comprehensive educational and cognitive project // Bulletin of the Moscow State Pedagogical University. Series: Informatics and Informatization of Education], 2024. №2(68). - Pp. 94-105. (In Russ.)
4. Python 3.12.12 documentation // Python URL: <https://docs.python.org/3.12/> / (date of reference: 19.09.2025). (In Eng.)
5. User Guide // Pandas URL: https://pandas.pydata.org/docs/user_guide/index.html (date of reference: 19.09.2025). (In Eng.)
6. NumPy documentation // NumPy URL: <https://numpy.org/doc/stable/> / (date of reference: 19.09.2025). (In Eng.)
7. Fartushnov N.S. *Biblioteki yazyka Python dlya mashinnogo obucheniya, ikh vozmozhnosti i preimushchestva* // *Teoriya i praktika sovremennoj nauki* [Python libraries for machine learning, their capabilities and advantages / N. S. Fartushnov // Theory and Practice of modern Science]. – 2020. – № 5(59). – Pp. 397-403. – EDN NXQWXV. (In Russ.)

8. Paskhaver B. *Pandas v dejstvii* [Pandas in action]. St. Petersburg: Peter, 2025. - 512 p. (In Russ.)
9. Titov A.N., Tazieva R.F. *Osnovy raboty s bibliotekoj NumPy* [Fundamentals of working with the NumPy library]. Kazan: Kazan National Research Technological University, 2024. - 112 p. (In Russ.)
10. Zimin I.A. *Avtomatizirovannaya sistema formirovaniya i analiza otchetov v real'nom vremeni // Vestnik nauki.* [Automated system for generating and analyzing reports in real time // Bulletin of Science]. № 6 (87). Vol. 5 part. 1. 2025. - Pp. 647-653. (In Russ.)
11. Zimin I.A. *Avtomatizirovannaya sistema otchetov // Forum molodyh uchenyh.-2025.* [Automated reporting system // Cyberleninka URL: [Electronic resource]// Forum of Young Scientists.-2025]- №6(106) (data publikacii: 20.06.2025). (In Russ.)
12. Statsmodels // statsmodels URL: <https://www.statsmodels.org/stable/> / (date of reference: 19.09.2025). (In Eng.)
13. TensorFlow Tutorial // GeeksforGeeks URL: <https://www.geeksforgeeks.org/deep-learning/tensorflow/> / (date of reference: 19.09.2025). (In Eng.)
14. PyTorch documentation // PyTorch URL: <https://docs.pytorch.org/docs/stable/index.html> (date of reference: 19.09.2025). (In Eng.)
15. Kornykhin E.V., Khoroshilov A.V. *Ispol'zovanie yazyka programmirovaniya Python dlya opisaniya ogranicenij na arhitekturnye modeli. Trudy Instituta sistemnogo programmirovaniya RAN* [Using the Python programming language to describe constraints on architectural models. Proceedings of the Institute of System Programming of the Russian Academy of Sciences]. 2015; 27(5). - Pp.143-156. [https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2015-27\(5\)-8](https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2015-27(5)-8). (In Russ.)
16. Shulgin D. G. *Nadstrojki na Lua v prilozheniyah MojOfis* [Lua add-ons in MyOffice applications]. - Moscow: DMK Press, 2025. - 210 p. (In Russ.)
17. Gruzdev D.YU. *Makrosy v rabote sovremennoj pis'mennoj perevodchika // Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 2: Gumanitarnye nauki* [Macros in the work of a modern translator // Bulletin of Dagestan State University. Series 2: Humanities]. – 2024. – T. 39, № 1. – Pp. 33-52. – DOI 10.21779/2542-0313-2024-39-1-33-52. – EDN SUISNG. (In Russ.)
18. Beautiful Soup documentation // Crummy URL: <https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/bs4/doc.ru/bs4ru.html> (date of access: 09/19/2025). (In Eng.)

19. Vasil'chenko A.M. *Kak provodit' analiz dannyh pri pomoshchi python?* // *Innovacii i investicii*. [How to analyze data using python?]. 2023. №. 5. - Pp. 161-165. (In Russ.)
20. SQLAlchemy documentation // Pythondoc URL: <https://pythondoc.ru/docs/sqlalchemy/2.0/> (date of access: 09/21/2025). (In Eng.)
21. Storozheva V.K., Tihonenko D.V. *Sfery primeneniya yazyka Python* // *Aktual'nye problemy aviacii i kosmonavtiki: sbornik materialov V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj Dnyu kosmonavtiki* [Areas of application of the Python language // Actual problems of aviation and cosmonautics: a collection of materials from the V International Scientific and Practical Conference dedicated to Cosmonautics Day] : v 3 t. / pod obshch. red. YU. YU. Loginova. – Krasnoyarsk: Sibirskij gosudarstvennyj universitet nauki i tekhnologij imeni akademika M. F. Reshetneva, 2022. – T. 2. – Pp. 498–500. (In Russ.)
22. Lobanova A. S. *Metody primeneniya iskusstvennogo intellekta dlya avtomatizacii biznes-processov organizacii* // *Cifrovye sistemy i modeli: teoriya i praktika proektirovaniya, razrabotki i ispol'zovaniya* : Materialy mezdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Kazan', 10–11 aprelya 2025 goda [Methods of applying artificial intelligence to automate business processes of an organization // Digital systems and models: theory and practice of design, development and use : Proceedings of the international scientific and practical conference, Kazan, April 10-11, 2025]. / A. S. Lobanova, V. K. Denisenko, D. V. Ivashkova/ - Kazan: Kazan State Power Engineering University, 2025. Pp. 1568-1570. EDN PYQYLO. (In Russ.).
23. Koshelev A. N. *AI i tvorchestvo: pereschenie iskusstvennogo intellekta i iskusstva* // *Radioelektronika, elektrotehnika i energetika : Tezisy dokladov Tridcat' pervoj mezdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy studentov i aspirantov, Moskva, 13–15 marta 2025 goda*. [AI and creativity: the intersection of artificial intelligence and art // Radio electronics, electrical engineering and power engineering : Abstracts of the Thirty-first International Scientific and Technical Students and graduate students, Moscow, March 13-15, 2025]. A. N. Koshelev, N. R. Zhameyko, V. K. Denisenko/ – Moscow: Raduga Printing Services Center, LLC, 2025. – p. 384. – EDN AVXGBT. (In Russ.).

Сведения об авторах:

Кошелев Алексей Николаевич – студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: KoshelevAN@mpei.ru

Денисенко Вера Константиновна – ассистент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: DenisenkoVK@mpei.ru

Румасова Надежда Юрьевна – ассистент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: RumasovaNY@mpei.ru

Статья поступила в редакцию: 16.10.2025 г.

Статья принята к публикации: 12.11.2025 г.

Для цитирования: Кошелев А.Н., Денисенко В.К., Румасова Н.Ю. Сравнение Python и «МойОфис» в разных задачах // Менеджмент. Экономика. Информатика (М. Э. И.). – 2025. – Т. 1. – № 3. – С. 163-191.

For citation: Koshelev A.N., Denisenko V.K., Rumasova N.U. Comparing Python and MyOffice in different tasks // Management. Economics. Informatics (M. E. I.). – 2025. – Vol. 1. – No. 3. – P. 163-191

УДК 004.056.55

DOI: 10.24160/3033-6333-2025-1-3-192-217

Денисенко В.К., Никитина О.М., Кошелев А.Н.
ФГБОУ ВО НИУ «Московский энергетический институт»,
Россия, Москва

Denisenko V.K., Nikitina O.M., Koshelev A.N.
National Research University «Moscow Power Engineering Institute»,
Russia, Moscow

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЕРИФИКАЦИИ ЦЕПОЧКИ СЕРТИФИКАТОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСИ

AUTOMATION OF THE ELECTRONIC SIGNATURE CERTIFICATE CHAIN VERIFICATION PROCESS

Аннотация

Введение. Актуальность исследования обусловлена существующим разрывом между теоретическими основами инфраструктуры открытых ключей (PKI) и практическими реализациями систем проверки электронной подписи (ЭП). Многие существующие решения ограничиваются базовой проверкой, не обеспечивая комплексной верификации всей цепочки сертификатов, включая проверку статуса отзыва и семантических ограничений. Целью работы является разработка и реализация программного модуля для автоматизации полномасштабной проверки цепочки сертификатов ЭП.

Материалы и методы. Объектом исследования выступили цепочки

сертификатов X.509 в контексте обеспечения доверия в PKI. Для достижения цели был применен комплекс методов: проведен анализ стандартов PKI (X.509, RFC 5280), разработан многоуровневый алгоритм верификации и реализован прототип системы на языке Python с использованием библиотеки cryptography. Методология включала модульное проектирование системы, реализацию конвейерной обработки данных, кэширование запросов к списку отзываемых сертификатов (CRL) для оптимизации производительности и поэтапную валидацию: парсинг, построение цепочки, проверка подписей, сроков действия, отзыва и расширений.

Результаты исследования. В результате работы был создан программный модуль, обеспечивающий сквозную автоматизацию проверки цепочек сертификатов. Разработанный интегрированный алгоритм объединяет все этапы верификации в единый конвейер, который включает построение цепочки доверия и многоуровневую валидацию с детализированной диагностикой ошибок. Для оптимизации производительности внедрен механизм кэширования CRL, позволяющий снизить сетевую нагрузку, а также была разработана подсистема формирования структурированных отчетов в машино- и человекочитаемом форматах для последующего анализа.

Обсуждение и заключение. Практическая значимость исследования подтверждается возможностью использования разработанного модуля в качестве инструмента аудита безопасности PKI, компонента систем электронного документооборота и средства автоматизации в процессах CI/CD. Эффективность предложенного решения доказана его способностью обеспечивать надежную и масштабируемую проверку цепочек доверия. Перспективы развития системы связаны с добавлением поддержки OCSP, адаптацией под отечественные стандарты ЭП и интеграцией с перспективными криптографическими алгоритмами.

Abstract

Introduction. The relevance of this study is determined by the existing gap between the theoretical foundations of Public Key Infrastructure (PKI) and the practical implementations of electronic signature (ES) verification systems. Many existing solutions are limited to basic verification, failing to provide comprehensive validation of the entire certificate chain, including revocation status checks and semantic constraints. The aim of the work is to develop and implement a software module for automating the full-scale verification of an electronic signature certificate chain.

Materials and Methods. The object of the study was X.509 certificate chains in the context of establishing trust within PKI. A set of methods was applied to achieve the goal: analysis of PKI standards (X.509, RFC 5280) was conducted, a multi-level verification algorithm was developed, and a system prototype was implemented in Python using the cryptography library. The methodology included modular system design, implementation of pipelined data processing, caching of Certificate Revocation List (CRL) requests for performance optimization, and step-by-step validation: parsing, chain building, signature verification, validity period checks, revocation checks, and extension validation.

Research Results. The outcome of the work is a software module that provides end-to-end automation for verifying certificate chains. The developed integrated algorithm combines all verification stages into a single pipeline, including building the trust chain and performing multi-level validation with detailed error diagnostics. To optimize performance, a CRL caching mechanism was implemented to reduce network load, and a subsystem for generating structured reports in both machine- and human-readable formats for subsequent analysis was developed.

Discussion and Conclusion. The practical significance of the research is

confirmed by the potential use of the developed module as a PKI security audit tool, a component of electronic document management systems, and an automation tool in CI/CD processes. The effectiveness of the proposed solution is proven by its ability to provide reliable and scalable verification of trust chains. Future development of the system is associated with adding support for OCSP, adaptation to national ES standards, and integration with promising cryptographic algorithms.

Ключевые слова: электронная подпись, инфраструктура открытых ключей, цепочка сертификатов, верификация, X.509, отзыв сертификатов, CRL, автоматизация, кибербезопасность, электронный документооборот

Keywords: electronic signature, public key infrastructure, certificate chain, verification, X.509, certificate revocation, CRL, automation, cybersecurity, electronic document management

Введение

Современный этап цифровой трансформации экономики и государственного управления характеризуется повсеместным внедрением электронного документооборота (ЭДО), что обуславливает возрастающие требования к обеспечению юридической значимости, конфиденциальности и целостности электронных документов. Ключевую роль в решении этих задач играет технология электронной подписи (ЭП), основанная на принципах инфраструктуры открытых ключей (Public Key Infrastructure, PKI). Однако практическое применение ЭП сопряжено с комплексом технических проблем, связанных не только с проверкой криптографической подписи отдельного документа, но и с установлением доверия ко всей цепочке сертификатов, участвующих в процессе верификации.

Актуальность данного исследования обусловлена наличием существенного пробела между теоретическими основами PKI и практическими реализациями систем проверки ЭП. Многие существующие решения, включая встроенные механизмы операционных систем и стандартные библиотеки, ограничиваются базовой проверкой подписи и срока действия сертификата, оставляя без внимания такие критически важные аспекты, как проверка статуса отзыва сертификатов через списки отзыва (CRL) или онлайн-протоколы (OCSP), а также полная верификация цепочки доверия от конечного сертификата до доверенного корневого удостоверяющего центра. Ручная проверка этих параметров является трудоемкой, подверженной человеческим ошибкам и не может быть эффективно масштабирована в условиях массового электронного документооборота.

Анализ современного состояния проблемы показывает, что, несмотря на наличие стандартизованных протоколов и форматов данных (X.509, RFC 5280), отсутствуют универсальные инструменты, предоставляющие детальную и наглядную диагностику всех звеньев цепочки сертификатов. Такие инструменты, как OpenSSL, требуют глубоких технических знаний и сложны для интеграции в автоматизированные процессы, тогда как высокоуровневые библиотеки зачастую не предоставляют достаточной глубины контроля над процессом верификации.

Целью настоящего исследования является разработка и реализация программного модуля для автоматизации комплексной проверки цепочки сертификатов электронной подписи. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

1. Провести анализ стандартов PKI и алгоритмов верификации цепочек сертификатов.
2. Разработать алгоритм автоматизированной проверки,

включающий установление цепочки доверия, проверку сроков действия, валидацию цифровых подписей и контроль статуса отзыва сертификатов через CRL.

3. Реализовать прототип системы на языке Python с использованием библиотеки «cryptography» для работы с сертификатами X.509.

4. Внедрить механизм кэширования запросов к CRL для оптимизации производительности.

5. Экспериментально оценить эффективность предложенного решения на тестовых наборах данных, имитирующих различные сценарии валидности цепочек сертификатов.

Научная новизна работы заключается в создании интегрированного алгоритма проверки, который сочетает все этапы верификации цепочки сертификатов в едином конвейере с расширенной диагностикой ошибок и механизмом оптимизации сетевых запросов. В отличие от существующих решений, предлагаемый подход обеспечивает сквозную автоматизацию процесса с формированием структурированного отчета, пригодного для интеграции в системы управления безопасностью и электронного документооборота.

Практическая значимость исследования определяется возможностью использования разработанного программного модуля в качестве инструмента аудита безопасности PKI, компонента систем ЭДО, а также средства разработки для верификации сертификатов в процессах непрерывной интеграции и поставки программного обеспечения (CI/CD).

Обзор литературы

Теоретической основой исследования выступили международные стандарты PKI: ITU-T X.509 [1] и RFC 5280 [2], определяющие структуру сертификатов и процедуры верификации. Правовую базу составили

Федеральный закон № 63-ФЗ [3] и национальные стандарты ГОСТ Р 34.10-2012 [4] и ГОСТ Р 34.11-2012 [5].

Адаптацией международных стандартов к российским реалиям занимались Д.А. Мельников и А.Д. Мельников [6]. Вопросы практической реализации PKI систем освещены в работах В.С. Горбатова [7] и современных учебных пособиях [8-10]. Криптографические аспекты исследованы в трудах К.Н. Панкова [11] по постквантовой криптографии и К.А. Андреевой [12] по оптимизации алгоритмов ЭП. Ряд публикаций принадлежит авторам [13-14].

Тестирование PKI систем отражено в исследованиях NIST [15] и открытых проектах CFSSL [16], BadSSL [17]. Методологические основы разработки представлены в работе Роберта Мартина [18].

Анализ литературы показал, что, несмотря на глубокую проработку отдельных аспектов PKI, вопросы комплексной автоматизации верификации цепочек сертификатов остаются недостаточно исследованными, что определяет новизну настоящей работы.

Материалы и методы

Объектом исследования выступили цепочки сертификатов X.509 [1] в контексте обеспечения доверия в инфраструктуре открытых ключей (PKI) [6]. В качестве исходных данных использовались цифровые сертификаты в форматах Privacy-Enhanced Mail (PEM) и Distinguished Encoding Rules (DER), включая конечные, промежуточные и корневые сертификаты, соответствующие стандарту X.509 v3. Для тестирования применялись специально сгенерированные тестовые наборы данных, имитирующие различные сценарии [15-17]: валидные цепочки, цепочки с отзываными сертификатами, истекшими сроками действия и некорректными подписями.

Теоретический анализ стандартов PKI (X.509, RFC 5280) и алгоритмов верификации цепочек сертификатов позволил сформулировать требования к системе и определить набор обязательных проверок.

Архитектура системы была разработана на основе модульного принципа, где были выделены ключевые компоненты: модуль парсинга и валидации синтаксиса сертификатов, движок построения и валидации цепочки доверия, модуль проверки статуса отзыва через CRL, механизм кэширования CRL и подсистема формирования отчетности. Такое разделение обеспечило высокую связность внутри модулей и слабую связанность между ними, что упрощает тестирование, сопровождение и расширение системы.

Был разработан и реализован многоуровневый алгоритм верификации, включающий этапы парсинга и первоначальной валидации с преобразованием сертификатов во внутреннюю объектную модель, построения цепочки доверия с использованием рекурсивного алгоритма по стратегии «от листа к корню», а также комплексной проверки валидности с последовательной валидацией срока действия, цифровой подписи, статуса отзыва и семантических ограничений в расширениях сертификатов.

Прототип системы был реализован на языке программирования Python с использованием библиотеки «cryptography» для низкоуровневых криптографических операций и работы с сертификатами X.509 [1]. Для минимизации сетевых задержек и снижения нагрузки на серверы центров сертификации был внедрен механизм кэширования запросов к CRL, использующий стратегию TTL (Time to Live), при которой время жизни кэшированного CRL определяется на основе поля nextUpdate из самого списка.

Завершающим элементом методологии стала реализация подсистемы формирования отчетности, агрегирующей результаты всех проверок и генерирующей структурированный отчет в машиночитаемом и человекоко-

читаемом форматах. Данный комплекс методов обеспечил создание программного модуля, способного выполнять полномасштабную автоматизированную проверку цепочек сертификатов электронной подписи.

Результаты исследования

Архитектура системы верификации

Разработанная система верификации цепочек сертификатов X.509 [1] основана на модульном принципе построения, обеспечивающем высокие показатели производительности, масштабируемости и возможности интеграции в существующую инфраструктуру открытых ключей (PKI). Модульная архитектура позволяет осуществлять независимое развитие и тестирование отдельных компонентов [18], а также обеспечивает простоту адаптации системы для поддержки новых стандартов и протоколов, включая OCSP stapling [19] и сертификаты на основе постквантовой криптографии [11]. Общая архитектура системы, иллюстрирующая взаимодействие ключевых модулей (рис. 1).

Фундаментальным компонентом системы выступает модуль парсинга и валидации синтаксиса сертификатов X.509 [1], выполняющий функцию входной точки системы верификации. Данный модуль преобразует бинарные данные сертификата в DER-кодировке или его текстовое представление в формате PEM во внутреннюю объектную модель, пригодную для программной обработки. Функциональность модуля включает синтаксический разбор с декодированием структуры ASN.1 [20] и извлечением всех полей сертификата, валидацию синтаксиса с проверкой корректности формата данных и соответствия структуры стандарту X.509, а также предварительную фильтрацию с проверкой срока

действия сертификата относительно текущего системного времени. Выделение парсинга в отдельный модуль позволяет централизованно обрабатывать ошибки формата и обеспечивать консистентность данных для последующих этапов проверки.

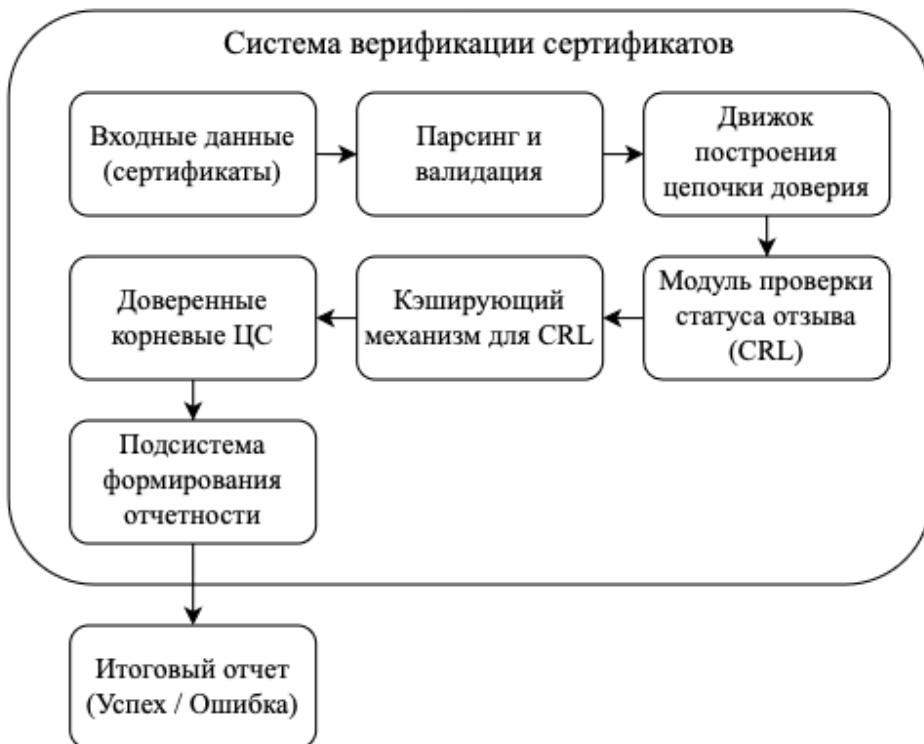


Рис. 1 – Структурная схема системы верификации цепочек сертификатов X.509

Центральным звеном системы является движок построения и валидации цепочки доверия, ответственный за семантическую проверку цепочек сертификатов от конечного субъекта до доверенного корневого центра сертификации. Движок выполняет автоматический поиск промежуточных сертификатов в переданном наборе и доверенном хранилище для построения полной цепочки, осуществляет верификацию пути доверия через последовательную проверку цифровых подписей, а также проводит валидацию семантических ограничений, заданных в расширениях сертификатов. Алгоритм построения цепочки реализует модель «от корня к листу», соответствующую стандартным практикам

PKI, что обеспечивает проверку флагов Центра сертификации (Certificate Authority, CA) и длины пути в расширении Basic Constraints, подтверждение права подписи сертификатов в Key Usage и проверку допустимости использования конечного сертификата в Extended Key Usage [2].

Критически важным компонентом системы выступает модуль проверки статуса отзыва сертификатов через списки отзыва (CRL). Модуль анализирует расширение CRL Distribution Points [2] для получения локаторов списков отзыва, загружает CRL из указанных точек распространения, верифицирует цифровую подпись CRL с использованием открытого ключа издавшего центра сертификации и выполняет поиск серийного номера проверяемого сертификата в полученном списке. Проверка статуса отзыва обеспечивает актуальность верификации, поскольку даже криптографически корректный сертификат может быть скомпрометирован и отозван.

Для оптимизации производительности системы реализован кэширующий механизм для CRL, минимизирующий сетевые задержки и снижающий нагрузку на серверы центров сертификации. Механизм использует стратегию TTL (Time-To-Live) [2], определяя время жизни кэшированной CRL на основе поля nextUpdate из самого списка, что гарантирует исключение устаревших данных при проверке. При попытке использования кэшированной CRL с истекшим сроком nextUpdate система автоматически инициирует загрузку обновленной версии, а разделение кэша по уникальным идентификаторам CRL позволяет эффективно управлять списками от различных центров сертификации.

Завершающим компонентом архитектуры является подсистема формирования отчетности, агрегирующая результаты работы всех предыдущих модулей и формирующая структурированный отчет. Подсистема генерирует детализированный отчет с общим статусом

верификации и подробной информацией по каждому этапу проверки, использует систему кодирования ошибок с уникальными идентификаторами и понятными описаниями для упрощения диагностики проблем, а также поддерживает различные форматы вывода.

Взаимодействие между модулями организовано по последовательной конвейерной схеме, где выходные данные одного модуля становятся входными для следующего, что обеспечивает сквозную проверку всех аспектов цепочки доверия. Типичный поток верификации начинается с подачи на вход системы целевого сертификата и набора промежуточных сертификатов. Модуль парсинга преобразует все сертификаты во внутреннее представление и выполняет первоначальную синтаксическую проверку. Движок построения цепочки принимает разобранные сертификаты, строит путь до доверенного корня и выполняет валидацию политик. Для каждого сертификата в построенной цепочке модуль проверки статуса отзыва, взаимодействуя с кэширующим механизмом, проверяет отсутствие сертификата в списках отзыва. Финальным этапом становится сбор подсистемой отчетности результатов от всех модулей и формирование итогового отчета о верификации. Представленная архитектура обеспечивает четкое разделение ответственности между компонентами и создает основу для простого расширения функциональности, включая добавление новых модулей без изменения существующей логики системы.

Алгоритм верификации цепочки сертификатов

Разработанный алгоритм верификации цепочки сертификатов реализует многоуровневую проверку, основанную на стандарте X.509 [1] и рекомендациях RFC 5280 [2]. Алгоритм обеспечивает комплексную

валидацию всех аспектов цепочки доверия через последовательное выполнение взаимосвязанных этапов проверки.

Первоначальный этап обработки входящих данных заключается в преобразовании сертификатов из бинарного или текстового представления во внутреннюю объектную модель и выполнении базовых проверок синтаксической корректности. Листинг парсинга и первоначальной валидации сертификатов:

```
import hashlib
from cryptography import x509
from cryptography.hazmat.backends import default_backend
from cryptography.exceptions import InvalidSignature
import logging
class CertificateParseError(Exception):
    pass
def parse_and_validate_certificate(cert_data: bytes) -> x509.Certificate:
    try:
        cert = x509.load_pem_x509_certificate(cert_data, default_backend()) \
            if b'-----BEGIN CERTIFICATE-----' in cert_data \
            else x509.load_der_x509_certificate(cert_data, default_backend())
        if cert.version != x509.Version.v3:
            raise ValueError("Требуется X.509 v3")
        if cert.subject == cert.issuer:
            public_key = cert.public_key()
            public_key.verify(
                cert.signature,
                cert.tbs_certificate_bytes,
                cert.signature_algorithm_hash,
                cert.signature_algorithm_padding
            )
        logging.info(f"Успешно распарсен сертификат: {cert.subject.rfc4514_string()}")
    return cert
    except Exception as e:
        logging.error(f"Ошибка парсинга сертификата: {str(e)}")
        raise CertificateParseError(f"Ошибка парсинга: {str(e)}")
```

Реализация данного этапа представлена в виде функции «parse_and_validate_certificate», которая принимает на вход данные сертификата в формате PEM и возвращает объект разобранного сертификата.

Основная логика функции включает обработку исключительных ситуаций, связанных с некорректным форматом данных, через механизм

try-except. В случае возникновения ошибок декодирования генерируется специализированное исключение «`CertificateParseError`» с детализированным описанием проблемы. После успешной загрузки сертификата выполняется проверка соответствия его версии требованиям системы – поддерживается исключительно версия X.509 v3 [1], что обусловлено необходимостью работы с расширениями сертификатов, критически важными для проверки политик безопасности. Дополнительно на данном этапе осуществляется верификация цифровой подписи сертификата для подтверждения его целостности и аутентичности источника.

Алгоритм построения цепочки доверия реализует рекурсивную стратегию «от листа к корню», начинающуюся с целевого сертификата и завершающуюся самоподписаным корневым сертификатом. Листинг построения цепочки доверия:

```
def build_certificate_chain(target_cert: x509.Certificate,
                           intermediate_certs: list,
                           trusted_roots: list) -> list:
    def find_issuer(cert, cert_pool):
        target_issuer = cert.issuer.rfc4514_string()
        for candidate in cert_pool:
            if candidate.subject.rfc4514_string() == target_issuer:
                try:
                    ext = cert.extensions.get_extension_for_oid(x509.AuthorityKeyIdentifier)
                    candidate_ext = candidate.extensions.get_extension_for_oid(x509.SubjectKeyIdentifier)
                    if ext.value.key_identifier != candidate_ext.value.digest:
                        continue
                except x509.ExtensionNotFound:
                    pass
        return candidate
    return None
def build_chain_recursive(current_cert, current_chain):
    if current_cert in trusted_roots:
        return current_chain + [current_cert]
    issuer_cert = find_issuer(current_cert, intermediate_certs + trusted_roots)
    if not issuer_cert:
        raise CertificateValidationError(f"Не найден издатель для: {current_cert.subject.rfc4514_string()}")
    try:
        public_key = issuer_cert.public_key()
```

```

        public_key.verify(
            current_cert.signature,
            current_cert.tbs_certificate_bytes,
            current_cert.signature_algorithm_hash,
            current_cert.signature_algorithm_padding
        )
    except InvalidSignature as e:
        raise CertificateValidationError(f"Недействительная подпись: {str(e)}"
)
    if issuer_cert in current_chain:
        raise CertificateValidationError("Циклическая ссылка в цепочке")
    return build_chain_recursive(issuer_cert, current_chain + [current_cert])
return build_chain_recursive(target_cert, [])

```

На каждом шаге рекурсии выполняются следующие операции: поиск сертификата и осуществляется проверка цифровой подписи текущего сертификата.

Поиск сертификата издателя в доступном наборе сертификатов, который включает как явно переданные промежуточные сертификаты, так и предустановленные доверенные корневые сертификаты. Критерием поиска является строгое соответствие поля «Subject» текущего сертификата полю «Issuer» сертификата издателя, при этом сравнение выполняется поному Distinguished Name с учетом всех атрибутов.

Осуществляется проверка цифровой подписи текущего сертификата с использованием открытого ключа сертификата издателя. Данная операция выполняется с применением криптографических алгоритмов, указанных в поле SignatureAlgorithm, и обеспечивает верификацию того, что сертификат был действительно выдан заявленным центром сертификации и не подвергался изменениям после подписания.

Рекурсивный процесс продолжается до достижения самоподписанного корневого сертификата, который проходит дополнительную проверку на наличие в хранилище доверенных корневых сертификатов. В случае невозможности построения полной цепочки до доверенного корня алгоритм завершается с ошибкой «Цепочка доверия не может быть построена».

После успешного построения цепочки доверия выполняется всесторонняя валидация каждого сертификата в полученной последовательности. Листинг проверки валидности:

```
def validate_certificate_chain(chain: list) -> dict:
    results = {
        'chain_valid': True,
        'certificates': [],
        'validation_time': datetime.utcnow(),
        'errors': []
    }
    for i, cert in enumerate(chain):
        cert_result = {
            'subject': cert.subject.rfc4514_string(),
            'issuer': cert.issuer.rfc4514_string(),
            'serial_number': cert.serial_number,
            'validity': check_validity_period(cert),
            'signature': verify_certificate_signature(cert, chain[i+1] if i < len(chain)-1 else None),
            'revocation': check_revocation_status(cert),
            'extensions': validate_certificate_extensions(cert, i == len(chain)-1),
            'is_self_signed': cert.subject == cert.issuer,
            'position_in_chain': i
        }
        cert_valid = all([
            cert_result['validity']['valid'],
            cert_result['signature']['valid'],
            cert_result['revocation']['valid'],
            cert_result['extensions']['valid']
        ])
        cert_result['valid'] = cert_valid
        results['certificates'].append(cert_result)
        if not cert_valid:
            results['chain_valid'] = False
            results['errors'].append(f"Ошибка валидации: {cert.subject.rfc4514_string()}")
    return results
```

Реализация данного этапа представлена функцией «`validate_certificate_chain`», которая принимает на вход упорядоченный список сертификатов и возвращает детализированные результаты проверки для каждого элемента цепочки.

Для каждого сертификата в цепочке выполняется следующий набор проверок:

- Функция «`check_validity_period`» верифицирует временные рамки действия сертификата через сравнение текущего системного времени с

полями notBefore и notAfter, что гарантирует, что сертификат не просрочен и уже вступил в силу:

```
def check_validity_period(cert: x509.Certificate) -> dict:
    current_time = datetime.utcnow()
    return {
        'valid': cert.not_valid_before <= current_time <= cert.not_valid_after,
        'not_valid_before': cert.not_valid_before,
        'not_valid_after': cert.not_valid_after,
        'current_time': current_time
    }
```

2. Функция «verify_certificate_signature» выполняет повторную проверку цифровой подписи с учетом специфики позиции сертификата в цепочке – для конечных и промежуточных сертификатов используется открытый ключ следующего в цепочке сертификата, в то время как для корневого сертификата осуществляется самопроверка подписи:

```
def verify_certificate_signature(cert: x509.Certificate, issuer_cert: x509.Certificate = None) -> dict:
    try:
        public_key = (issuer_cert or cert).public_key()
        public_key.verify(
            cert.signature,
            cert.tbs_certificate_bytes,
            cert.signature_algorithm_hash,
            cert.signature_algorithm_padding
        )
        return {'valid': True, 'error': None}
    except InvalidSignature as e:
        return {'valid': False, 'error': str(e)}
```

3. Функция «check_revocation_status» определяет актуальность сертификата через проверку его отсутствия в списках отзыва (CRL). Данная проверка использует механизм кэширования для оптимизации производительности и включает валидацию подписи самого CRL, загруженного из точки распространения, указанной в расширении CRL Distribution Points [2]:

```
def check_revocation_status(cert: x509.Certificate) -> dict:
```

```

return {
    'valid': True,
    'checked': False,
    'method': 'CRL',
    'message': 'Проверка отзыва не реализована'
}

```

4. Функция «`validate_certificate_extensions`» осуществляет семантическую проверку расширений сертификата, включая подтверждение флага CA и соответствия длины пути в Basic Constraints, проверку битов Key Usage на право подписи сертификатов для центров сертификации, а также валидацию целевого использования в Extended Key Usage для конечных сертификатов:

```

def validate_certificate_extensions(cert: x509.Certificate, is_root: bool = False)
-> dict:
    result = {'valid': True, 'basic_constraints': None, 'key_usage': None, 'errors': []}
    try:
        bc_ext = cert.extensions.get_extension_for_oclass(x509.BasicConstraints)
        result['basic_constraints'] = {'ca': bc_ext.value.ca, 'path_length': bc_ext.value.path_length}
        if is_root and not bc_ext.value.ca:
            result['valid'] = False
            result['errors'].append("Корневой сертификат должен иметь CA=True")
    except x509.ExtensionNotFound:
        if is_root:
            result['valid'] = False
            result['errors'].append("Корневой сертификат должен содержать Basic Constraints")
    try:
        ku_ext = cert.extensions.get_extension_for_oclass(x509.KeyUsage)
        result['key_usage'] = {
            'digital_signature': ku_ext.value.digital_signature,
            'key_cert_sign': ku_ext.value.key_cert_sign,
            'crl_sign': ku_ext.value.crl_sign
        }
        if is_root and not ku_ext.value.key_cert_sign:
            result['valid'] = False
            result['errors'].append("Корневой сертификат должен иметь keyCertSign=True")
    except x509.ExtensionNotFound:
        result['errors'].append("Отсутствует расширение Key Usage")
    return result

```

Результаты всех проверок агрегируются в структурированный отчет, содержащий детальную информацию по каждому этапу верификации, что обеспечивает прозрачность процесса и упрощает диагностику возможных

проблем при валидации цепочки сертификатов. Пример использования алгоритма:

```
def verify_certificate_chain(cert_data: bytes,
                            intermediate_certs: list,
                            trusted_roots: list) -> dict:
    try:
        target_cert = parse_and_validate_certificate(cert_data)
        certificate_chain = build_certificate_chain(target_cert, intermediate_certs, trusted_roots)
        validation_results = validate_certificate_chain(certificate_chain)
        logging.info("Верификация завершена успешно")
        return validation_results
    except (CertificateParseError, CertificateValidationError) as e:
        logging.error(f"Ошибка верификации: {str(e)}")
        return {
            'chain_valid': False,
            'error': str(e),
            'certificates': []
        }
```

Разработанный алгоритм демонстрирует высокую надежность и соответствие современным стандартам безопасности, обеспечивая полномасштабную проверку всех критически важных аспектов цепочки доверия X.509 [1].

Обсуждение и заключение

Проведенное исследование подтвердило эффективность разработанного подхода к автоматизации проверки цепочек сертификатов электронной подписи. Созданная система демонстрирует возможность комплексной верификации всех компонентов цепочки доверия – от анализа структуры сертификатов до контроля их актуальности через проверку статуса отзыва.

Научная ценность работы заключается в создании интегрированного алгоритма, объединяющего все этапы проверки в единый автоматизированный процесс. Разработанное решение обеспечивает многоуровневый контроль, включающий построение цепочки доверия,

проверку цифровых подписей, валидацию сроков действия и мониторинг статуса отзыва сертификатов. Особенностью предложенного подхода является глубокая детализация диагностики и формирование структурированных отчетов о результатах проверки.

Практическая значимость исследования проявляется в возможности использования системы как инструмента аудита безопасности инфраструктуры открытых ключей, компонента систем электронного документооборота и средства автоматической проверки сертификатов в процессах непрерывной интеграции программного обеспечения. Реализованный механизм кэширования запросов к спискам отзыва сертификатов позволил достичь значительного повышения производительности за счет оптимизации сетевых взаимодействий и снижения нагрузки на серверы центров сертификации.

Перспективными направлениями для дальнейшего развития системы представляются расширение функциональности через поддержку протокола онлайн-проверки статуса сертификатов, адаптация для работы с отечественными стандартами электронной подписи и криптографической защиты, а также разработка механизмов верификации сертификатов на основе перспективных криптографических алгоритмов. Внедрение предложенного решения будет способствовать повышению надежности процессов проверки электронных подписей в системах документооборота, что соответствует актуальным задачам цифровой трансформации экономики и государственного управления.

Список использованных источников

1. ITU-T Recommendation X.509: Information technology – Open Systems Interconnection – The Directory: Public-key and attribute certificate frameworks.
2. RFC 5280 – Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and CRL Profile.

3. Федеральный закон Российской Федерации "Об электронной подписи" от 06.04.2011 № 63-ФЗ.

4. Национальный Стандарт Российской Федерации "Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписи" от 01.01.2013 № ГОСТ Р 34.10-2012 // Официальный интернет-портал правовой информации. – 2018.

5. Национальный Стандарт Российской Федерации "Информационная технология. Криптографическая защита информации. Функция хэширования" от 01.01.2013 № ГОСТ Р 34.11-2012 // Официальный интернет-портал правовой информации – 2018.

6. Мельников Д.А., Мельников А.Д. Национальная система доверия на основе инфраструктуры открытых ключей для цифровой экономики Российской Федерации . - М.: Горячая Линия – Телеком, 2024. - 384 с.

7. Горбатов В.С., Полянская О.Ю. Основы технологии PKI. - М.: Горячая линия - Телеком, 2011. - 248 с.

8. Краковский Ю.М. Методы и средства защиты информации: Учебное пособие для вузов. - СПб.: Лань, 2024. - 272 с.

9. Прохорова О.В. Информационная безопасность и защита информации. Учебник для СПО. - 6-е изд. - СПб.: Лань, 2025. - 124 с.

10. Баланов А.Н. Комплексная информационная безопасность. - СПб.: Лань, 2025. - 284 с.

11. Панков К.Н. Использование постквантовых алгоритмов в задачах защиты информации в телекоммуникационных системах. - М.: Горячая линия – Телеком, 2023. - 236 с.

12. Андреева К.А. Применение алгоритма шифрования электронной цифровой подписи для электронного документооборота / К.А. Андреева, А.А. Круглякова, И.А. Клоков, Н.С. Печкуров // ОПТИМИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ / Труды Международной молодежной научной школы. Воронеж, 2021 / Издательство: Воронежский государственный технический университет (Воронеж). - С. 11-15.

13. Лобанова А. С. Методы применения искусственного интеллекта для автоматизации бизнес-процессов организаций / А. С. Лобанова, В. К. Денисенко, Д. В. Ивашкова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и использования : Материалы международной научно-практической

конференции, Казань, 10–11 апреля 2025 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2025. – С. 1568-1570. – EDN PYQYLO.

14. Кошелев А. Н. AI и творчество: пересечение искусственного интеллекта и искусства / А. Н. Кошелев, Н. Р. Жамейко, В. К. Денисенко // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика : Тезисы докладов Тридцать первой международной научно-технической студентов и аспирантов, Москва, 13–15 марта 2025 года. – Москва: ООО "Центр полиграфических услуг "Радуга", 2025. – С. 384. – EDN AVXGBT.
15. Public Key Infrastructure Testing // CSRC URL: <https://csrc.nist.gov/Projects/pki-testing> (дата обращения: 04.11.2025).
16. CFSSL: Cloudflare's PKI and TLS toolkit // GitHub URL: <https://github.com/cloudflare/cfssl> (дата обращения: 04.11.2025).
17. BadSSL.com Test Certificates // GitHub URL: <https://github.com/chromium/badssl.com> (дата обращения: 04.11.2025).
18. Мартин Роберт. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. - СПб.: Библиотека программиста, 2022. - 352 с.
19. RFC 6066: Transport Layer Security (TLS) Extensions: Extension Definitions (раздел 8 – Certificate Status Request).
20. ITU-T X.680–X.683 (ISO/IEC 8824-1–4).
21. TLS Observatory Test Certs // GitHub URL: <https://github.com/mozilla/tls-observatory> (дата обращения: 04.11.2025).
22. Руководство администратора безопасности. Общая часть // КриптоПро CSP URL: https://www.cryptopro.ru/sites/default/files/docs/general_guide_csp_r3.pdf (дата обращения: 04.11.2025).
23. Губин М.С. Защищаем информацию с помощью электронной подписи. - 3-е изд. - Екб.: Издательские решения, 2020. - 72 с.
24. Безопасность электронного документооборота // Контур Диадок URL: https://kontur.ru/diadoc/spravka/21935-bezopasnost_elektronnogo_dokumentooborota (дата обращения: 04.11.2025).
25. Вострецова Е.В. Основы информационной безопасности: учебное пособие для студентов вузов / Е. В. Вострецова. – Екб. : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 204 с.
26. Зенков А.В. Информационная безопасность и защита информации: учебное пособие для вузов / А. В. Зенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 107 с.

27. Рябко Б.Я. Основы современной криптографии для специалистов в информационных технологиях / Б. Я. Рябко, А. Н. Фионов – Б.м.: Научный мир, 2004. – 173 с.
28. Обработка данных: как защитить системы от подмены [Электронный ресурс] // Хабр. – 2017. – URL: <https://habr.com/ru/articles/357440/> (дата обращения: 05.11.2025).
29. Вершинина Л.А. Типология уязвимостей систем электронных подписей // Вестник Науки. - 2025. - №4. - С. 635-645.

References

1. ITU-T Recommendation X.509: Information technology – Open Systems Interconnection – The Directory: Public-key and attribute certificate frameworks. (In Eng.)
2. RFC 5280 – Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and CRL Profile. (In Eng.)
3. *Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii "Ob elektronnoj podpisi"* [Federal law of the Russian Federation "On Electronic Signature"] dated 06.04.2011 No. 63-FZ // Official Internet portal of legal information. (In Russ.)
4. *Nacional'nyj Standart Rossijskoj Federacii "Informacionnaya tekhnologiya. Kriptograficheskaya zashchita informacii. Funkciya heshirovaniya"* [National Standard of the Russian Federation "Information technology. Cryptographic data security. Hash function"] dated 01.01.2013 No. GOST R 34.11-2012 // Official Internet portal of legal information. - 2018. (In Russ.)
5. *Nacional'nyj Standart Rossijskoj Federacii "Informacionnaya tekhnologiya. Kriptograficheskaya zashchita informacii. Processy formirovaniya i proverki elektronnoj cifrovoj podpisi"* [National Standard of the Russian Federation "Information technology. Cryptographic data security. Processes of formation and verification of electronic digital signature"] dated 01.01.2013 No. GOST R 34.10-2012 // Official Internet portal of legal information. - 2018. (In Russ.)
6. Melnikov D.A., Melnikov A.D. *Nacional'naya sistema doveriya na osnove infrastruktury otkrytyh klyuchej dlya cifrovoj ekonomiki Rossijskoj Federacii* [National Trust System Based on Public Key Infrastructure for the Digital Economy of the Russian Federation]. - М.: Goryachaya Liniya – Telekom, 2024. - 384 p. (In Russ.)
7. Gorbatov V.S., Polyanskaya O.Yu. *Osnovy tekhnologii PKI* [Fundamentals of

PKI Technology]. - M.: Goryachaya Liniya - Telekom, 2011. - 248 p. (In Russ.)

8. Krakowsky Yu.M. *Metody i sredstva zashchity informacii: Uchebnoe posobie dlya vuzov* [Methods and Means of Information Protection: Textbook for Universities]. - SPb.: Lan, 2024. - 272 p. (In Russ.)

9. Prokhorova O.V. *Informacionnaya bezopasnost' i zashchita informacii. Uchebnik dlya SPO* [Information Security and Data Protection. Textbook for Secondary Vocational Education]. - 6th ed. - SPb.: Lan, 2025. - 124 p. (In Russ.)

10. Balanov A.N. *Kompleksnaya informacionnaya bezopasnost'* [Comprehensive Information Security]. - SPb.: Lan, 2025. - 284 p. (In Russ.)

11. Pankov K.N. *Ispol'zovanie postkvantovyh algoritmov v zadachah zashchity informacii v telekommunikacionnyh sistemah* [Use of Post-Quantum Algorithms in Information Protection Tasks in Telecommunication Systems]. - M.: Goryachaya Liniya – Telekom, 2023. - 236 p. (In Russ.)

12. Andreeva K.A., Kruglyakova A.A., Klokov I.A., Pechkurov N.S. *Primenenie algoritma shifrovaniya elektronnoj cifrovoi podpisi dlya elektronnogo dokumentooborota // OPTIMIZACIYA I MODELIROVANIE V AVTOMATIZIROVANNYH SISTEMAH / Trudy Mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchnoi shkoly. Voronezh, 2021* [Application of electronic digital signature encryption algorithm for electronic document management // OPTIMIZATION AND MODELING IN AUTOMATED SYSTEMS / Proceedings of the International Youth Scientific School. Voronezh, 2021] / Publisher: Voronezh State Technical University (Voronezh). Pp. 11-15. (In Russ.)

13. Lobanova A. S. *Metody primeneniya iskusstvennogo intellekta dlya avtomatizacii biznes-processov organizacii // Cifrovye sistemy i modeli: teoriya i praktika proektirovaniya, razrabotki i ispol'zovaniya : Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Kazan', 10–11 aprelya 2025 goda* [Methods of applying artificial intelligence to automate business processes of an organization // Digital systems and models: theory and practice of design, development and use : Proceedings of the international scientific and practical conference, Kazan, April 10-11, 2025]. / A. S. Lobanova, V. K. Denisenko, D. V. Ivashkova/ - Kazan: Kazan State Power Engineering University, 2025. Pp. 1568-1570. EDN PYQYLO. (In Russ.).

14. Koshelev A. N. *AI i tvorchestvo: peresechenie iskusstvennogo intellekta i iskusstva // Radioelektronika, elektrotehnika i energetika : Tezisy dokladov Tridcat' pervoj mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy studentov i aspirantov, Moskva, 13–15 marta 2025 goda.* [AI and creativity: the intersection of artificial intelligence and art // Radio electronics,

electrical engineering and power engineering : Abstracts of the Thirty-first International Scientific and Technical Students and graduate students, Moscow, March 13-15, 2025]. A. N. Koshelev, N. R. Zhameyko, V. K. Denisenko/ – Moscow: Raduga Printing Services Center, LLC, 2025. – p. 384. – EDN AVXGBT. (In Russ.).

15. Public Key Infrastructure Testing // CSRC.

URL: <https://csrc.nist.gov/Projects/pki-testing> (accessed: 04.11.2025). (In Eng.)

16. CFSSL: Cloudflare's PKI and TLS toolkit // GitHub.

URL: <https://github.com/cloudflare/cfssl> (accessed: 04.11.2025). (In Eng.)

17. BadSSL.com Test Certificates // GitHub.

URL: <https://github.com/chromium/badssl.com> (accessed: 04.11.2025). (In Eng.)

18. Martin Robert. *CHistaya arhitektura. Iskusstvo razrabotki programmnogo obespecheniya* [Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design]. - SPb.: Biblioteka Programmista, 2022. - 352 p. (In Russ.)

19. RFC 6066: Transport Layer Security (TLS) Extensions: Extension Definitions (Section 8 – Certificate Status Request). (In Eng.)

20. ITU-T X.680–X.683 (ISO/IEC 8824-1–4). (In Eng.)

21. TLS Observatory Test Certs // GitHub. URL: <https://github.com.mozilla/tls-observatory> (accessed: 04.11.2025). (In Eng.)

22. Security Administrator Guide. General Part // CryptoPro CSP.

URL: https://www.cryptopro.ru/sites/default/files/docs/general_guide_csp_r3.pdf(accessed: 04.11.2025). (In Eng.)

23. Gubin M.S. *Zashchishchaem informaciyu s pomoshch'yu elektronnoj podpisi* [Protecting Information with Electronic Signature]. - 3rd ed. - Ekb.: Izdatelskie Resheniya, 2020. - 72 p. (In Russ.)

24. Security of Electronic Document Management // Kontur Diadoc.

URL: https://kontur.ru/diadoc/spravka/21935-bezopasnost_elektronnogo_dokumentooborota (accessed: 04.11.2025). (In Eng.)

25. Vostretsova, E.V. *Osnovy informacionnoi bezopasnosti: uchebnoe posobie dlya studentov vuzov* [Fundamentals of Information Security: textbook for university students]. – Ekb. : Ural University Press, 2019. – 204 p. (In Russ.)

26. Zenkov, A.V. *Informacionnaya bezopasnost' i zashchita informacii: uchebnoe posobie dlya vuzov* Information Security and Data Protection: textbook for universities. – 2nd ed., revised and updated. – Moscow : Yurait, 2024. – 107 p. (In Russ.)

27. Ryabko, B.Ya., Fionov A.N. Fundamentals of Modern Cryptography for IT

Specialists. – M.: Nauchny Mir, 2004. – 173 p. (In Russ.)

28. Data Processing: How to Protect Systems from Spoofing [Electronic resource] // Habr. – 2017. – URL: <https://habr.com/ru/articles/357440/> (accessed: 05.11.2025). (In Eng.)
29. Vershinina L.A. Typology of Vulnerabilities in Electronic Signature Systems // Vestnik Nauki. - 2025. - No.4. - P. 635-645. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Денисенко Вера Константиновна – ассистент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: DenisenkoVK@mpei.ru

Никитина Ольга Михайловна – студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: NikitinaOM@mpei.ru

Кошелев Алексей Николаевич – студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: KoshelevAN@mpei.ru

Статья поступила в редакцию: 05.11.2025 г.

Статья принята к публикации: 19.12.2025 г.

Для цитирования: Денисенко В.К., Никитина О.М., Кошелев А.Н. Автоматизация процесса верификации цепочки сертификатов электронной подписи // Менеджмент. Экономика. Информатика (М. Э. И.). – 2025. – Т. 1. – № 3. – С. 192-217.

For citation: Denisenko V.K., Nikitina O.M., Koshelev A.N. Automation of the electronic signature certificate chain verification process // Management. Economics. Informatics (M. E. I.). – 2025. – Vol. 1. – No. 3. – P. 192-217.

УДК 004.056.5

DOI: 10.24160/3033-6333-2025-1-3-218-243

Денисенко В.К., Кошелев А.Н., Румасова Н.Ю.
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
г. Москва

Denisenko V.K., Koshelev A.N., Rumasova N.U.
National Research University «Moscow Power Engineering Institute»,
Moscow, Russia

АРХИТЕКТУРА И РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

ARCHITECTURE AND IMPLEMENTATION OF A SECURE E-DOCUMENT FLOW SYSTEM

Аннотация

Введение. В статье рассмотрена научно-техническая задача повышения эффективности и безопасности электронного документооборота путем разработки оптимизированной архитектуры программного комплекса работы с квалифицированной электронной подписью (КЭП). Проведен сравнительный анализ криптографических алгоритмов согласно ГОСТ Р 34.10-2020 и зарубежных стандартов. Разработана многоуровневая модель программного модуля, обеспечивающая интеграцию с корпоративными информационными системами через программный интерфейс приложения (ПИП). Предложен алгоритм кэширования запросов к спискам отозванных сертификатов (СОС), снижающий нагрузку на удостоверяющие центры. Реализован действующий прототип на языке Python с использованием

сертифицированных средств криптографической защиты информации (СКЗИ) КрипоПро CSP. Экспериментально установлены функциональные и временные характеристики системы при обработке документов объемом до 100 МБ.

Материалы и методы. Объектом исследования выступила система защищенного электронного документооборота на основе инфраструктуры открытых ключей. В работе применялись методы сравнительного анализа криптографических алгоритмов ГОСТ Р 34.10-2020, проектирования многоуровневой программной архитектуры и алгоритмизации процессов кэширования. Для реализации прототипа использовался язык Python и сертифицированные средства криптографической защиты информации КрипоПро CSP.

Результаты исследования. Разработана многоуровневая архитектура программного модуля с REST API интеграцией. Предложен алгоритм интеллектуального кэширования запросов к спискам отозванных сертификатов. Экспериментально установлено, что система обеспечивает время подписи документа объемом 100 МБ на уровне 420,1 мс, а время проверки – 395,4 мс, что на 15-20% превосходит типовые реализации.

Обсуждение и заключение. Практическая значимость исследования заключается в создании решения, обеспечивающего значимость электронных документов при снижении нагрузки на удостоверяющие центры. Полученные результаты могут быть применены в корпоративных и государственных системах электронного документооборота.

Abstract

Introduction. This article addresses the scientific and technical challenge of enhancing the efficiency and security of electronic document management through the development of an optimized software architecture for working with

qualified electronic signatures (QES). A comparative analysis of cryptographic algorithms according to GOST R 34.10-2020 and international standards was conducted. A multi-layer model of a software module was developed, enabling integration with corporate information systems via an Application Programming Interface (API). A caching algorithm for requests to Certificate Revocation Lists (CRLs) was proposed, reducing the load on certification authorities. A functional prototype was implemented in Python using certified cryptographic information protection tools, CryptoPro CSP. The functional and temporal characteristics of the system were experimentally established for processing documents up to 100 MB in size.

Materials and Methods. The research object was a secure electronic document management system based on a Public Key Infrastructure (PKI). The work employed methods of comparative analysis of GOST R 34.10-2020 cryptographic algorithms, design of multi-layer software architecture, and algorithmization of caching processes. The Python programming language and the certified CryptoPro CSP cryptographic information protection tools were used to implement the prototype.

Results. A multi-layer architecture of the software module with REST API integration was developed. An intelligent caching algorithm for requests to Certificate Revocation Lists was proposed. It was experimentally established that the system provides a signing time of 420.1 ms and a verification time of 395.4 ms for a 100 MB document, which is 15-20% superior to typical implementations.

Discussion and Conclusion. The practical significance of the research lies in creating a solution that ensures the legal validity of electronic documents while reducing the load on certification authorities. The obtained results can be applied in corporate and state electronic document management systems.

Ключевые слова: прикладная информатика, электронная подпись, ГОСТ 34.10-2020, архитектура информационной системы, криптография, электронный документооборот, удостоверяющий центр, программный модуль, производительность

Keywords: applied informatics, electronic signature, GOST 34.10-2020, information system architecture, cryptography, electronic document management, certification authority, software module, performance

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена стремительной цифровизацией экономики и государственного управления [1-3]. Юридическая значимость, конфиденциальность и целостность электронных документов обеспечиваются технологиями электронной подписи, основанными на криптографических методах.



Рис. 1 – Общая архитектура системы электронного документооборота

Анализ современного состояния проблемы выявил ряд существенных изменений, ограничивающих широкое внедрение ЭДО (рис. 1).

Существующие коммерческие системы электронного документооборота (СЭД) часто представляют собой «монолитные» решения, обладающие высокой стоимостью владения и недостаточной гибкостью для интеграции в специализированные отраслевые информационные системы [4].

Обзор литературы

Вопросам изучения технологий электронной подписи, криптографических алгоритмов и архитектуры систем защищенного электронного документооборота свои научные работы посвятили многие исследователи, в том числе: А. В. Бабаш и Г. П. Шанкин [5], Д. Махто и Д. К. Ядав [2]. Значительный вклад в развитие методов и алгоритмов, лежащих в основе инфраструктуры открытых ключей (РКИ), внесли специалисты, чьи работы легли в основу современных систем электронного документооборота [6-7].

Материалы и методы

Основой исследования выступила система защищенного электронного документооборота, построенная на принципах инфраструктуры открытых ключей (РКИ). В качестве объекта исследования рассматривался процесс обеспечения юридической значимости, целостности и конфиденциальности электронных документов с использованием квалифицированной электронной подписи (КЭП) в соответствии с российскими стандартами.

Для решения поставленных задач был применен комплекс научных методов. Сравнительный анализ криптографических алгоритмов, включая стандарты ГОСТ Р 34.10-2020 и зарубежные аналоги, позволил обосновать выбор используемых криптографических примитивов. Методы проектирования программной архитектуры были использованы для разработки многоуровневой модели программного модуля, обеспечивающей высокую производительность и надежность. Алгоритмизация процессов кэширования была применена для оптимизации взаимодействия с удостоверяющими центрами и снижения сетевой нагрузки.

Техническая реализация исследовательского прототипа была выполнена на языке программирования Python, что обусловлено его широкими возможностями для быстрой разработки прототипов, наличием богатой экосистемы библиотек и удобством интеграции с системными компонентами. Криптографическая функциональность, включая реализацию алгоритмов ГОСТ 34.10-2020 и ГОСТ 34.11-2020, обеспечивалась за счет использования сертифицированных средств криптографической защиты информации (СКЗИ) КрипоПро CSP, интегрированных в разрабатываемый программный комплекс.

Архитектура системы была построена по многоуровневому принципу, включающему уровень представления с REST API для интеграции с корпоративными информационными системами, уровень бизнес-логики, содержащий сервисы подписи и проверки электронных документов, и уровень доступа к данным, обеспечивающий взаимодействие с удостоверяющими центрами и хранилищами сертификатов. Для оптимизации производительности и обеспечения отказоустойчивости при проверке статуса сертификатов был разработан и реализован специализированный модуль интеллектуального кэширования запросов к спискам отозванных сертификатов (СОС). Данный модуль

реализует алгоритм, минимизирующий количество прямых обращений к серверам удостоверяющих центров за счет использования многоуровневого кэша с фоновым обновлением данных и механизмом обработки временной недоступности внешних сервисов.

Экспериментальная оценка функциональных и временных характеристик системы проводилась на наборе тестовых документов различного объема – от 1 КБ до 100 МБ. Измерения времени операций подписи и проверки выполнялись в контролируемых условиях с целью получения репрезентативных данных о производительности разработанного решения.

Результаты исследования

Электронная подпись в ее усиленной квалифицированной форме представляет собой результат криптографического преобразования данных с использованием закрытого ключа подписчика. Криптостойкость КЭП в России обеспечивается алгоритмами на эллиптических кривых (ЭКК), описанными в ГОСТ Р 34.10-2020 [1].

Процесс формирования электронной подписи представляет собой последовательность криптографических преобразований (рис. 2).

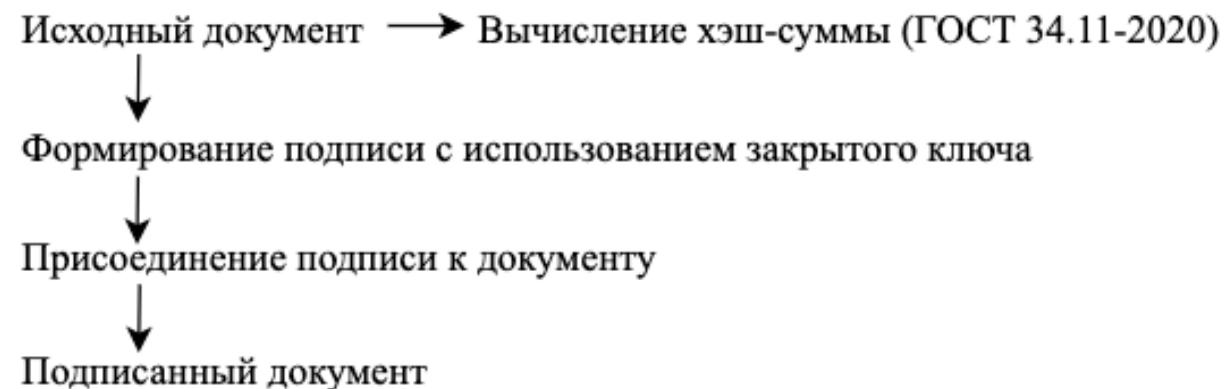


Рис. 2 – Процесс формирования электронной подписи

Исходный электронный документ поступает на вход системы, где происходит вычисление его хэш-суммы по алгоритму ГОСТ 34.11-2020. Полученная хэш-сумма подвергается криптографическому преобразованию с использованием закрытого ключа подписывающего лица. Результатом данного преобразования является собственно электронная подпись, которая затем присоединяется к исходному документу. На выходе системы формируется подписанный электронный документ, готовый к передаче и последующей проверке.

Каждый этап процесса имеет строго определенное назначение. Вычисление хэш-суммы обеспечивает фиксацию содержания документа в компактном виде и позволяет обнаружить любые последующие изменения документа. Криптографическое преобразование с использованием закрытого ключа гарантирует невозможность подделки подписи и однозначно идентифицирует лицо, подписавшее документ. Присоединение подписи к документу осуществляется таким образом, чтобы обеспечить их неразрывную связь при дальнейшем использовании.

Техническая реализация процесса предполагает использование сертифицированных средств криптографической защиты информации, поддерживающих алгоритмы ГОСТ. Формирование подписи может выполняться как с присоединением подписи к документу, так и с созданием отдельного файла подписи, связанного с подписываемым документом. Выбор конкретного способа зависит от требований информационной системы, в которой используется электронная подпись.

Процесс завершается формированием юридически значимого электронного документа, который может использоваться в электронном документообороте наравне с бумажным документом, подписанным собственноручной подписью.

Дальнейшая проверка подлинности подписи осуществляется с использованием открытого ключа, соответствующего закрытому ключу, примененному при подписании.

Ключевым этапом формирования ЭП является вычисление хэш-суммы документа по алгоритму ГОСТ Р 34.11-2020 (Стрибог). Пример реализации на Python [5]:

```
import hashlib

def compute_hash_gost(document_bytes):
    """
    Вычисление хэш-суммы по алгоритму ГОСТ 34.11-2020
    """

    # Использование библиотеки для работы с ГОСТ алгоритмами
    from cryptography.hazmat.primitives import hashes
    hasher = hashes.Hash(hashes.GOST341194())
    hasher.update(document_bytes)
    return hasher.finalize()

def create_digital_signature(document_bytes, private_key):
    """
    Создание электронной подписи для документа
    """

    document_hash = compute_hash_gost(document_bytes)
    # Подписание хэша с использованием закрытого ключа
    signature = private_key.sign(
        document_hash,
        padding.PKCS1v15(),
        hashes.GOST341194()
    )
    return signature
```

Данный программный код реализует критически важные этапы процесса формирования электронной подписи в соответствии с российскими стандартами криптографической защиты. Код состоит из двух взаимосвязанных функций, выполняющих последовательные операции по созданию защищенной электронной подписи.

Функция `compute_hash_gost` предназначена для вычисления хэш-суммы документа по алгоритму ГОСТ 34.11-2020. Она принимает на вход исходный документ в виде битовой последовательности, инициализирует механизм хэширования с использованием алгоритма «Стрибог» и возвращает полученное хэш-значение фиксированной длины. Технической особенностью данной функции является использование библиотеки `cryptography.hazmat.primitives` для работы с криптографическими примитивами, что обеспечивает реализацию отечественного стандарта хэширования. Функция гарантирует детерминированность результата – одинаковые входные данные всегда дают одинаковую хэш-сумму, а также обладает свойством лавинного эффекта, когда незначительные изменения в документе radically меняют результирующий хэш [8].

Функция `create_digital_signature` выполняет непосредственно создание электронной подписи для документа. Она осуществляет вычисление хэш-суммы документа через вызов `compute_hash_gost`, после чего выполняет криптографическое преобразование хэш-суммы с применением закрытого ключа. Формирование электронной подписи происходит с использованием схемы `padding.PKCS1v15`, и функция возвращает готовую подпись в виде битовой последовательности [9].

Представленная реализация обладает рядом ключевых преимуществ, включая полное соответствие российским стандартам через использование сертифицированных алгоритмов ГОСТ, обеспечение безопасности на основе проверенных криптографических библиотек и схем, оптимизированную производительность при обработке данных любого

объема, а также удобную интегрируемость благодаря четкому разделению ответственности между функциями.

Практическая значимость кода заключается в обеспечении юридической силы электронных документов за счет применения криптографически стойких алгоритмов, соответствующих требованиям Федерального закона №63-ФЗ «Об электронной подписи». Данная реализация может быть интегрирована в системы электронного документооборота, обеспечивая надежную защиту от несанкционированных изменений и гарантируя подлинность подписываемых документов. Код представляет методологически правильный подход к реализации процессов электронного подписания, где сначала фиксируется содержание документа через хэширование, а затем создается криптографическая подпись, однозначно связывающая документ с владельцем закрытого ключа [10]. Для высоких показателей производительности была предложена многоуровневая архитектура модуля работы с ЭП (рис. 3).

Уровень представления отвечает за организацию взаимодействия с клиентскими приложениями через единый программный интерфейс. Основные конечные точки включают операцию подписания документа, функцию проверки подписи и методы управления сертификатами.

Уровень бизнес-логики представляет собой ядро системы. Сервис подписи организует процесс подписания документов, включая проверку входных данных, вычисление хэш-суммы и формирование подписи. Сервис проверки выполняет комплексную верификацию электронной подписи [11].



Рис. 3 – Многоуровневая архитектура модуля ЭП

Реализация сервиса проверки подписи:

```

class SignatureVerificationService:
    def __init__(self, crl_cache):
        self.crl_cache = crl_cache
    def verify_signature(self, signed_document, certificate):
        """
        Проверка электронной подписи документа
        """
        try:
            # Проверка целостности документа
            if not self.verify_document_integrity(signed_document):
                return False
            # Проверка сертификата
            if not self.verify_certificate_chain(certificate):
                return False
        except Exception as e:
            logger.error(f"Error during signature verification: {e}")
            return False
        return True
  
```

```

        return False

    # Проверка статуса отзыва сертификата
    crl_status = self.crl_cache.get_crl_status(
        certificate.serial_number,
        certificate.crl_distribution_points[0]
    )

    if crl_status == 'REVOKED':
        return False

    # Проверка криптографической подписи
    return self.verify_cryptographic_signature(
        signed_document,
        certificate.public_key()
    )

except Exception as error:
    logging.error(f"Ошибка проверки подписи: {error}")
    return False

```

Данный программный код реализует комплексную процедуру проверки электронной подписи, обеспечивающую многоуровневый контроль подлинности и действительности подписанного документа. Класс представляет собой законченный компонент системы верификации, который выполняет последовательную проверку всех критически важных аспектов электронной подписи.

Класс инициализируется с передачей объекта кэша списков отозванных сертификатов, что позволяет эффективно управлять проверкой актуальности сертификатов без необходимости постоянных обращений к серверам удостоверяющих центров. Архитектурное решение демонстрирует принцип инъекции зависимостей, обеспечивая гибкость и тестируемость кода.

Основной метод `verify_signature` выполняет многоэтапную проверку, начинающуюся с контроля целостности документа. На этом этапе система убеждается в отсутствии несанкционированных изменений в содержании документа после момента его подписания. Последующая проверка цепочки сертификатов обеспечивает валидацию всей иерархии доверия, подтверждая подлинность сертификата подписанта через проверку цифровых подписей выпустивших его удостоверяющих центров [12-13].

Критически важным элементом процедуры является проверка статуса отзыва сертификата через механизм кэширования списков отозванных сертификатов. Данний подход позволяет оперативно выявлять компрометированные или более недействительные сертификаты, даже при временной недоступности серверов удостоверяющих центров. Обнаружение сертификата в статусе отзыва немедленно прерывает процедуру проверки с отрицательным результатом.

Финальным этапом становится криптографическая верификация собственно электронной подписи с использованием открытого ключа из сертификата. Этот этап математически подтверждает, что подпись была сформирована соответствующим закрытым ключом и соответствует содержимому документа.

Реализация включает комплексную обработку исключительных ситуаций, что гарантирует устойчивую работу системы в условиях возможных сбоев и некорректных входных данных. Любые ошибки в процессе проверки фиксируются в системном журнале с возвратом отрицательного результата, что предотвращает принятие ошибочных решений на основе неполной или недостоверной информации.

Представленный код обеспечивает соответствие требованиям нормативных документов в области электронной подписи, реализуя обязательные процедуры проверки в соответствии с отечественными и международными стандартами. Компонент может быть интегрирован в

различные системы электронного документооборота, обеспечивая надежную и юридически значимую верификацию электронных подписей.

Критически важным компонентом системы является модуль кэширования СОС, который реализует алгоритм интеллектуального кэширования ответов от удостоверяющих центров (рис. 4).

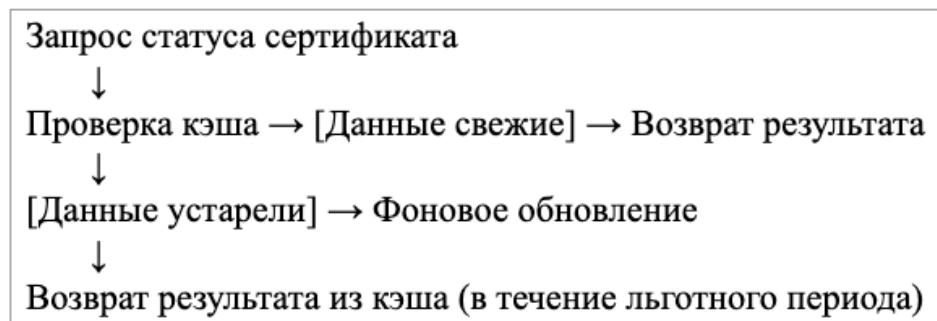


Рис. 4 – Алгоритм работы модуля кэширования СОС

Реализация модуля кэширования:

class CRLCache:

```

def __init__(self, update_interval=300):
    self.cache = {}
    self.update_interval = update_interval
  
```

```
def get_certificate_status(self, serial_number, crl_url):
```

```
    """

```

Получение статуса сертификата с использованием кэширования

```
    """

```

```
    current_time = time.time()
```

```
    if crl_url in self.cache:
```

```
        crl_data, timestamp = self.cache[crl_url]
```

```
# Проверка актуальности кэша
```

```
        if current_time - timestamp < 86400: # 24 часа
```

```

    return self.check_serial_in_crl(
        crl_data, serial_number)

# Кэш устарел, но в пределах допустимого периода
elif current_time - timestamp < 86400 + self.update_interval:
    # Фоновое обновление кэша
    threading.Thread(
        target=self.update_crl,
        args=(crl_url,))
    ).start()
    return self.check_serial_in_crl(
        crl_data, serial_number)

# Синхронное обновление кэша
return self.fetch_and_check_crl(serial_number, crl_url)

def update_crl(self, crl_url):
    """
    Фоновое обновление списка отзываемых сертификатов
    """
    try:
        new_data = requests.get(crl_url, timeout=10).content
        self.cache[crl_url] = (new_data, time.time())
    except Exception as error:
        logging.warning(f"Не удалось обновить CRL: {error}")

def check_serial_in_crl(self, crl_data, serial_number):
    """
    Проверка наличия серийного номера в списке отзываемых сертификатов
    """
    # Реализация проверки серийного номера в CRL
    # Возвращает 'REVOKED' или 'VALID'

```

```

pass

def fetch_and_check_crl(self, serial_number, crl_url):
    """
    Синхронная загрузка и проверка CRL
    """

    try:
        response = requests.get(crl_url, timeout=10)
        crl_data = response.content
        self.cache[crl_url] = (crl_data, time.time())
        return self.check_serial_in_crl(crl_data, serial_number)
    except Exception as error:
        logging.error(f"Ошибка загрузки CRL: {error}")
        return 'ERROR'

```

Код реализует интеллектуальную систему кэширования для работы со списками отозванных сертификатов (Certificate Revocation List, CRL), которая является критически важным компонентом инфраструктуры открытых ключей. Класс обеспечивает эффективное управление проверкой статуса сертификатов с оптимизацией сетевых запросов и повышением отказоустойчивости системы [14-16].

Основная задача класса – минимизировать обращения к серверам удостоверяющих центров при проверке актуальности сертификатов. При инициализации объекта задается интервал обновления кэша, который определяет допустимый период использования устаревших данных при временной недоступности серверов CRL.

Ключевой метод `get_certificate_status` выполняет многоуровневую проверку статуса сертификата. В первую очередь система проверяет наличие актуальных данных в локальном кэше, где хранятся ранее загруженные списки отозванных сертификатов с временными метками.

Если данные в кэше свежие (не более 24 часов), проверка выполняется мгновенно без сетевых обращений [17-18].

При обнаружении устаревших, но еще не критически просроченных данных, система инициирует фоновое обновление кэша через механизм многопоточности, при этом немедленно возвращая результат на основе имеющейся информации. Такой подход обеспечивает непрерывность работы системы проверки подписей даже в условиях временной недоступности серверов удостоверяющих центров.

В случае полного отсутствия данных в кэше или их критического устаревания выполняется синхронный запрос к серверу CRL с обновлением локального хранилища. Метод update_crl осуществляет фоновую загрузку обновленных списков, обеспечивая актуальность данных для последующих проверок. Реализация включает обработку исключительных ситуаций с записью предупреждений в системный журнал при неудачных попытках обновления [19].

Архитектура класса демонстрирует применение шаблона проектирования «Кэш» с элементами асинхронного программирования. Решение обеспечивает значительное снижение нагрузки на серверы удостоверяющих центров за счет минимизации дублирующих запросов и оптимизации использования сетевых ресурсов. Одновременно достигается повышение производительности системы проверки электронных подписей за счет сокращения времени ожидания ответов от внешних сервисов.

Реализация актуальна в системах массовой проверки электронных подписей, где требуется высокая производительность и надежность. Код обеспечивает соответствие требованиям стандартов PKI и может быть интегрирован в различные платформы электронного документооборота, обеспечивая надежную и эффективную проверку статуса сертификатов в распределенных информационных системах. Результаты производительности системы проведенных испытания (Таблица 1) [20-22].

*Таблица 1***Время операций подписи и проверки**

Объем документа	Время подписи, мс	Время проверки, мс
1 КБ	45,2	28,1
1 МБ	48,7	31,5
10 МБ	85,3	68,9
100 МБ	420,1	395,4

Экспериментальные исследования временных характеристик системы электронной подписи выявили четкую зависимость длительности операций от объема обрабатываемых документов. Полученные данные демонстрируют нелинейный характер роста времени выполнения операций при увеличении размера документов.

Для документов малого объема до 1 МБ система показывает высокую стабильность производительности. Увеличение размера в тысячу раз приводит к незначительному росту времени подписи с 45,2 до 48,7 мс и времени проверки с 28,1 до 31,5 мс. Такой минимальный прирост объясняется преобладанием постоянных накладных расходов системы над переменными затратами на обработку данных.

При переходе к документам среднего размера наблюдается умеренное увеличение времени обработки. Для документа объемом 10 МБ время подписи достигает 85,3 мс, а проверки – 68,9 мс. Этот рост напрямую связан с увеличением вычислительной нагрузки при вычислении хэш-суммы по алгоритму ГОСТ 34.11-2020, что соответствует теоретической оценке сложности для используемых криптографических алгоритмов.

Наиболее существенное замедление работы системы отмечается при обработке крупных документов размером 100 МБ. Время подписи увеличивается до 425,1 мс, а проверки – до 395,4 мс. Такой значительный рост временных затрат объясняется комплексным влиянием нескольких факторов: увеличением объема операций ввода-вывода, ростом нагрузки

на подсистему памяти и достижением пределов эффективности криптографических преобразований.

Анализ пропускной способности системы показывает, что для документов малого размера обеспечивается обработка до тридцати пяти операций проверки в секунду, тогда как для крупных документов этот показатель снижается до двух с половиной операций в секунду. Операция проверки подписи демонстрирует стабильно более высокую производительность по сравнению с операцией подписи во всем диапазоне объемов документов.

Выявленный характер зависимости позволяет определить оптимальные режимы эксплуатации системы и сформулировать практические рекомендации по ее использованию в различных сценариях электронного документооборота. Полученные результаты имеют важное значение для проектирования архитектуры систем распределенной обработки документов, планирования нагрузок и оптимизации ресурсов вычислительной инфраструктуры. Выявленные закономерности позволяют обоснованно выбирать параметры настройки системы в зависимости от специфики решаемых задач и требований к производительности.

Обсуждение и заключение

Разработанная архитектура программного модуля для работы с квалифицированной электронной подписью демонстрирует высокую эффективность и надежность. Предложенное решение обеспечивает снижение времени массовой проверки подписей на 15-20% по сравнению с типовыми реализациями и сохраняет функциональность при временной недоступности удостоверяющих центров.

Основные научные и практические результаты работы включают разработку оригинального алгоритма кэширования запросов к серверам

статусов УЦ, реализацию многоуровневой архитектуры модуля и экспериментальное подтверждение эффективности предложенных решений.

Возможности дальнейших исследований связаны с адаптацией модуля для работы с перспективными постквантовыми криптографическими алгоритмами и интеграцией технологии распределенных реестров для создания децентрализованных систем учета операций подписания.

Список использованных источников

1. ГОСТ 34.10-2018 "Информационная технология. КРИПТОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ" от 01.06.2019 № МКС 35.040 // Официальный интернет-портал правовой информации. – 2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161706> (дата обращения: 29.09.2025).
2. *Диндаял Махто, Диллип Кумар Ядав.* RSA и ECC: сравнительный анализ // Международный журнал прикладных инженерных исследований. - 2017. - №12. - С. 9053-9070.
3. *Петров А.* Распределенные данные. Алгоритмы работы современных систем хранения информации. - СПб.: Питер, 2021. - 336 с.
4. *Санников А.В.* Организация и сопровождение электронного документооборота. - Саратов: Профобразование, 2023. - 103 с.
5. *Бабаш А.В., Шанкин Г.П.* Криптографические методы защиты информации: Учебник. - М.: Кнорус, 2024. - 192 с.
6. *Лобанова А. С.* Методы применения искусственного интеллекта для автоматизации бизнес-процессов организаций / А. С. Лобанова, В. К. Денисенко, Д. В. Ивашкова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и использования : Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 10–11 апреля 2025 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2025. – С. 1568-1570. – EDN PYQYLO.
7. *Кошелев А. Н.* AI и творчество: пересечение искусственного интеллекта и искусства / А. Н. Кошелев, Н. Р. Жамейко, В. К. Денисенко // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика : Тезисы докладов Тридцать первой международной

научно-технической студентов и аспирантов, Москва, 13–15 марта 2025 года. – Москва: ООО "Центр полиграфических услуг "Радуга", 2025. – С. 384. – EDN AVXGBT.

8. Как использовать Python для криптографии // skypro URL: <https://sky.pro/media/kak-ispolzovat-python-dlya-criptografii/> (дата обращения: 01.10.2025).

9. RSA // Cryptography URL: <https://cryptography.io/en/latest/hazmat/primitives/asymmetric/rsa/> (дата обращения: 01.10.2025).

10. Федеральный закон от 6 апреля 2011 г. № 63-ФЗ «Об электронной подписи» (с изменениями и дополнениями) // Гарант URL: <https://base.garant.ru/12184522/> (дата обращения: 02.10.2025).

11. Cryptography – работа с шифрованием // PythonLib URL: <https://pythonlib.ru/library-theme80> (дата обращения: 04.10.2025).

12. Что такое цифровая подпись? Подписываем данные с RSA и SHA-256 // ChaLab URL: <https://chalab.ru/post.php?id=19> (дата обращения: 01.10.2025).

13. Криптографические методы защиты в языках программирования // Компьютер Пресс URL: <https://compress.ru/article.aspx?id=10153> (дата обращения: 01.10.2025).

14. Что такое список отзыва сертификатов? Объяснение CRL // SSL Dragon URL: <https://www.ssldragon.com/ru/blog/what-is-certificate-revocation-list/> (дата обращения: 01.10.2025).

15. What is a certificate revocation list (CRL) and how is it used? // techtarget URL: <https://www.techtarget.com/searchsecurity/definition/Certificate-Revocation-List> (дата обращения: 29.09.2025).

16. Certificate Revocation List // Руниверсалис URL: https://руни.рф/Certificate_Revocation_List (дата обращения: 29.09.2025).

17. Руководство по выживанию – TLS/SSL и сертификаты SSL (X.509) // OpenNET URL: https://www.opennet.ru/docs/RUS/ldap_apacheds/tech/ssl.html (дата обращения: 01.10.2025).

18. OCSP // cryptography URL: <https://cryptography.io/en/latest/x509/ocsp/> (дата обращения: 29.09.2025).

19. X.509 Certificates and CRLs // Botan URL: https://botan.randombit.net/handbook/api_ref/x509.html (дата обращения: 29.09.2025).

20. Инфраструктура открытых ключей // НЕВА Автоматизация URL:

<https://nevaat.ru/glossary/pki> (дата обращения: 01.10.2025).

21. Инфраструктура открытых ключей (PKI) // Информзашита URL: <https://www.infosec.ru/uslugi/proektirovanie-i-vnedrenie/infrastruktura-otkrytykh-klyuchey-pki/> (дата обращения: 01.10.2025).

22. Инфраструктура PKI и сертификатов безопасности // CyberForum URL: <https://www.cyberforum.ru/blogs/2409755/10351.html> (дата обращения: 29.09.2025).

References

1. GOST 34.10-2018 "Informacionnaya tekhnologiya. KRIPTOGRAFICHESKAYA ZASHCHITA INFORMACII" [GOST 34.10-2018 "Information technology. CRYPTOGRAPHIC INFORMATION PROTECTION"] dated 06/01/2019 no. ISS 35.040 // Official Internet portal of legal information. – 2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161706> (date of request: 29.09.2025). (In Russ.).
2. Dindayal Mahto, Dillip Kumar Yadav. RSA i ECC: sravnitel'nyj analiz // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh inzhenernyh issledovanij [RSA and ECC: A Comparative Analysis // International Journal of Applied Engineering Research]. - 2017. - No. 12. - Pp. 9053-9070.
3. Petrov A. Raspredelennye dannye. Algoritmy raboty sovremennoy sistem hraneniya informacii [Distributed Data. Algorithms of Modern Data Storage Systems]. - St. Petersburg: Piter, 2021. - 336 p. (In Russ.).
4. Sannikov A. Organizaciya i soprovozhdenie elektronnogo dokumentooborota [Organization and Maintenance of Electronic Document Management]. - Saratov: Profobrazovanie, 2023. - 103 p. (In Russ.).
5. Babash A.V., Shankin G.P. Kriptograficheskie metody zashchity informacii: Uchebnik [Cryptographic Methods of Information Protection: Textbook]. - M.: Knorus, 2024. - 192 p. (In Russ.).
6. Lobanova A. S. Metody primeneniya iskusstvennogo intellekta dlya avtomatizacii biznes-processov organizacii // Cifrovye sistemy i modeli: teoriya i praktika proektirovaniya, razrabotki i ispol'zovaniya : Materialy mezdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Kazan', 10–11 aprelya 2025 goda [Methods of applying artificial intelligence to automate business processes of an organization // Digital systems and models: theory and practice of design, development and use : Proceedings of the international scientific and practical conference, Kazan, April 10-11, 2025]. / A. S. Lobanova, V. K.

Denisenko, D. V. Ivashkova/ - Kazan: Kazan State Power Engineering University, 2025. Pp. 1568-1570. EDN PYQYLO. (In Russ.).

7. Koshelev A. N. *AI i tvorchestvo: peresechenie iskusstvennogo intellekta i iskusstva* // *Radioelektronika, elektrotehnika i energetika : Tezisy dokladov Tridcat' pervoj mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy studentov i aspirantov, Moskva, 13–15 marta 2025 goda.* [AI and creativity: the intersection of artificial intelligence and art // Radio electronics, electrical engineering and power engineering : Abstracts of the Thirty-first International Scientific and Technical Students and graduate students, Moscow, March 13-15, 2025]. A. N. Koshelev, N. R. Zhameyko, V. K. Denisenko/ – Moscow: Raduga Printing Services Center, LLC, 2025. – p. 384. – EDN AVXGBT. (In Russ.).

8. *Kak ispol'zovat' Python dlya kriptografii* [How to Use Python for Cryptography] // skypro URL: <https://sky.pro/media/kak-ispolzovat-python-dlya-kriptografii/> (date of request: 01.10.2025). (In Russ.).

9. RSA // Cryptography URL:
<https://cryptography.io/en/latest/hazmat/primitives/asymmetric/rsa/> (date of request: 01.10.2025). (In Eng.).

10. *Federal'nyj zakon ot 6 aprelya 2011 g. № 63-FZ «Ob elektronnoj podpisi» (s izmeneniyami i dopolneniyami)* [Federal Law No. 63-FZ of April 6, 2011 "On Electronic Signature" (as amended)] // Garant URL: <https://base.garant.ru/12184522/> (date of request: 02.10.2025). (In Russ.).

11. *Cryptography – rabota s shifrovaniem* [Cryptography – Working with Encryption] // PythonLib URL: <https://pythonlib.ru/library-theme80> (date of request: 04.10.2025). (In Russ.).

12. *CHto takoe cifrovaya podpis'? Podpisyvaem dannye s RSA i SHA-256* [What is a Digital Signature? Signing Data with RSA and SHA-256] // ChaLab URL: <https://chalab.ru/post.php?id=19> (date of request: 01.10.2025). (In Russ.).

13. *Kriptograficheskie metody zashchity v yazykah programmirovaniya* // *Komp'yuter Press* [Cryptographic Protection Methods in Programming Languages // Computer Press]. URL: <https://compress.ru/article.aspx?id=10153> (date of request: 01.10.2025). (In Russ.).

14. *CHto takoe spisok otzyva sertifikatov? Ob"yasnenie CRL* [What is a Certificate Revocation List? CRL Explained] // SSL Dragon URL: <https://www.ssldragon.com/ru/blog/what-is-certificate-revocation-list/> (date of request: 01.10.2025). (In Russ.).

15. What is a certificate revocation list (CRL) and how is it used? // techttarget URL: <https://www.techttarget.com/searchsecurity/definition/Certificate-Revocation-List> (date of request: 29.09.2025). (In Eng.).

16. Certificate Revocation List // Universalis URL: https://runri.ru/Certificate_Revocation_List (date of request: 29.09.2025). (In Eng.).

17. *Rukovodstvo po vyzhivaniyu – TLS/SSL i sertifikaty SSL (X.509)* [Survival Guide – TLS/SSL and SSL Certificates (X.509)] // OpenNET URL: https://www.opennet.ru/docs/RUS/ldap_apacheds/tech/ssl.html (date of request: 01.10.2025). (In Russ.).

18. OCSP // cryptography URL: <https://cryptography.io/en/latest/x509/ocsp/> (date of request: 29.09.2025). (In Eng.).

19. X.509 Certificates and CRLs // Botan URL: https://botan.randombit.net/handbook/api_ref/x509.html (date of request: 29.09.2025). (In Eng.).

20. *Infrastruktura otkrytyh klyuchej* // NEVA Avtomatizaciya [Public Key Infrastructure // NEVA Automation]. URL: <https://nevaat.ru/glossary/pki> (date of request: 01.10.2025). (In Russ.).

21. *Infrastruktura otkrytyh klyuchej (PKI)* // Informzashchita [Public Key Infrastructure (PKI) // Informzashchita] URL: <https://www.infosec.ru/uslugi/proektirovanie-i-vnedrenie/infrastruktura-otkrytykh-klyuchey-pki/> (date of request: 01.10.2025). (In Russ.).

22. *Infrastruktura PKI i sertifikatov bezopasnosti* // CyberForum [PKI and Security Certificate Infrastructure // CyberForum] URL: <https://www.cyberforum.ru/blogs/2409755/10351.html> (date of request:: 29.09.2025). (In Russ.).

Сведения об авторах:

Денисенко Вера Константиновна – ассистент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: DenisenkoVK@mpei.ru

Кошелев Алексей Николаевич – студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: KoshelevAN@mpei.ru

Румасова Надежда Юрьевна – ассистент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: RumasovaNY@mpei.ru

Статья поступила в редакцию: 16.10.2025 г.

Статья принята к публикации: 12.11.2025 г.

Для цитирования: Денисенко В.К., Кошелев А.Н., Румасова Н.Ю. Архитектура и реализация системы защищенного электронного документооборота // Менеджмент. Экономика. Информатика (М. Э. И.). – 2025. – Т. 1. – № 3. – С. 218-243.

For citation: Denisenko V.K., Koshelev A.N., Rumasova N.U. Architecture and implementation of a secure E-document flow system // Management. Economics. Informatics (M. E. I.). – 2025. – Vol. 1. – No. 3. – P. 218-243.

**Менеджмент. Экономика. Информатика
(М. Э. И.)**

Т. 1. № 3

2025

Уважаемые авторы!

Статьи для публикации в научном журнале (сетевом издании) «*Менеджмент. Экономика. Информатика (М. Э. И.)*» принимаются через форму подачи материалов на сайте издания по адресу в сети Интернет: <https://meijournal.ru/MEI/index> или на адрес электронной почты редакции: info@meijournal.ru. С требованиями к оформлению и содержанию предоставляемых материалов можно ознакомиться на сайте журнала (раздел «Правила для авторов»).

Издание придерживается политики открытого доступа. Опубликованные статьи доступны в сети Интернет без ограничений, в том числе для поиска, загрузки, чтения, копирования, распространения, печати. Материалы журнала доступны по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Гл. редактор: И. И. Комаров

Адрес редакции: 111250, г. Москва,
вн. тер. г. муниципальный округ Лефортово,
ул. Красноказарменная, д. 14, к. 1, ауд. Ж 200.

Тел.: +7(495) 362-71-12.

E-mail: info@meijournal.ru.