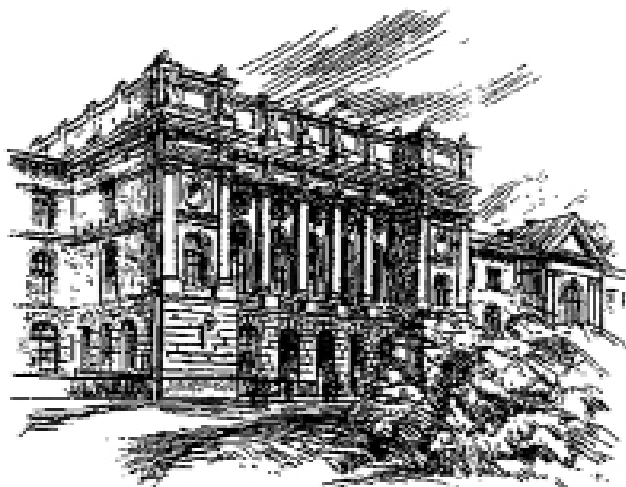


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ISSN 2782-6015

π -ECONOMY

Том 18, № 5, 2025

**«Развитие экономики и промышленности
на основе искусственного интеллекта»**

Санкт-Петербург
2025

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Акаев А.А., иностр. член РАН, д-р физ.-мат. наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

Квинт В.Л., иностр. член РАН, д-р экон. наук, профессор, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

Клейнер Г.Б., чл.-корр. РАН, д-р экон. наук, профессор, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия;

Окрепилов В.В., академик РАН, д-р экон. наук, профессор, Институт проблем региональной экономики РАН, Санкт-Петербург, Россия;

Смешко О.Г., д-р экон. наук, Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, Санкт-Петербург, Россия.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор — Глухов В.В., д-р экон. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия;

Заместитель главного редактора — Бабкин А.В., д-р экон. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия;

Адаменко А.А., д-р экон. наук, профессор, декан факультета «Финансы и кредит» Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия;

Аллаева Г.Ж., д-р экон. наук, доцент, заведующая кафедрой «Экономика и менеджмент промышленности» Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова, Ташкент, Узбекистан;

Басарева В.Г., д-р экон. наук, профессор, главный научный сотрудник, Сибирский Федеральный Научный Центр Агробиотехнологий РАН, Краснообск, Россия;

Булатова Н.Н., д-р экон. наук, профессор, Восточно-Сибирский гос. университет технологий и управления, Улан-Удэ, Россия;

Буркальцева Д.Д., д-р экон. наук, профессор, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия;

Бухвальд Е.М., д-р экон. наук, профессор, Институт экономики РАН, Москва, Россия;

Васильева З.А., д-р экон. наук, профессор, директор Института управления бизнес-процессами, Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия;

Вертакова Ю.В., д-р экон. наук, профессор, Курский филиал федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Курск, Россия;

Гамидуллаева Л.А., д-р экон. наук, доцент, заведующая кафедрой «Менеджмент и государственное управление» Пензенского государственного университета, Пенза, Россия;

Журавлев Д.М., д-р экон. наук, директор НИИ Социальных систем Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

Ильина И.Е., д-р экон. наук, Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права в научно-технической сфере, Москва, Россия;

Качалов Р.М., д-р экон. наук, профессор, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия;

Кирильчук С.П., д-р экон. наук, профессор, заведующая кафедрой «Экономика предприятия» Института экономики и управления Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия;

Корягин С.И., д-р техн. наук, профессор, Инженерно-технический институт Балтийского федерального университета им. И. Канта, Калининград, Россия;

Лычагин М.В., д-р экон. наук, профессор, Институт экономики и организации производства СО РАН, Новосибирск, Россия; Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия;

Мальшев Е.А., д-р экон. наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет / SMTU, Санкт-Петербург, Россия;

Мамраева Д.Г., канд. экон. наук, Карагандинский университет им. акад. Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан;

Махмудова Г.Н., д-р экон. наук, Ташкентский государственный экономический университет, Ташкент, Узбекистан;

Мерзликина Г.С., д-р экон. наук, профессор, Волгоградский гос. технический университет, Волгоград, Россия;

Нехорошева Л.Н., д-р экон. наук, профессор, Белорусский гос. экономический университет, Минск, Республика Беларусь;

Очилов А.О., д-р экон. наук, профессор, Каршинский государственный университет, г. Карши, Узбекистан;

Писарева О.М., канд. экон. наук, Институт информационных систем, Государственный университет управления, Москва, Россия;

Плотников В.А., д-р экон. наук, профессор кафедры общей экономической теории и истории Санкт-Петербургского государственного экономического университета, Санкт-Петербург, Россия;

Пишеничников В.В., канд. экон. наук, доцент, Воронежский гос. аграрный университет им. Императора Петра I, Воронеж, Россия;

Тренина И.А., д-р экон. наук, доцент, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Орел, Россия;

Умаров А.Т., канд. экон. наук, декан, Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, г. Ташкент, Узбекистан;

Чупров С.В., д-р экон. наук, профессор, Байкальский гос. университет, Иркутск, Россия;

Шкарупета Е.В., зам. гл. ред., д-р экон. наук, профессор, Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия;

Юдина Т.Н., д-р экон. наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

Сетевое издание публикует научные статьи и обзоры на русском и английском языках в области региональной и отраслевой экономики, управления экономическими системами, математических методов экономики.

С 2002 года входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, где публикуются основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Сетевое издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-52146 от 11 декабря 2012 г.

Сведения о публикациях представлены в Реферативном журнале ВИНТИ РАН, в международной справочной системе «Ulrich's Periodical Directory», в базах данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ), Google Scholar, EBSCO, ProQuest, ROAD, DOAJ.

Учредитель и издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация.

Редакция журнала

д-р экон. наук, профессор В.В. Глухов – председатель редколлегии; д-р экон. наук, профессор А.В. Бабкин – зам. председателя редколлегии; А.А. Родионова – секретарь редакции; А.А. Кононова – компьютерная вёрстка; И.Е. Лебедева – редактирование английского языка; Ф.К.С. Бастиан – редактор.

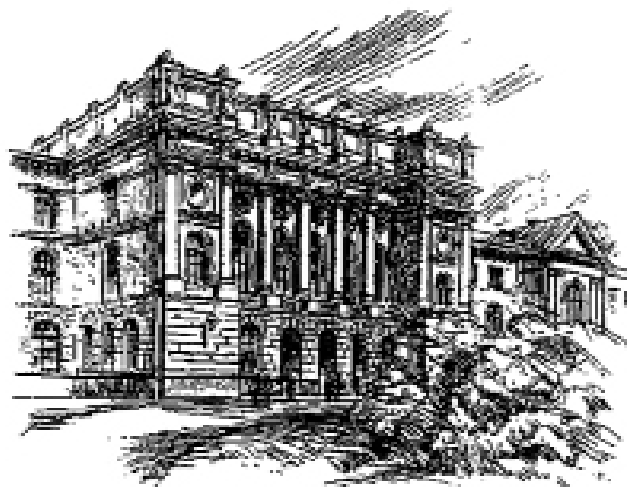
Адрес редакции: Россия, 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

Телефон редакции: +7 (812) 552-62-16, e-mail редакции: economy@spbstu.ru

Дата выхода: 31.10.2025

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2025

THE MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION



ISSN 2782-6015

π -ECONOMY

Vol. 18, no. 5, 2025

**Economic and industrial development
based on artificial intelligence technologies**

Saint Petersburg

2025

π -ECONOMY

EDITORIAL COUNCIL

A.A. Akaev – foreign member of the Russian Academy of Sciences, Dr.Sc. (phys.-math.), Lomonosov Moscow State University, Russia;
G.B. Kleiner – corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Central Economics and Mathematics Institute Russian Academy of Sciences, Russia;
V.L. Kvint – foreign member of the Russian Academy of Sciences (USA), Lomonosov Moscow State University, Russia;
V.V. Okrepilov – full member of the Russian Academy of Sciences, Institute for Problem Regional Economics RAS, Russia;
O.G. Smeshko – Dr.Sc. (econ.), St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, Russia.

EDITORIAL BOARD

V.V. Gluhov – Dr.Sc. (econ.), prof., head of the editorial board, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia;
A.V. Babkin – Dr.Sc. (econ.), prof., deputy head of the editorial board, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia;
A.A. Adamenko – Dr.Sc. (econ.), prof., Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia;
G.J. Allaeva – Dr.Sc. (econ.), Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Uzbekistan;
V.G. Basareva – Dr.Sc. (econ.), prof., Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Russia;
E.M. Buhval'd – Dr.Sc. (econ.), prof., Institute of Economics Russian Academy of Sciences, Russia;
N.N. Bulatova – Dr.Sc. (econ.), prof., East-Siberian State University of Technology and Management, Russia;
D.D. Burkalteva – Dr.Sc. (econ.), V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia;
S.V. Chuprov – Dr.Sc. (econ.), prof., Baikal State University, Russia;
L.A. Gamidullaeva – Dr.Sc. (econ.), Penza State University, Russia;
I.E. Ilina – Dr.Sc. (econ.), Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and Technology, Russia;
R.M. Kachalov – Dr.Sc. (econ.), prof., Central Economics and Mathematics Institute Russian Academy of Sciences, Russia;
S.P. Kirilchuk – Dr.Sc. (econ.), prof., V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia;
S.I. Koryagin – Dr.Sc. (tech.), prof., Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia;
M.V. Lychagin – Dr.Sc. (econ.), prof., Novosibirsk State University, Russia;
G.N. Makhmudova – Dr.Sc. (econ.), Tashkent State University of Economics, Uzbekistan;
E.A. Malyshev – Dr.Sc. (econ.), prof., SMTU, Russia;
D.G. Mamraeva – Assoc. Prof. Dr., PhD, Karaganda University named after academician Y.A. Buketov, Kazakhstan;
G.S. Merzlikina – Dr.Sc. (econ.), prof., Volgograd State Technical University, Russia;
L.N. Nehorosheva – Dr.Sc. (econ.), prof., Belarus State Economic University, Republic of Belarus;
A.O. Ochilov – Dr.Sc. (econ.), prof., Karshi State University, Uzbekistan;
O.M. Pisareva – Assoc. Prof. Dr., State University of Management, Russia;
V.A. Plotnikov – Dr.Sc. (econ.), prof., St. Petersburg State University of Economics, Russia;
V.V. Pshenichnikov – Assoc. Prof. Dr., Voronezh State Agricultural University, Russia;
E.V. Shkarupeta – Dr.Sc. (econ.), prof., Voronezh State Technical University, Russia;
I.A. Tronina – Dr.Sc. (econ.), Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orel State University named after I.S., Russia;
A.T. Umarov – Assoc. Prof. Dr., National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Uzbekistan;
Z.A. Vasilyeva – Dr.Sc. (econ.), prof., Siberian Federal University, Russia;
U.V. Vertakova – Dr.Sc. (econ.), prof., Financial University under the Government of the Russian Federation, Russia;
T.N. Yudina – Dr.Sc. (econ.), Lomonosov Moscow State University, Russia;
D.M. Zhuravlev – Dr.Sc. (econ.), Lomonosov Moscow State University, Russia.

The online journal publishes research papers and reviews in Russian and English on regional and industrial economics, management of economic systems, mathematical methods in economics.

The journal is included in the List of Leading Peer-Reviewed Scientific Journals and other editions to publish major findings of PhD theses for the research degrees of Doctor of Sciences and Candidate of Sciences.

The publications are presented in the VINITI RAS Abstract Journal and Ulrich's Periodical Directory International Database, EBSCO, ProQuest, Google Scholar, ROAD, DOAJ.

The journal is registered with the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications (ROSKOMNADZOR). Certificate ПИ № ФС77-52146 issued December 11, 2012.

Editorial office

Dr.Sc., Professor V.V. Gluhov – Head of the editorial board; Dr.Sc., Professor A.V. Babkin – Deputy head of the editorial board; A.A. Rodionova – editorial manager; A.A. Kononova – computer layout; I.E. Lebedeva – English translation; Ph.Ch.S. Bastian – editor.

Address: 195251 Polytekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia.

+7 (812) 552-62-16, e-mail: economy@spbstu.ru

Release date: 31.10.2025

© Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2025

Уважаемые читатели!

Перед вами тематический номер «РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА» журнала «П-Economy».

Выпуск подготовлен по результатам международной научно-практической конференции «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОНОМИКА И ИНДУСТРИЯ 6.0» (INTELLIGENT ENGINEERING ECONOMICS AND INDUSTRY 6.0 (IEEI_6.0_INPROM)), которая была проведена 27–30 апреля 2025 года в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого (Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Высшая инженерно-экономическая школа) совместно с рядом вузов, научных и общественных организаций.

Мы видим необходимость подготовки тематического номера в том, что в современных условиях постоянных изменений и турбулентности, происходящих во внешней среде, и стирания границ между физическими, виртуальными и социально-экономическими системами самых разных уровней экономическим агентам приходится быстро реагировать на новые вызовы, модели спроса, конкурентную среду и предпочтения потенциальных клиентов. Поэтому концепция формирования интеллектуальной цифровой экономики в настоящее время считается наиболее эффективной с точки зрения эволюции, поскольку базируется на использовании сквозных цифровых технологий, процессах самоорганизации, учета разнообразия участников, взаимодействия участников на основе принципов партнерства, мутуализма и коэволюции, реализации экологичности и задач ESG-экономики.

Европейская комиссия в январе 2021 года объявила о новой промышленной эволюции, Индустрии 5.0, и анонсировала актуализированное представление Индустрии 5.0 как достижение триады устойчивости, человекоцентричности и жизнестойкости промышленности.

Важнейшей технологией интеллектуальной экономики в современных условиях является искусственный интеллект, который в настоящее время находит применение в различных отраслях и сферах деятельности: государственное управление, бизнес, макро-, мезо-, микроуровень экономических агентов, домашние хозяйства. Прогнозируется, что к 2030 году технологии искусственного интеллекта будут присутствовать практически во всех продуктах и услугах, а для трети компаний инвестиции в это направление станут приоритетными.

Стратегическое развитие российской экономики в данном направлении заложено в 2019 году в Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года и последующих документах, создающих правовую и организационную основу применения искусственного интеллекта для достижения национальных приоритетов.

Распространение технологий искусственного интеллекта требует научного и практического осмысления их влияния на экономические процессы на корпоративном, отраслевом, региональном и национальном уровнях, поскольку не только связано с различными барьерами, но и несет многочисленные внешние эффекты, имеющие пока еще недостаточно осмысленные последствия.

Эти факторы и обусловили необходимость отдельного рассмотрения на страницах журнала вопросов развития экономики и промышленности на основе искусственного интеллекта.

Журнал состоит из трех разделов.

В первом разделе «ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМАХ» А.И. Шинкевич и А.А. Лубнина представили результаты исследования тенденций использования искусственного интеллекта на уровне управления проектами промышленного развития, Р.Р. Фарахов, Р.А. Бурнашев и О.М. Матренина рассматривают применение технологий искусственного интеллекта для анализа полимерных композиционных материалов в условиях производства, Р.О. Киселёв представил оценку инновационной активности организации с применением систем искусственного интеллекта.



Во втором разделе «**СТРАТЕГИИ И ИННОВАЦИИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**» В.В. Доржиева рассматривает вопросы стратегического планирования развития искусственного интеллекта в условиях новых вызовов (на примере фармацевтической отрасли), Т.Н. Красюк предлагает типологии стратегий конкуренции и роста на основе фактора использования искусственного интеллекта, Ю.В. Вертакова, Ю.В. Шульгина и Б.Ш. Собиров представили особенности структуры жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта. В заключительной статье раздела Н.В. Баргесян и А.И. Шинкевич рассматривают искусственный интеллект как ключевой инструмент развития природоподобных технологий.

В третьем разделе «**РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**» Г.Н. Махмудова и А.Х. Азизов представили результаты цифровизация управления государственными активами при обеспечении экономической безопасности (на примере республики Узбекистан), А.А. Амбарцумян рассматривает некоторые результаты и перспективы внедрения искусственного интеллекта в экономику Узбекистана.

Редакция благодарит за работу соредакторов выпуска:

Шинкевич Алексей Иванович — доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой логистики и управления Казанского национального исследовательского технологического университета;

Махмудова Гулжахон Нематджоновна — доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры цифровой экономики Ташкентского государственного экономического университета (Узбекистан).

Редакция журнала

Содержание

Искусственный интеллект в экономических промышленных системах

Шинкевич А.И., Лубнина А.А. Исследование тенденций использования искусственного интеллекта на уровне управления проектами промышленного развития.....	9
Фарахов Р.Р., Бурнашев Р.А., Матренина О.М. Применение технологий искусственного интеллекта для анализа полимерных композиционных материалов в условиях производства....	23
Киселёв Р.О. Оценка инновационной активности организации с применением систем искусственного интеллекта.....	34

Стратегии и инновации на основе искусственного интеллекта

Доржиева В.В. Стратегическое планирование развития искусственного интеллекта в условиях новых вызовов (на примере фармацевтической отрасли).....	49
Красюк Т.Н. Разработка типологии стратегий конкуренции и роста на основе фактора использования искусственного интеллекта.....	66
Вертакова Ю.В., Шульгина Ю.В., Собиров Б.Ш. Особенности структуры жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта.....	81
Барсегян Н.В., Шинкевич А.И. Искусственный интеллект как ключевой инструмент развития природоподобных технологий.....	100

Развитие экономики зарубежных стран на основе искусственного интеллекта

Махмудова Г.Н., Азизов А.Х. Цифровизация управления государственными активами при обеспечении экономической безопасности (на примере Республики Узбекистан).....	113
Амбарцумян А.А. Внедрение искусственного интеллекта в экономику Узбекистана: результаты и перспективы.....	130

Contents

Ai in industrial economic systems

Shinkevich A.I., Lubnina A.A. Research on trends in the use of artificial intelligence at the level of industrial development project management.....	9
Farakhov R.R., Burnashev R.A., Matrenina O.M. Application of artificial intelligence technologies for analysis of polymer composite materials in production conditions.....	23
Kiselev R.O. Assessing the innovation activity of an organization using artificial intelligence systems.....	34

Ai-based strategies and innovations

Dorzhieva V.V. Strategic planning for the development of artificial intelligence in the face of new challenges (a pharmaceutical industry case study).....	49
Krasyuk T.N. Developing a typology of competition and growth strategies based on the use of artificial intelligence.....	66
Vertakova Yu.V., Shulgina Yu.V., Sobirov B.Sh. Features of the life cycle structure of digital innovations based on the use of artificial intelligence.....	81
Barsegyan N.V., Shinkevich A.I. Artificial intelligence as a key tool for the development of nature-like technologies.....	100

Ai-driven economic development in western countries

Makhmudova G.N., Azizov A.Kh. Digitalization of state asset management in ensuring economic security (the case of the republic of Uzbekistan).....	113
Ambartsumyan A.A. Digital transformation of the Uzbek economy: results and prospects.....	130

Искусственный интеллект в экономических промышленных системах

Ai in industrial economic systems

Научная статья

УДК 338.1

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18501>

EDN: <https://elibrary/RAIBFM>



ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА УРОВНЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВИТИЯ

А.И. Шинкевич , А.А. Лубнина 

Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Казань, Российская Федерация

 ashinkevich@mail.ru

Аннотация. В условиях перехода на новый технологический уклад особую актуальность приобретает цифровая трансформация промышленности, требующая реализации крупных проектов посредством привлечения институтов государственной поддержки. Таким институтом в России является Фонд развития промышленности (ФРП), представляющий собой эффективный инструмент поддержки проектов. Вместе с тем в качестве перспективных форм цифровизации особый интерес представляют технологии искусственного интеллекта (ИИ), которые одинаково эффективны как для оптимизации деятельности промышленных предприятий, так и для управления крупными проектами. В связи с чем целью статьи является исследование тенденций использования ИИ на уровне управления проектами промышленного развития, достигнутое посредством решения следующих задач: проанализирована деятельность ФРП, выявлены приоритетные направления деятельности организации; рассмотрена динамика показателей уровня цифровизации предприятий, получивших поддержку со стороны ФРП на проекты промышленного развития, в 2015–2023 гг. с прогнозом на 2025 г.; определено влияние цифровизации на проектное развитие высокотехнологичных отраслей промышленности посредством корреляционно-регрессионного анализа; предложен комплекс рекомендаций по развитию ИИ на уровне управления проектами промышленного развития. В статье использованы методы статистической обработки данных, полиномиальная линия тренда третьей степени, корреляционно-регрессионный анализ. По результатам исследования сделаны следующие выводы и сформулированы следующие рекомендации: рекомендуется внедрить в деятельность ФРП технологии ИИ для анализа проектов, а также сложных, больших, неструктурированных данных, оценки вероятностей и последствий рисков, диагностики финансовой модели проекта, автоматизации работы с документами; ФРП рекомендуется взаимодействовать с фондами поддержки IT-проектов в части согласования запросов от промышленных предприятий и предложений от предприятий разработчиков технологий ИИ; промышленным предприятиям рекомендуется активно внедрять ИИ для создания умных заводов (полностью автоматизированных и роботизированных, управляемых ИИ), обслуживания оборудования, мониторинга, контроля качества продукции, оптимизации цепочек поставок и др. В контексте дальнейшего исследования представляет интерес разработка адресных рекомендаций по разработке и внедрению технологий ИИ в деятельность фондов по развитию крупных проектов, а также в деятельность промышленных предприятий.

Ключевые слова: управление проектами, промышленное развитие, искусственный интеллект, фонд развития промышленности, цифровизация

Для цитирования: Шинкевич А.И., Лубнина А.А. (2025) Исследование тенденций использования искусственного интеллекта на уровне управления проектами промышленного развития. П-Economy, 18 (5), 9–22. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18501>



RESEARCH ON TRENDS IN THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AT THE LEVEL OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT PROJECT MANAGEMENT

A.I. Shinkevich , A.A. Lubnina 

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation

✉ ashinkevich@mail.ru

Abstract. In the context of the transition to a new technological paradigm, the digital transformation of industry is becoming especially relevant, requiring the implementation of large-scale projects through the involvement of state support institutions. In Russia, such an institution is the Industrial Development Fund (IDF), which is an effective tool for supporting projects. At the same time, artificial intelligence (AI) technologies are of particular interest as promising forms of digitalization, which are equally effective for optimizing the operations of industrial enterprises and for managing large-scale projects. In this regard, the goal of the article is to study the trends in the use of AI at the level of industrial development project management, achieved by addressing the following tasks: the activities of the IDF were analyzed, organization's priority areas were identified; the dynamics of digitalization indicators for enterprises that received IDF support for industrial development projects from 2015 to 2023 were examined, with a forecast for 2025; the impact of digitalization on the project development of high-tech industries was determined through correlation-regression analysis; a set of recommendations for the development of AI at the level of industrial development project management was proposed. The article uses statistical data processing methods, a third-degree polynomial trend line and correlation-regression analysis. Based on the results, the following conclusions and recommendations were made: it is recommended to implement AI technologies in the IDF's activities for analyzing projects, as well as processing complex, large, unstructured data, assessing the probabilities and consequences of risks, diagnosing the financial model of a project and automating document workflow; the IDF is recommended to collaborate with IT project support funds to coordinate requests from industrial enterprises and proposals from AI technology developers; industrial enterprises are recommended to actively implement AI to create smart factories (fully automated and robotic, controlled by AI), maintain equipment, monitor, control product quality, optimize supply chains etc. In the context of further research, it is of interest to develop targeted recommendations for the development and implementation of AI technologies in the activities of funds supporting large-scale projects, as well as in the operations of industrial enterprises.

Keywords: project management, industrial development, artificial intelligence, industrial development fund, digitalization

Citation: Shinkevich A.I., Lubnina A.A. (2025) Research on trends in the use of artificial intelligence at the level of industrial development project management. *П-Economy*, 18 (5), 9–22. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18501>

Введение

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) перспективны в различных сферах деятельности — промышленности, образовании, медицине, сельском хозяйстве, госсекторе, социальной сфере, а также проектной деятельности. Вместе с тем предприятия с высоким уровнем цифровизации имеют больший потенциал в части получения государственного финансирования для реализации крупных промышленных проектов, в том числе в области разработки и внедрения технологий ИИ.

А.Ю. Никитаева и А.-Б.М. Салем в своем исследовании [1] считают, что ИИ является одной из наиболее динамично развивающихся технологий и результатом Четвертой промышленной революции, оказывающей огромное преобразующее влияние на экономику. В промышленности

ИИ обладает высоким потенциалом использования с колоссальными положительными эффектами, однако этот потенциал и положительные результаты ограничены недостаточно проработанной институциональной базой для развития ИИ.

Кроме того, по мнению Ю.Н. Шедько, М.Н. Власенко и Н.В. Унижаева [2], эффективное управление проектами в условиях использования ИИ возможно превратить в конкурентное преимущество посредством разработки стандартной методологии стратегического управления проектами, обеспечивающей последовательность ключевых действий для организации. Следовательно, интегрированная модель стратегического управления проектами с использованием ИИ может внести вклад в преодоление разрыва между подходом управления проектом и реализацией стратегии развития, обеспечивая использование потенциала высоких технологий.

Вместе с тем необходимо отметить, что Фонд развития промышленности (ФРП), являющийся крупнейшим фондом по поддержке промышленных проектов, при анализе проектов и принятии решения об их финансировании использует технологии ИИ для работы с потенциальными заемщиками посредством чат-бота¹. Однако возможности ИИ могли бы быть использованы для оценки вероятностей и последствий рисков, диагностики финансовой модели проекта, автоматизации работы с документами и др.

Выделенные проблемы обуславливают актуальность, объект и предмет данного исследования. Объектом исследования являются предприятия промышленности. Предметом — технологии ИИ, используемые на уровне управления проектами промышленного развития.

Литературный обзор

Изучению вопросов применения возможностей технологий ИИ для управления проектами посвящено значительное число отечественных и научных трудов. Рассмотрим основные тренды в современных публикациях.

Е.Н. Стрелиной в [3] определены преимущества ИИ для управления проектами, в том числе анализ сложных, больших, неструктурированных данных, оптимизация процессов принятия решений, оценка вероятностей и последствий рисков. Кроме того, автором обобщены интеллектуальные системы, платформы и инструменты ИИ для управления проектами (рис. 1).

В работе Е.Н. Тумилевич [4] представлен обзор следующих направлений использования ИИ в управлении проектами: методы машинного обучения (искусственные нейронные сети, нейронные сети высокого порядка, нейронные сети Хопфилда, нечеткая логика, нечеткие когнитивные карты (DCM), генетические алгоритмы (ГА), метод опорных векторов (SVM), метод начальной загрузки) и гибридные методы (нейро-нечеткие системы или нечеткие нейронные сети, нейронные сети адаптивного подкрепления, нечеткие системы на основе правил и генетические нечеткие системы, модель вывода эволюционных нечетких опорных векторов).

В статье И.С. Назаровой и Е.В. Потехиной [5] сделан вывод о том, что использование ИИ, технологий автоматизации, программных средств, облачных технологий при управлении проектами позволит оптимизировать бюджет и время проекта, минимизировать риски, управлять изменениями, повысить эмоциональный интеллект руководителей и исполнителей, усилить надпрофессиональные навыки (soft skills), обеспечить кибербезопасность.

Использованию возможностей технологий ИИ посвящена статья Ю.А. Мартыновой [6], в которой рассмотрен пример выявления рисков, угрожающих успешной реализации проектов, посредством методики нечеткой логики. Обосновано, что использование данной технологии позволяет уйти от интуитивного принятия решений, минимизировать риски за счет применения прогнозных моделей, инструментов визуализации, что позволяет выявлять узкие места и просчеты в проектах.

Также возможности использования ИИ в риск-менеджменте изложены в статье А.Д. Джейранян и М.А. Плаксина [7], в которой авторы предлагают инновационный подход. В основе

¹ Фонд развития промышленности. [online] Available at: <https://frprf.ru/o-fonde/> [Accessed 23.10.2025]. (in Russian)

Aitheon Project Manager - Управление проектами на основе ИИ
Atlas Projects - Управление проектами с элементами ИИ
Autodesk Construction IQ - Интеллектуальная система строительных проектов
Baseline PMO Dashboard - Управленческая модель проектного офиса
Datana Smart - Интеллектуальная система управления
Forecast - Интеллектуальная платформа
Meisterplan - Управление портфелем и ресурсами проектов
Smart Projects - Семейство продуктов для управления проектами
TARA AI - Интеллектуальная платформа
ИКСУП РКС - Интеллектуальная космическая система для управления проектами

Рис. 1. Интеллектуальные системы, платформы и инструменты ИИ для управления проектами [3]

Fig. 1. Intelligent systems, platforms and AI tools for project management [3]

методики лежит применение чат-ботов посредством формулировки к ним конкретных запросов (инструктов, промптов) для выявления, анализа и приоритизации рисков проектов. Методика апробирована на примере проектов различного масштаба и содержания, что позволяет сделать вывод о ее практической значимости.

Д.В. Пшиченко в своей статье [8] предлагает изучить возможности применения ИИ для работы с большими данными при управлении проектами и обосновывает повышение эффективности и скорости принятия решений посредством реализации следующих инструментов:

- кластеризация методом k-средних;
- градиентный бустинг;
- деревья решений;
- нейронные сети;
- случайные леса;
- опорные векторные машины;
- обработка естественного языка.

Однако использование данных методик требует высокой квалификации исполнителей, наличия качественной информационной базы, соблюдения этических норм и правил конфиденциальности.

Особенности влияния ИИ на роль и навыки руководителей проектов раскрыты в исследовании М.С. Меншиковой, И. Боначчи и Д. Скроцци [9]. Анализ интервью руководителей проектов и исполнителей позволил оценить их восприятие внедрения ИИ в реализацию проектов. По результатам исследования выявлено, что применение ИИ позволяет принимать более обоснованные решения за счет систематизации большого объема данных и критериев оценки, что способствует повышению эффективности в связи с минимизацией рутинной работы, следовательно, команда проекта больше сосредоточена на стратегических задачах, требующих креативности и критического мышления.

Аналогичного мнения придерживается А.А. Косоруков, представивший в своей статье [10] обзор наиболее перспективных инструментов ИИ в сфере управления проектами, в том числе нейронные сети и машинное обучение. Анализ практики внедрения данных технологий в деятельности проектных компаний позволил сделать вывод о том, что их использование позволяет повысить компетенции руководителей проектов, развить корпоративную культуру и улучшить психологический климат в коллективе за счет сокращения рутинной работы и минимизации ошибок при анализе больших данных.

Целью работы Т.В. Фридгейрссона, Х.Т. Ингэйсона, Х.И. Йонассона, Х. Йонсдоттира [11] было расширить возможности управления проектами посредством использования ИИ, а также

определение приоритетных направлений его использования в ближайшие десять лет. Результаты ясно показали, что ИИ станет неотъемлемой частью будущей практики управления проектами, затрагивая прежде всего сферы регулирования финансовых затрат, скорости планирования и выполнения работ, функций контроля и координации, предсказания более точных прогнозов, управления рисками, достижения ключевых показателей эффективности. Вместе с тем, согласно полученным результатам, ИИ окажет меньшее влияние в сфере формирования лидерских навыков участников проекта, в области формирования и управления командой проекта, а также при формировании эффективного взаимодействия и выстраивания коммуникаций между всеми сторонами и участниками проекта.

А.М. Абшукирова и А.Ж. Турегельдинова в своем исследовании [12] выделяют следующие перспективные направления использования ИИ при оптимизации процессов управления проектами:

- систематизация больших данных;
- автоматизация рутинных задач;
- повышение производительности;
- риск-менеджмент;
- оптимизация использования ресурсов;
- улучшение взаимодействия и коммуникаций.

Вместе с тем выявлены и ограничения использования данных технологий на сегодняшний день, например высокие финансовые вложения, отсутствие новых компетенций у сотрудников, необходимость обучения персонала, сложность обеспечения безопасности и конфиденциальности баз данных, проблемы интеграции с имеющимися информационными системами, этические аспекты (связанные с прозрачностью алгоритмов).

Работа Ю.А. Звягинцевой и Е.А. Сотниковой [13] посвящена поиску определения ИИ на основании анализа литературного обзора отечественных и зарубежных ученых, по результатам которого выделены четыре типа определений:

- 1) системы, думающие подобно людям;
- 2) системы, действующие подобно людям;
- 3) системы, думающие рационально;
- 4) системы, действующие рационально.

Однако, по мнению авторов, управление проектами является междисциплинарным процессом, что требует от менеджеров наличия компетенций из различных сфер, применение возможностей которых, в отличие от ИИ, ограничивается конкретными направлениями в условиях определенной и стабильной среды.

Помимо научных трудов в области изучения возможностей применения технологий ИИ для оптимизации процессов управления проектами в рамках данного исследования необходимо обозначить современные приоритетные направления реализации промышленных проектов в рамках глобальных концепций.

А.И. Шинкевич и др. посвятили свой научный труд [14] изучению энергоэффективных и промышленных проектов, направленных на повышение экологической эффективности, безопасности и снижающих отрицательное воздействие на окружающую среду посредством создания безотходных производств, а также использованию альтернативных источников энергии и внедрению наилучших доступных технологий, являющихся эффективным инструментом промышленного развития промышленности России.

В исследовании А.А. Лубниной и др. [15] освещены современные проекты инновационного развития в рамках концепции Индустрия 4.0, в том числе распространение Интернета вещей, технологий виртуальной и дополненной реальности, цифровых двойников — другими словами, создание киберфизических систем, которые интегрируют посредством интернета в единую систему, управляемую технологиями ИИ, человека и технологии.

В этом ключе интерес представляет научная работа А. Рибейру, А. Амаралы и Т. Барруш [16], в которой обосновано, что цифровая трансформация всех методологий и процессов в контексте Индустрии 4.0 может вызвать разрушительные последствия для традиционного управления проектами и роли менеджера проекта, поскольку данная концепция требует от последнего владения новыми техническими, контекстуальными и поведенческими компетенциями в соответствии с основными постулатами Четвертой технологической революции. В статье систематизированы поведенческие, или гибкие, навыки менеджера проекта 4.0, отличающиеся от традиционных требований к компетенциям менеджера проекта.

Литературный обзор позволил сделать вывод о том, что в рамках рассматриваемой проблематики наиболее популярными являются научные работы, посвященные исследованию возможностей применения ИИ в области развития бизнеса и промышленности, о чем свидетельствует значительное количество статей различных авторов [17–21].

Г.О. Андреевым, У. Цяньцанем, А.Г. Гильфановой, А.И. Сахбиевой, С. Чжао, С. Чжан посредством ИИ проведено прогнозирование спроса, оценено ценообразование, представлен анализ международной конкурентоспособности автомобильной и энергетической промышленности [22–25].

Дж. Сартор, Б. Альхайяни и др. исследуют вопросы прав человека и эффективности методов искусственного интеллекта в борьбе с рисками кибербезопасности в ИТ-индустрии [26, 27].

С.В. Шкодинский, Д.М. Надысева, Д.И. Кузьмин раскрывают особенности ИИ в условиях современных институциональных изменений и в системе смарт-промышленности [28, 29].

Анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что тема использования ИИ при управлении проектами является достаточно популярной, однако не в полном объеме решена проблема внедрения технологий ИИ при принятии управленческих решений на уровне проектов промышленного развития, что позволяет сформулировать цель и задачи исследования.

Цель и задачи исследования

Целью статьи является исследование тенденций использования ИИ на уровне управления проектами промышленного развития.

Задачи исследования:

- 1) проанализировать деятельность ФРП, выявить приоритетные направления деятельности организации;
- 2) рассмотреть динамику показателей уровня цифровизации предприятий, получивших поддержку со стороны ФРП на проекты промышленного развития, в 2015–2023 гг. с прогнозом на 2025 г.;
- 3) определить влияние цифровизации на проектное развитие высокотехнологичных отраслей промышленности посредством корреляционно-регрессионного анализа;
- 4) предложить комплекс рекомендаций по развитию ИИ на уровне управления проектами промышленного развития.

Методы и материалы

В статье использованы методы статистической обработки данных для анализа деятельности ФРП и оценки показателей, характеризующих уровень цифровизации отечественных промышленных предприятий. Для прогнозирования числа предприятий, получивших поддержку со стороны ФРП на проекты промышленного развития, на 2025 г. использована полиномиальная линия тренда второй степени. Посредством корреляционно-регрессионного анализа определены показатели, имеющие тесную связь с зависимой переменной «Число промышленных предприятий, получивших поддержку со стороны ФРП на проекты промышленного развития (ед.)» [3].

Информационной базой исследования являются официальные данные ФРП в части выявления количества промышленных проектов, получивших поддержку со стороны государства.

Также в статье использованы официальные статистические сборники Росстата, характеризующие уровень цифровизации промышленных предприятий².

Результаты и обсуждение

В Российской Федерации самым крупным институтом поддержки проектов является Фонд развития промышленности, представляющий льготные условия кредитования производств высокотехнологичной инновационной продукции, имеющей потенциал обеспечения технологического лидерства. Кроме того, особый интерес представляют информационные технологии цифровой трансформации промышленности, продукция оборонно-промышленного комплекса и двойного назначения, технологии машиностроительных и приборостроительных предприятий.

ФРП предоставляет целевые займы по ставкам 3% и 5% годовых сроком до 7 лет в объеме от 5 млн до 2 млрд руб. В 2015 г. Фонд оказал поддержку 54 промышленным предприятиям, а в 2023 г. их число составило 276 (на общую сумму 142 млрд руб.), что в 5 раз выше числа предприятий 2015 г. (рис. 2). Поддержка оказана самым различным отраслям, но особое внимание в последние годы уделяется поддержке автомобильной промышленности.

Для прогнозирования числа предприятий, получивших поддержку со стороны ФРП на проекты промышленного развития, использована полиномиальная линия тренда второй степени, согласно которой в 2025 г. ожидается, что число таких предприятий вырастет до 324, что на 17% выше уровня 2023 г.

Важным элементом качественной реализации промышленных проектов является уровень цифрового развития субъектов хозяйствования, в связи с чем рассмотрим направления использования информационных технологий промышленными предприятиями. Так, в 2023 г. предприятия чаще всего использовали электронные справочно-правовые системы – 46,5%, программные продукты для управления финансами – 46,4%, для управления закупками – 33,0%, для предоставления доступа к базам данных – 27,0%, для управления продажами – 26,3%, для обучения – 26,2%, для управления автоматизированным производством – 18,6%, для проектирования – 15,5%, для редакционно-издательской деятельности – 10,4%, для научных исследований – 9,3% (рис. 3).

В структуре затрат на информационное обеспечение преобладают прочие внутренние затраты на внедрение и использование цифровых технологий – 51,5% (в том числе на управление закупками, продажами, технологическими бизнес-процессами, проектированием и др.), на приобретение машин и оборудования, связанные с цифровыми технологиями, – 29,0%, на приобретение программного обеспечения – 12,9%, на оплату услуг электросвязи – 6,4%, на обучение сотрудников, связанное с цифровыми технологиями, – 0,2% (рис. 4).

Для оценки влияния цифровизации на проектное развитие высокотехнологичных отраслей промышленности используем корреляционно-регрессионный анализ. В качестве зависимой переменной определен показатель «Число предприятий, получивших поддержку со стороны ФРП на проекты промышленного развития (ед.)», поскольку ключевым направлением государственной политики является финансовая поддержка высокотехнологичных проектов, реализация которых будет способствовать технологическому развитию промышленности в целом. Посредством корреляционного анализа выявлены две независимые переменные, имеющие тесную связь с зависимой переменной, – «Доля предприятий, использующих цифровые технологии для управления автоматизированным производством (%)» и «Доля затрат на приобретение машин и оборудования, связанных с цифровыми технологиями (%)». Статистическая база корреляционно-регрессионного анализа сформирована в табл. 1.

² Росстат. *Наука, инновации, технологии*. [online] Available at: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> [Accessed 23.10.2025]. (in Russian)

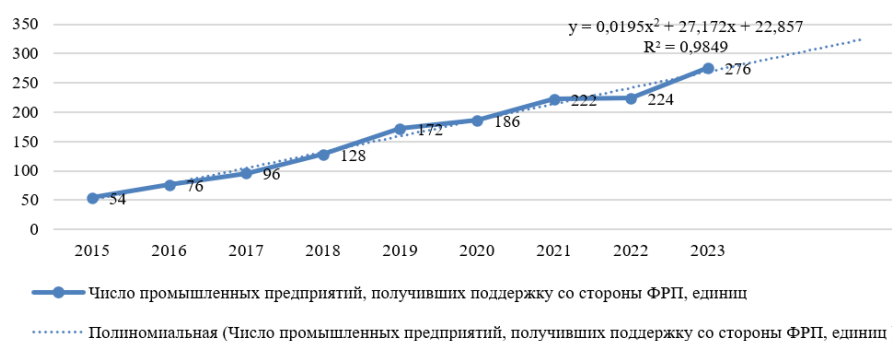


Рис. 2. Число предприятий, получивших поддержку со стороны ФРП на проекты промышленного развития, в 2015–2023 гг., ед.

Fig. 2. Number of enterprises that received support from the IDF for industrial development projects in 2015–2023, units

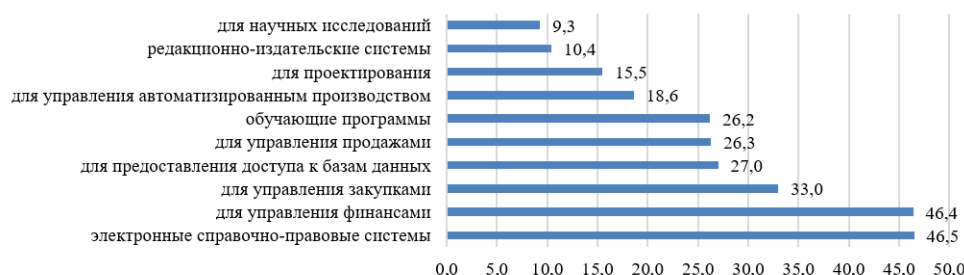


Рис. 3. Направления использования информационных технологий промышленными предприятиями в 2023 г., %

Fig. 3. Directions of the use of information technologies by industrial enterprises in 2023, %



Рис. 4. Структура затрат промышленных предприятия на внедрение и использование цифровых технологий в 2023 г., %

Fig. 4. Structure of industrial enterprise costs for the implementation and use of digital technologies in 2023, %

Уравнение регрессии принимает следующий вид:

$$Y = 72,6 + 17,9 \cdot X_1 + 13,9 \cdot X_2,$$

где Y – число предприятий, получивших поддержку со стороны ФРП на проекты промышленного развития, ед.; X_1 – доля предприятий, использующих цифровые технологии для управления автоматизированным производством, %; X_2 – доля затрат на приобретение машин и оборудования, связанных с цифровыми технологиями, %.

Таблица 1. Показатели, используемые для корреляционно-регрессионного анализа
Table 1. Indicators used for correlation-regression analysis

Годы	Число предприятий, получивших поддержку со стороны ФРП на проекты промышленного развития, ед.	Доля предприятий, использующих цифровые технологии для управления автоматизированным производством, %	Доля затрат на приобретение машин и оборудования, связанных с цифровыми технологиями, %
2015	54	15,1	20,3
2016	76	14,9	20,0
2017	96	14,7	21,0
2018	128	16,7	22,0
2019	172	16,5	22,9
2020	186	17,7	25,5
2021	222	17,4	27,1
2022	224	17,7	28,5
2023	276	18,6	29,0

Таблица 2. Комплекс рекомендаций по развитию ИИ на уровне управления проектами промышленного развития
Table 2. Set of recommendations for the development of AI at the level of industrial development project management

Организации	Области использования	Направления развития технологий ИИ	Виды ИИ	Ожидаемый эффект
ФРП	Внедрить в свою деятельность ИИ для анализа проектов	Анализ сложных, больших, неструктурированных данных, оценка вероятностей и последствий рисков, диагностика финансовой модели проекта, автоматизация работы с документами	Нейронные сети, нечеткая логика, нечеткие когнитивные карты, генетические алгоритмы, метод опорных векторов и др.	Сокращение времени рассмотрения проектов на 15%, снижение числа ошибок на 35%, повышение скорости принятия решений на 20%, сокращение затрат на 10%
ФРП, ФРИИ и др.	Поддерживать проекты по развитию технологий ИИ	Взаимодействие с фондами поддержки ИТ-проектов в части согласования запросов от промышленных предприятий и предприятий – разработчиков технологий ИИ	Прогноз поломки оборудования (в частности, на базе machine learning), специализированные системы безопасности для «умных станков» и др.	Увеличение числа внедренных пилотных проектов на 20%, увеличение числа внедренных проектов в деятельность промышленных предприятий на 10%
Промышленные предприятия	Внедрить в деятельность технологии ИИ	Создание умных предприятий (полностью автоматизированных и роботизированных, управляемых ИИ), использование ИИ для обслуживания оборудования, мониторинга, контроля качества продукции, оптимизации цепочек поставок и др.	Промышленный интернет вещей, цифровые двойники, компьютерное зрение, технологии виртуальной реальности, генеративный ИИ, машинное обучение, помощники на базе LLM- и GPT-моделей и др.	Увеличение качества продукции на 20%, увеличение точности прогнозирования и мониторинга на 30%; сокращение затрат и продолжительности производственного цикла на 15%, снижение простоев оборудования на 30%, повышение производительности на 10%

Таким образом, посредством корреляционно-регрессионного анализа выявлена тесная связь между зависимой переменной «Число предприятий, получивших поддержку со стороны ФРП на проекты промышленного развития (ед.)» и двумя независимыми переменными «Доля предприятий, использующих цифровые технологии для управления автоматизированным производством (%)» и «Доля затрат на приобретение машин и оборудования, связанных с цифровыми технологиями (%)». Следовательно, высокая степень автоматизации и цифровизации предприятий повышает возможность получить поддержку проектов со стороны ФРП.

Закономерности, выявленные в ходе исследования, позволяют разработать следующий комплекс рекомендаций по развитию ИИ на уровне управления проектами промышленного развития.

Таким образом, использование ИИ позволяет оптимизировать процессы принятия решений и анализа рисков при рассмотрении промышленных проектов, а также увеличить возможности для получения поддержки со стороны ФРП.

Заключение

С целью исследования тенденций в области использования ИИ на уровне управления проектами промышленного развития в статье решены следующие задачи.

1. Рассмотрена деятельность ФРП, приоритетным направлением деятельности является представление льготных условий кредитования производств высокотехнологичной инновационной продукции, имеющей потенциал обеспечения технологического лидерства.

2. Оценена динамика ключевых показателей деятельности ФРП в 2015–2023 гг. Так, в 2015 г. ФРП оказал поддержку 54 промышленным предприятиям, а в 2023 г. их число составило 276 (на общую сумму 142 млрд руб.), что в пять раз выше числа предприятий в 2015 г. Это свидетельствует об активной государственной политике в области поддержки технологического развития крупных предприятий промышленности.

3. Посредством корреляционно-регрессионного анализа выявлена тесная связь между зависимой переменной «Число предприятий, получивших поддержку со стороны ФРП на проекты промышленного развития (ед.)» и двумя независимыми переменными «Доля предприятий, использующих цифровые технологии для управления автоматизированным производством (%)» и «Доля затрат на приобретение машин и оборудования, связанных с цифровыми технологиями (%)». Следовательно, высокая степень автоматизации и цифровизации предприятий повышает возможность получить поддержку проектов со стороны ФРП.

4. Предложен комплекс рекомендаций по развитию ИИ на уровне управления проектами промышленного развития, который позволит оптимизировать процессы принятия решений и анализа рисков при рассмотрении промышленных проектов, а также увеличить возможность для получения поддержки со стороны ФРП.

По результатам исследования сделаны следующие выводы и сформулированы следующие рекомендации:

- внедрить в деятельность ФРП технологии ИИ для анализа проектов, анализа сложных, больших, неструктурированных данных, оценки вероятностей и последствий рисков, диагностики финансовой модели проекта, автоматизации работы с документами;
- ФРП рекомендуется взаимодействовать с фондами поддержки ИТ-проектов в части согласования запросов от промышленных предприятий и предложений от предприятий – разработчиков технологий ИИ;
- промышленным предприятиям рекомендуется активно внедрять ИИ для создания умных заводов (полностью автоматизированных и роботизированных, управляемых ИИ), обслуживания оборудования, мониторинга, контроля качества продукции, оптимизации цепочек поставок и др.

Направления дальнейших исследований

В контексте дальнейшего исследования рассматриваемой проблематики статьи представляет интерес разработка адресных рекомендаций по разработке и внедрению технологий ИИ в деятельность фондов по развитию крупных проектов, а также в деятельность промышленных предприятий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Никитаева А.Ю., Салем А.-Б.М. (2022) Институциональные основы развития искусственного интеллекта в промышленности. *Journal of Institutional Studies*, 14 (1), 108–126. DOI: <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2022.14.1.108-126>
2. Шедько Ю.Н., Власенко М.Н., Унижаев Н.В. (2021) Стратегическое управление проектами на основе использования искусственного интеллекта. *Экономическая безопасность*, 4 (3), 629–642. DOI: <https://doi.org/10.18334/ecsec.4.3.111949>
3. Стрелина Е.Н. (2024) Использование искусственного интеллекта в управлении проектами. *Вестник Донецкого национального университета. Серия В: Экономика и право*, 2, 98–107. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14192018>
4. Тумилевич Е.Н. (2023) Использование искусственного интеллекта в управлении проектами. *Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права*, 4 (114), 112–118. DOI: <https://doi.org/10.38161/2618-9526-2023-4-112-118>
5. Назарова И.С., Потехина Е.В. (2024) Анализ передовых тенденций управления проектами: от искусственного интеллекта до облачных технологий. *Дружковский вестник*, 2 (58), 68–76. DOI: <https://doi.org/10.17213/2312-6469-2024-2-68-76>
6. Мартынова Ю.А. (2022) Использование методов искусственного интеллекта в оценке рисков инновационного проекта. *Экономика и управление: проблемы, решения*, 1 (2 (122)), 38–43. DOI: <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2022.02.01.004>
7. Джейранян А.Д., Плаксин М.А. (2024) Применение генеративного искусственного интеллекта для управления рисками программных проектов. *Труды Института системного программирования РАН*, 36 (2), 73–82. DOI: [https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2024-36\(2\)-6](https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2024-36(2)-6)
8. Пшиченко Д. (2024) Исследование моделей искусственного интеллекта для анализа больших данных в управлении проектами. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*, 8–3 (95), 180–185. DOI: <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2024-8-3-180-185>
9. Menshikova M.S., Bonacci I., Scrozza D. (2024) Project management and artificial intelligence: analyzing the project managers' perception. *Human Progress*, 10 (3), art. no. 7. DOI: <https://doi.org/10.34709/IM.1103.7>
10. Косоруков А.А. (2025) Искусственный интеллект как драйвер изменений в управлении проектами. *Экономика и управление: проблемы, решения*, 4 (3 (156)), 164–171. DOI: <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2025.03.04.019>
11. Fridgeirsson T.V., Ingason H.T., Jonasson H.I., Jonsdottir H. (2021) An Authoritative Study on the Near Future Effect of Artificial Intelligence on Project Management Knowledge Areas. *Sustainability*, 13 (4), art. no. 2345. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13042345>
12. Абшукирова А.М., Турегельдинова А.Ж. (2025) Использование искусственного интеллекта для оптимизации процессов управления проектами. *Матрица научного познания*, 4–1, 133–138.
13. Звягинцева Ю.А., Сотникова Е.А. (2024) Теоретические основы использования искусственного интеллекта в сфере управления проектами. *Форпост науки*, 18 (2), 20–24. DOI: <https://doi.org/10.22394/sp242.03>
14. Shinkevich A.I., Malysheva T.V., Zaraichenko I.A., Lubnina A.A., Garipova G.R., Sharafutdinova M.M. (2019) Investigation of energy consumption trends in petrochemical plants for the management of resource saving. *E3S Web of Conferences*, 124, art. no. 04005. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912404005>
15. Lubnina A.A., Garipova G.R., Bronskaya V.V., Shaikhetdinova R.S., Balzamorov D.S., Kharitonova O.S. (2021) Development of Russia manufacturing sectors within the framework of “Industry 4.0”. *Economic and Social Trends for Sustainability of Modern Society (ICEST-II 2021)*, 116, 493–501. DOI: <https://doi.org/10.15405/epsbs.2021.09.02.55>

16. Ribeiro A., Amaral A., Barros T. (2021) Project Manager Competencies in the context of the Industry 4.0. *Procedia Computer Science*, 181, 803–810. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.233>
17. Кушнир А.М. (2025) Искусственный интеллект как фактор развития рынка труда и его особенности в обрабатывающей промышленности. *Вестник евразийской науки*, 17 (1), art. no. 72ECVN125.
18. Байюсупова С.С. (2025) Генеративный искусственный интеллект в бизнесе и промышленности. *Endless Light in Science*, 7 (7), 48–51. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15997314>
19. Курушина Е.В., Шевелева Н.П. (2023) Цифровая трансформация промышленности на основе искусственного интеллекта. *Общество: политика, экономика, право*, 7 (120), 67–73. DOI: <https://doi.org/10.24158/pep.2023.7.8>
20. Крюков А.С. (2023) Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в промышленности. *Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России*, 1, 478–480.
21. Маркова С.В., Борисов А.Н. (2024) Экономические аспекты развития и использования искусственного интеллекта в бизнесе и промышленности. *Экономика и управление: проблемы, решения*, 5 (1 (144)), 4–9. DOI: <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.01.05.001>
22. Андреев Г.О. (2025) Влияние искусственного интеллекта на прогнозирование спроса в автомобильной промышленности. *Человек. Социум. Общество*, S9, 78–83.
23. Цяньцянь У. (2025) Анализ международной конкурентоспособности автомобильной промышленности в эпоху искусственного интеллекта. *Стратегические решения и риск-менеджмент*, 16 (2), 163–173. DOI: <https://doi.org/10.17747/2618-947X-2025-2-163-173>
24. Гильфанова А.Г., Сахбиева А.И. (2022) Влияние ценообразования в автомобильной промышленности на поведение потребителей в условиях экономической нестабильности. *Диалог культур*, 3, 43–48.
25. Zhao X., Zhang X. (2016) Artificial Intelligence Applications in Power Systems. *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Industrial Engineering (AIIE 2016)*, 158–161. DOI: <https://doi.org/10.2991/aiie-16.2016.36>
26. Sartor G. (2017) Human Rights and Information Technologies. In: *The Oxford Handbook of Law, Regulation and Technology* (eds. R. Brownsword, E. Scotford, K. Yeung), Oxford: Oxford Academic, 442–450. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199680832.013.79>
27. Alhayani B., Mohammed H.J., Chalooob I.Z., Ahmed J.S. (2021) Effectiveness of artificial intelligence techniques against cyber security risks apply of IT industry. *Materials Today: Proceedings*, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.531>
28. Шкодинский С.В., Надысева Д.М. (2020) Особенности функционирования искусственного интеллекта в условиях современных институциональных изменений. *Креативная экономика*, 14 (10), 2243–2252. DOI: <https://doi.org/10.18334/ce.14.10.110900>
29. Кузьмин Д.И. (2023) Искусственный интеллект в системе smart-промышленности. *Ученые записки*, 1 (45), 45–49.

REFERENCES

1. Nikitaeva A.Y., Salem A.-B.M. (2022) Institutional framework for the development of artificial intelligence in the industry. *Journal of Institutional Studies*, 13 (1), 108–126. DOI: <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2022.14.1.108-126>
2. Shedyko Y.N., Vlasenko M.N., Unizhaev N.V. (2021) Strategic project management based on artificial intelligence. *Economic Security*, 4 (3), 629–642. DOI: <https://doi.org/10.18334/ecsec.4.3.111949>
3. Strelina E.N. (2024) Ispol'zovanie iskusstvennogo intellekta v upravlenii proektami [Using Artificial Intelligence in Project Management]. *Vestnik Doneckogo nacional'nogo universiteta. Seriya V: Ekonomika i parvo* [Bulletin of Donetsk National University. Series B: Economics and Law], 2, 98–107. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14192018>
4. Tumilevich E.N. (2023) Using artificial intelligence in project management. *Vestnik Khabarovskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i prava* [Bulletin of the Khabarovsk State University of Economics and Law], 4 (114), 112–118. DOI: <https://doi.org/10.38161/2618-9526-2023-4-112-118>



5. Potekhina E.V., Nazarova I.S. (2024) Analysis of advanced trends in project management: from artificial intelligence to cloud technologies. *Drukerovskij vestnik*, 2 (58), 68–76. DOI: <https://doi.org/10.17213/2312-6469-2024-2-68-76>
6. Martynova Yu.A. (2022) The use of artificial intelligence methods in the risk assessment of an innovative project. *Economics and Management: Problems, Solutions*, 1 (2 (122)), 38–43. DOI: <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2022.02.01.004>
7. Dzheiranian A.D., Plaksin M.A. (2024) Application of Generative Artificial Intelligence for Risk Management of Software Projects. *Proceedings of the Institute for System Programming of the RAS (Proceedings of ISP RAS)*, 36 (2), 73–82. DOI: [https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2024-36\(2\)-6](https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2024-36(2)-6)
8. Pshichenko D. (2024) Study of artificial intelligence models for big data analysis in project management. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 8–3 (95), 180–185. DOI: <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2024-8-3-180-185>
9. Menshikova M.S., Bonacci I., Scrozza D. (2024) Project management and artificial intelligence: analyzing the project managers' perception. *Human Progress*, 10 (3), art. no. 7. DOI: <https://doi.org/10.34709/IM.1103.7>
10. Kosorukov A.A. (2025) Artificial intelligence as a driver of changes in project management. *Economics and Management: Problems, Solutions*, 4 (3 (156)), 164–171. DOI: <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2025.03.04.019>
11. Fridgeirsson T.V., Ingason H.T., Jonasson H.I., Jonsdottir H. (2021) An Authoritative Study on the Near Future Effect of Artificial Intelligence on Project Management Knowledge Areas. *Sustainability*, 13 (4), art. no. 2345. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13042345>
12. Abshukirova A.M., Turegel'dinova A.ZH. (2025) Ispol'zovanie iskusstvennogo intellekta dlia optimizatsii protsessov upravleniia proektami [Using Artificial Intelligence to Optimize Project Management Processes]. *Matritsa nauchnogo poznaniia [Matrix of scientific knowledge]*, 4–1, 133–138.
13. Zviagintceva Y.A., Sotnikova E.A. (2024) Theory of artificial intelligence use in the field of project management. *Science Outpost*, 18 (2), 20–24. DOI: <https://doi.org/10.22394/sp242.03>
14. Shinkevich A.I., Malysheva T.V., Zараichenko I.A., Lubnina A.A., Garipova G.R., Sharafutdinova M.M. (2019) Investigation of energy consumption trends in petrochemical plants for the management of resource saving. *E3S Web of Conferences*, 124, art. no. 04005. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3s-conf/201912404005>
15. Lubnina A.A., Garipova G.R., Bronskaya V.V., Shaikhetdinova R.S., Balzamov D.S., Khari-tonova O.S. (2021) Development of Russia manufacturing sectors within the framework of “Industry 4.0”. *Economic and Social Trends for Sustainability of Modern Society (ICEST-II 2021)*, 116, 493–501. DOI: <https://doi.org/10.15405/epsbs.2021.09.02.55>
16. Ribeiro A., Amaral A., Barros T. (2021) Project Manager Competencies in the context of the Industry 4.0. *Procedia Computer Science*, 181, 803–810. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.233>
17. Kushnir A.M. (2025) Artificial intelligence as a factor of labour market development and its peculiarities in the manufacturing industry. *The Eurasian Scientific Journal*, 17 (1), art. no. 72ECVN125.
18. Baiyussupova S.S. (2025) Generativnyi iskusstvennyi intellekt v biznese i promyshlennosti [Generative Artificial Intelligence in Business and Industry]. *Endless Light in Science*, 7 (7), 48–51. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15997314>
19. Kurushina E.V., Sheveleva N.P. (2023) Digital Industrial Transformation Based on Artificial Intelligence. *Society: Politics, Economics, Law*, 7 (120), 67–73. DOI: <https://doi.org/10.24158/pep.2023.7.8>
20. Kriukov A.S. (2023) Primenenie iskusstvennogo intellekta i mashinnogo obucheniia v promyshlennosti [Application of artificial intelligence and machine learning in industry]. *Inzhenernye kadry – budushchee innovatsionnoi ekonomiki Rossii [Engineering personnel are the future of Russia's innovative economy]*, 1, 478–480.
21. Markova S.V., Borisov A.N. (2024) Economic aspects of the development and use of artificial intelligence in business and industry. *Economics and Management: Problems, Solutions*, 5 (1 (144)), 4–9. DOI: <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.01.05.001>
22. Andreev G.O. (2025) The impact of artificial intelligence on demand forecasting in the automotive industry. *CHelovek. Sotsium. Obshchestvo [Man. Society. Community]*, S9, 78–83.
23. Qianqian W. (2025) Analysis of the international competitiveness of the automotive industry in the age of artificial intelligence. *Strategic decisions and risk management*, 16 (2), 163–173. DOI: <https://doi.org/10.17747/2618-947X-2025-2-163-173>

24. Gilfanova A.G., Sakhbieva A.I. (2022) Impact of pricing in the automotive industry on consumer behavior under conditions of economic instability. In: *Dialogue of cultures. Proceedings of the XV International scientific and practical conference*, 3, 43–48.
25. Zhao X., Zhang X. (2016) Artificial Intelligence Applications in Power Systems. *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Industrial Engineering (AIIE 2016)*, 158–161. DOI: <https://doi.org/10.2991/aiie-16.2016.36>
26. Sartor G. (2017) Human Rights and Information Technologies. In: *The Oxford Handbook of Law, Regulation and Technology* (eds. R. Brownsword, E. Scotford, K. Yeung), Oxford: Oxford Academic, 442–450. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199680832.013.79>
27. Alhayani B., Mohammed H.J., Chaloob I.Z., Ahmed J.S. (2021) Effectiveness of artificial intelligence techniques against cyber security risks apply of IT industry. *Materials Today: Proceedings*, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.531>
28. Shkodinskiy S.V., Nadyseva D.M. (2020) The artificial intelligence particularities in the context of modern institutional changes. *Creative Economy*, 14 (10), 2243–2252. DOI: <https://doi.org/10.18334/ce.14.10.110900>
29. Kuz'min D.I. (2023) Iskusstvennyi intellekt v sisteme smart-promyshlennosti [Artificial Intelligence in Smart Industry]. *Uchenye zapiski [Scientific Notes]*, 1 (45), 45–49.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ШИНКЕВИЧ Алексей Иванович

E-mail: ashinkevich@mail.ru

Aleksey I. SHINKEVICH

E-mail: ashinkevich@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1881-4630>

ЛУБНИНА Алсу Амировна

E-mail: alsu1982@ya.ru

Alsu A. LUBNINA

E-mail: alsu1982@ya.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1382-7678>

Поступила: 17.09.2025; Одобрена: 20.10.2025; Принята: 20.10.2025.

Submitted: 17.09.2025; Approved: 20.10.2025; Accepted: 20.10.2025.

Научная статья

УДК 004.891

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18502>

EDN: <https://elibrary/PTFDWT>



ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АНАЛИЗА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА

Р.Р. Фарахов , Р.А. Бурнашев , О.М. Матренина

Казанский (Приволжский) федеральный университет,
Казань, Российская Федерация

 rus-wing-dark@mail.ru

Аннотация. Настоящая статья посвящена вопросам разработки и исследования современной информационной системы, ориентированной на эффективное распознавание и комплексный анализ частиц композиционных материалов. Основой предлагаемого решения являются передовые технологии искусственного интеллекта (ИИ), включающие применение глубоких сверточных нейронных сетей для высокоточной классификации изображений частиц. Интеграция системы осуществляется посредством технологий Интернета вещей, обеспечивающих взаимодействие с современным измерительным оборудованием, используемым в промышленных процессах. Одним из ключевых компонентов разработанной системы выступает модуль экспертной оценки, базирующийся на механизмах нечеткого логического вывода. Этот компонент предназначен для повышения точности анализа в ситуациях неопределенности и недостатка полноты исходных данных. Важную роль играет также созданная база знаний, содержащая производственные правила и специальные функции принадлежности, которые позволяют адекватно обрабатывать описания свойств материалов на уровне лингвистических переменных. Реализация предложенного подхода осуществлена на платформе Python, широко применяемой в области разработки программного обеспечения и обладающей богатыми возможностями благодаря библиотекам для машинного обучения и веб-программирования. Пользовательский интерфейс представлен в виде удобного веб-портала, позволяющего загружать изображения исследуемых образцов, настраивать параметры процесса анализа и получать итоговую информацию в удобной форме, включая графики, таблицы и наглядные визуализации. Практическое внедрение представленной информационной системы существенно сокращает временные затраты на проведение анализа композитных материалов, повышает качество распознавания микроструктурных особенностей и увеличивает общую производительность процессов, характерных для Индустрии 4.0. Особое значение имеет ее вклад в развитие технологий аддитивного производства, позволяя значительно улучшать контроль качества выпускаемых изделий, снижать издержки и повышать эффективность производственных операций. Поэтому данная разработка становится важнейшим элементом интеллектуальной инфраструктуры современного промышленного предприятия, способствующим повышению экономических показателей и конкурентоспособности продукции. Таким образом, исследование демонстрирует перспективность подходов, основанных на синтезе методов ИИ и новых информационных технологий, открывая новые горизонты для автоматизации и оптимизации технологических процессов в промышленности.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, композиционные материалы, нечеткая логика, база знаний, функции принадлежности, экспертные системы, Python, аддитивное производство, искусственный интеллект, Индустрия 4.0

Для цитирования: Фарахов Р.Р., Бурнашев Р.А., Матренина О.М. (2025) Применение технологий искусственного интеллекта для анализа полимерных композиционных материалов в условиях производства. П-Economy, 18 (5), 23–33. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18502>



APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES FOR ANALYSIS OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS IN PRODUCTION CONDITIONS

R.R. Farakhov , **R.A. Burnashev** , **O.M. Matrenina**

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russian Federation

 rus-wing-dark@mail.ru

Abstract. This article addresses the development and research of a modern information system aimed at effective recognition and comprehensive analysis of composite material particles. The proposed solution is based on advanced artificial intelligence (AI) technologies, including the application of deep convolutional neural networks (CNNs) for high-accuracy image classification of particles. System integration is achieved through Internet of Things (IoT) technologies that ensure interaction with modern measurement equipment used in industrial processes. A key component of the developed system is an expert evaluation module based on fuzzy logic inference mechanisms. This component is designed to enhance analysis accuracy in situations characterized by uncertainty or incomplete initial data. A created knowledge base containing production rules and specialized membership functions, also plays a crucial role. It allows for adequate processing of material property descriptions using linguistic variables. The implementation of the proposed approach has been carried out on the Python platform, widely used in software development due to its rich capabilities provided by libraries for machine learning and web programming. The user interface is presented as a convenient web portal, allowing users to upload images of samples under investigation, configure analysis process parameters and obtain final results in a user-friendly format, including graphs, tables and intuitive visualizations. The practical application of this information system significantly reduces time spent on analyzing composite materials, improves microstructural feature recognition quality and increases overall productivity typical of Industry 4.0 processes. It particularly contributes to the development of additive manufacturing technologies by enabling substantial improvement in product quality control, cost reduction and increased efficiency of production operations. Therefore, this development becomes an essential element of intelligent infrastructure for modern industrial enterprises, contributing to improved economic performance and product competitiveness. The study demonstrates the prospects of approaches combining AI methods and new information technologies, opening new horizons for automation and optimization of technological processes in industry.

Keywords: decision support system, composite materials, fuzzy logic, knowledge base, membership functions, expert systems, Python, additive manufacturing, artificial intelligence, Industry 4.0

Citation: Farakhov R.R., Burnashev R.A., Matrenina O.M. (2025) Application of artificial intelligence technologies for analysis of polymer composite materials in production conditions. *П-Economy*, 18 (5), 23–33. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18502>

Введение

Полимерные композиционные материалы играют ключевую роль в современной индустрии благодаря своим уникальным свойствам, таким как высокая прочность, малый вес и долговечность. Их широкое применение охватывает различные отрасли промышленности, включая авиационную, автомобильную и строительную [1–5]. Одним из наиболее перспективных направлений развития технологий изготовления изделий с применением полимерных композитных материалов стало аддитивное производство. Одним из его методов является 3D-печать технологией селективного лазерного спекания (Selective Laser Sintering, SLS) [6–11].

Аддитивные технологии позволяют создавать изделия сложной формы с высоким уровнем точности и гибкости проектирования. Однако эффективное их использование требует глубокого понимания характеристик исходных материалов, особенно качества порошков, используемых

в процессе печати. Качество и однородность порошкового материала оказывают значительное влияние на конечные свойства изготавливаемых деталей, определяя их механическую надежность и срок службы [6–8].

Одним из основных аспектов оценки свойств композиционного порошка является анализ его микроструктуры, включающей размер, форму и распределение отдельных частиц. Этот этап критически важен для контроля качества продукции и оптимизации производственных процессов. Традиционно подобные анализы проводились вручную и непосредственно с участием человека-эксперта, что занимало много времени. Кроме того, в процессе анализа частиц возникали ошибки в измерениях, которые приводили к неправильным результатам.

Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) повышают эффективность в сфере автоматизации и цифровизации процессов анализа, позволяющие существенно повысить производительность в аддитивном производстве.

Целью исследования является разработка интеллектуальной информационной системы, предназначенной для автоматического анализа структуры композиционных материалов и интеграции полученных результатов в систему управления производством на основе технологии ИИ. Данная система базируется на передовых методах машинного обучения и компьютерного зрения, обеспечивая автоматизацию. Разработка подобного программного инструмента соответствует концепции Индустрии 4.0, предусматривающей создание цифровых платформ, которые обеспечивают оптимизацию производственного процесса и повышение конкурентоспособности предприятия [12–16].

Таким образом, наше исследование направлено на разработку инновационной информационно-аналитической системы, способствующей повышению эффективности и надежности производств, применяющих аддитивные технологии. Основные направления работ включают проектирование архитектуры системы, реализацию алгоритмов обработки данных и изображений.

Методология проектирования системы

Формирование UML-диаграммы [17–20] осуществлялось следующими программными модулями:

- 1) интерфейсами ввода/вывода;
- 2) базой знаний (обученной модели);
- 3) базой данных изображений;
- 4) механизмом логического вывода.

В рамках работы была реализована диаграмма, отражающая взаимосвязь между различными программными компонентами системы, включая экспертные системы, нейронные сети и IoT-устройства [21, 22] (рис. 1). Архитектура разрабатываемой системы построена на принципах киберфизических систем, обеспечивающих связь физического пространства и цифровых технологий. Эти принципы позволяют создать замкнутый цикл обработки данных, включающий сбор, анализ, принятие решения и выполнение действий, что характерно для концепции Индустрии 4.0.

Интеграция с оптическими приборами через IoT-технологии

Ключевой задачей являлась интеграция системы с измерительным оборудованием (цифровые микроскопы, стереоскопы) для автоматизации процесса получения и передачи изображений частиц. Для передачи данных были реализованы два протокола, выбранные исходя из специфики решаемых задач: MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) [23] и HTTP (HyperText Transfer Protocol) [24].

Протокол MQTT был применен для организации взаимодействия между IoT-устройствами и системой в реальном времени по схеме «издатель — подписчик» через брокер Mosquitto.

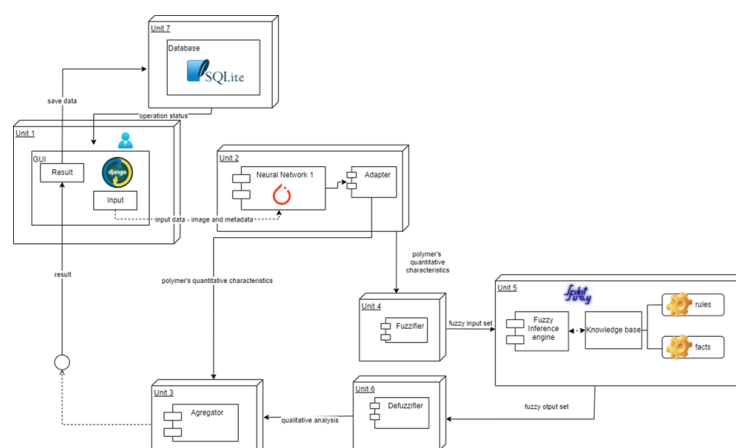


Рис. 1. UML-диаграмма информационной системы
Fig. 1. UML diagram of an information system

Протокол HTTP был использован для передачи больших объемов данных (изображений) по схеме «запрос — ответ» при интеграции с веб-сервисом системы. В нашем случае сервером является информационная система, которая принимает изображения и возвращает результаты анализа.

Интеграция оптических приборов с экспертной системой посредством IoT, создает единую клиент-сервисную сеть для передачи изображений композиционных материалов и их данных. Эта сеть позволяет оперативно получить измерения частиц с удаленных на расстоянии приборов, тем самым оптимизируя процесс аддитивного производства (быстрое принятие решения по использованию композиционных материалов для SLS 3D-печати на основе полученных данных). Клиент-сервисная сеть как часть информационной системы является одним из ключевых элементов интеллектуального производства (Индустрия 4.0), напрямую влияющим на экономические показатели в сфере аддитивного производства.

Обработка и анализ изображений с использованием сверточных нейронных сетей

Для анализа изображений частиц используется сверточная нейронная сеть (Convolutional Neural Network, CNN) [25–28], которая позволяет проводить спектральный анализ, определять форму частиц и маркировать их на изображениях. Высокая точность распознавания, обеспечиваемая ИИ, критически важна для минимизации технологического брака на последующих этапах аддитивного производства, такого как SLS, где дефекты, а также большие несферические частицы в порошке могут привести к серьезным нарушениям готового изделия.

Алгоритм работы нейронной сети:

1. Разбиение цветной фотографии частиц композиционного порошка на сегменты (сегментирование).
2. Вычисление цветов частиц композиционного порошка.
3. Спектральный и визуальный анализ частиц порошка.
4. Послойное перемещение ядра по сегментам и их вычисление от начала изображения с определенным значением шага.
5. Повторение процесса до тех пор, пока не проходит все изображение.
6. Передача данных, полученных из обработанного цветного изображения.

Таким образом, разработанная система является не просто инструментом анализа, а ключевым элементом инфраструктуры Индустрии 4.0, преобразующим данные в экономические выгоды. Кроме того, снижается количество бракованных изделий, получаемых в результате

использования некачественных композиционных материалов, что позволяет уменьшить издержки предприятий, применяемых аддитивные технологии SLS 3D-печати.

Результаты

Результатом исследовательской работы является прототип информационной системы для распознавания частиц порошков композиционного материала на основе технологий ИИ.

Для включения сети распознавания частиц был написан программный модуль. На входе ожидается изображение, а на выходе ожидается объект DataFrame [29, 30], который содержит характеристики каждой частицы из изображения.

В рамках разработки экспертной системы для оценки качества сыпучих материалов, используемых в аддитивных технологиях, был реализован комплексный подход, основанный на методах нечеткой логики. Процесс работы системы можно разделить на несколько ключевых этапов.

Формирование лингвистических переменных

Для работы экспертной системы были определены три ключевые входные лингвистические переменные (**Форма**, **Гладкость поверхности**, **Температура спекания**), каждая из которых описывается набором термов (качественных характеристик) и соответствующими им функциями принадлежности.

1. **Форма (сферичность)**. Данный параметр является числовой мерой, вычисляемой как модуль разницы между единицей и отношением площади распознанной частицы к площади аппроксимированного вокруг нее круга или квадрата ($|1 - S/S_p|$). Чем ближе полученное значение к нулю, тем более сферичной считается частица. Типы формы:

- «Не сферическая» — значение превышает порог ε_1 ($|x| > \varepsilon_2$).
- «Менее сферическая» — значение находится в интервале между порогами ε_1 и ε_2 ($\varepsilon_1 \leq |x| \leq \varepsilon_2$).
- «Сферическая» — значение меньше порога ε_1 ($|x| < \varepsilon_1$).

Для описания принадлежности к этим термам используется двойная треугольная функция в диапазоне от -1 до 1 .

2. **Гладкость поверхности (Отношение шума изображения)**. Этот параметр рассчитывается техническими средствами как отношение уровня шума изображения, где средняя яркость шума в частицах принимает значения в интервале от 0 до 1 . Типы гладкости поверхности:

- «Не гладкая» — значение превышает порог ε_1 ($x > \varepsilon_1$).
- «Менее гладкая» — значение находится между порогами ε_1 и ε_2 ($\varepsilon_1 \leq x \leq \varepsilon_2$).
- «Гладкая» — значение меньше порога ε_1 ($x < \varepsilon_1$).

Для моделирования этого параметра применяется трапециевидная функция принадлежности в диапазоне от 0 до 1 .

3. **Температура спекания [°C]**. Значение этого параметра задается пользователем системы вручную. Типы температуры спекания:

- «Низкая» — значение ниже 150°C ($x < 150$).
- «Допустимая (Средняя)» — значение лежит в диапазоне от 150°C до 180°C ($150 \leq x \leq 180$).
- «Высокая» — значение превышает 180°C ($x > 180$).

Для данной переменной также используется трапециевидная функция принадлежности, определенная в интервале от 120°C до 210°C .

Процесс оценки качества материала в экспертной системе представляет собой последовательность взаимосвязанных этапов: от формализации входных параметров через лингвистические переменные до формирования итогового решения на основе суммы взвешенных правил. Данный подход, основанный на теории нечеткой логики, позволяет обрабатывать качественные и неточные данные, имитируя рассуждения эксперта-технолога. Результатом работы системы является категориальная оценка «Низкое», «Среднее» или «Высокое качество», что позволяет оперативно принимать решение о пригодности материала для аддитивного производства.

Рис. 2. Окно с введенными данными для распознавания частиц на фотографии
Fig. 2. Window with entered data for recognizing particles in a photograph

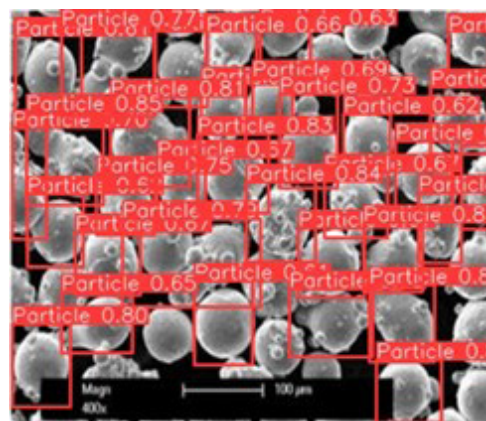
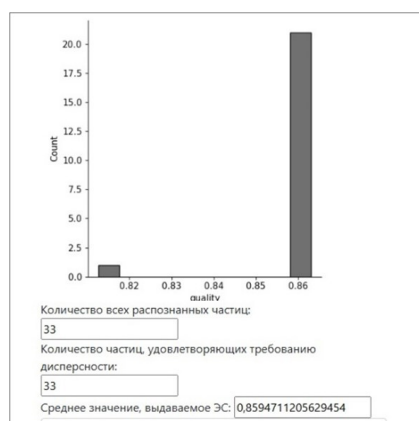


Рис. 3. Вывод результата решения задач на идентификацию частиц порошка композиционного материала
Fig. 3. Output of the result of solving problems on identification of particles of composite material powder

Аутентификация

Для аутентификации пользователя и возможности предоставления сохраненных им результатов расчетов было решено использовать протокол OAuth2 [31].

После входа в приложение пользователь попадает на главную страницу, где может ввести данные и получить результат (рис. 2, 3).

Перспективы развития системы

Разработанная информационная система для распознавания и анализа частиц полимерных композиционных материалов требует дальнейшего развития в нескольких направлениях для повышения эффективности и расширения возможностей:

1. Внедрение более сложных моделей машинного обучения, таких как глубокие нейронные сети (Deep Learning), что может повысить точность распознавания частиц и их характеристик. Также можно рассмотреть использование генеративно-сопоставительных сетей (Generative Adversarial Network, GAN) для улучшения качества изображений перед анализом.

2. Внедрение поддержки дополнительных IoT-устройств, таких как датчики температуры и влажности, что позволит учитывать внешние факторы, влияющие на свойства композиционных материалов, и повысить точность анализа.

3. Создание мобильного приложения для управления системой и просмотра результатов анализа в реальном времени, что сделает ее более удобной для пользователей и позволит проводить исследования в полевых условиях.

4. На основе накопленных данных о качестве сырья и параметрах печати построение модели, прогнозирующей конечные свойства изделия еще на этапе контроля входных материалов, что позволит оптимизировать режимы печати и минимизировать риски.

5. Автоматическая запись результатов анализа в распределенный реестр (блокчейн), что создаст неизменяемую историю и гарантию качества для конечных потребителей, особенно в регулируемых отраслях, таких как аэрокосмическая и медицинская.

Заключение

Разработанная информационная система представляет собой не просто инструмент для анализа композиционных материалов, а критически важный элемент киберфизической системы современного интеллектуального предприятия. Использование современных технологий, таких как CNN и IoT, позволяет значительно повысить точность и эффективность анализа. Непосредственное воздействие системы на экономические показатели выражается в снижении издержек, минимизации брака и повышении общей эффективности производственного процесса. Система может быть использована в различных отраслях промышленности, где требуется анализ структуры материалов, особенно в высокотехнологичном аддитивном производстве, и имеет большой потенциал для дальнейшего развития в соответствии с трендами Индустрии 4.0.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сотов А.В., Зайцев А.И., Абдрахманова А.Э., Попович А.А. (2024) Аддитивное производство непрерывно армированных полимерных композитов с использованием промышленных роботов: Обзор. *Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия*, 18 (1), 20–30. DOI: <https://doi.org/10.17073/1997-308X-2024-1-20-30>
2. Li J.H., Huang X.D., Durandet Y., Ruan D. (2021) A review of the mechanical properties of additively manufactured fiber reinforced composites. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1067 (1), art. no. 012105. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1067/1/012105>
3. Mazeeva A., Masaylo D., Razumov N., Konov G., Popovich A. (2023) 3D Printing Technologies for Fabrication of Magnetic Materials Based on Metal–Polymer Composites: A Review. *Materials*, 16 (21), art. no. 6928. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma16216928>
4. Chen Y., Zhang J., Li Z., Zhang H., Chen J., Yang W., Yu T., Liu W., Li Y. (2023) Manufacturing Technology of Lightweight Fiber-Reinforced Composite Structures in Aerospace: Current Situation and toward Intellectualization. *Aerospace*, 10 (3), art. no. 206. DOI: <https://doi.org/10.3390/aerospace10030206>
5. Salifu S., Desai D., Ogunbiyi O., Mwale K. (2022) Recent development in the additive manufacturing of polymer-based composites for automotive structures – a review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119 (11–12), 6877–6891. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-08569-z>
6. Будылина Е.А., Гарькина И.А., Данилов А.М. (2021) Концептуальные подходы к системному проектированию композиционных материалов. *Региональная архитектура и строительство*, 1 (46), 41–45.
7. Данилов А.М., Гарькина И.А. (2011) Методология проектирования сложных систем при разработке материалов специального назначения. *Известия высших учебных заведений. Строительство*, 1 (625), 80–85.

8. Гарькина И.А., Данилов А.М. (2020) Методы системного анализа в проектировании композитов. *Региональная архитектура и строительство*, 1 (42), 63–68.
9. Фарахов Р.Р., Бурнашев Р.А., Насибуллин И.А., Еникеев А.И., Болсуновская М.В. (2024) Разработка образовательной интеллектуальной системы анализа полимерных материалов в аддитивном производстве. *Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации*, 1 (62), 76–89. DOI: <https://dx.doi.org/10.17212/1727-2769-2024-1-76-89>
10. Burnashev R., Enikeeva A., Amer I.F., Akhmedova A., Bolsunovskaya M., Enikeev A. (2023) Building a Fuzzy Expert System for Assessing the Severity of Pneumonia. In: *Intelligent Systems and Applications. IntelliSys 2022* (ed. K. Arai), 544, 380–396. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-16075-2_27
11. Gibson I., Rosen D., Stucker B., Khorasani M. (2021) *Additive Manufacturing Technologies*. Cham: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-56127-7>
12. Ghobakhloo M. (2020) Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, art. no. 119869. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>
13. Sony M., Naik S. (2020) Key ingredients for evaluating Industry 4.0 readiness for organizations: a literature review. *Benchmarking: An International Journal*, 27 (7), 2213–2232. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2018-0284>
14. Lasi H., Fettke P., Kemper H.-G., Feld T., Hoffmann M. (2014) Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6 (4), 239–242. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
15. Андиева Е.Ю., Фильчакова В.Д. (2016) Цифровая экономика будущего, индустрия 4.0. *Прикладная математика и фундаментальная информатика*, 3, 214–218.
16. Гинзбург А.В., Адамцевич Л.А., Адамцевич А.О. (2021) Строительная отрасль и концепция «Индустрия 4.0»: обзор. *Вестник МГСУ*, 16 (7), 885–911. DOI: <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2021.7.885-911>
17. Houndji V.R., Akotenou G. (2023) UMLDesigner: An Automatic UML Diagram Design Tool. In: *Deep Learning Theory and Applications. DeLTA 2023* (eds. D. Conte, A. Fred, O. Gusikhin, C. Sansone), Cham: Springer, 340–350. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-39059-3_23
18. Suriya S., Nivetha S. (2022) Design of UML Diagrams for WEBMED – Healthcare Service System Services. *EAI Endorsed Transactions on e-Learning*, 8 (1), art. no. e5. DOI: <https://doi.org/10.4108/eetel.v8i1.3015>
19. Zou Y., Wang J., Tian X., Li N., Gong G. (2023) Intelligent generation of combat simulation scenarios based on UML diagram recognition. *International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing*, 14 (3), art. no. 2350043. DOI: <https://doi.org/10.1142/S1793962323500435>
20. Chen F., Zhang L., Lian X., Niu N. (2022) Automatically recognizing the semantic elements from UML class diagram images. *Journal of Systems and Software*, 193, art. no. 111431. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.111431>
21. Chigilipalli B.K., Karri T., Chetti S.N., Bhiogade G., Kottala R.K., Cheepu M. (2023) A Review on Recent Trends and Applications of IoT in Additive Manufacturing. *Applied System Innovation*, 6 (2), art. no. 50. DOI: <https://doi.org/10.3390/asi6020050>
22. Haghnegahdar L., Joshi S.S., Dahotre N.B. (2022) From IoT-based cloud manufacturing approach to intelligent additive manufacturing: Industrial Internet of Things – an overview. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119 (3), 1461–1478. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-08436-x>
23. Lakshminarayana S., Praseed A., Thilagam P.S. (2024) Securing the IoT application layer from an MQTT protocol perspective: Challenges and research prospects. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 26 (4), 2510–2546. DOI: <https://doi.org/10.1109/COMST.2024.3372630>
24. Tedyyana A., Ghazali O., Purbo O.W. (2023) A real-time hypertext transfer protocol intrusion detection system on web server. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 21 (3), 566–573. DOI: <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v21i3.24938>
25. Багаев И.И. (2020) Анализ понятий нейронная сеть и сверточная нейронная сеть, обучение сверточной нейросети при помощи модуля TensorFlow. *Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах*, 8 (1), 15–22. DOI: <https://doi.org/10.18503/2306-2053-2020-8-1-15-22>
26. Zhao X., Wang L., Zhang Y., Han X., Devenci M., Parmar M. (2024) A review of convolutional neural networks in computer vision. *Artificial Intelligence Review*, 57 (4), art. no. 99. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10721-6>



27. Krichen M. (2023) Convolutional Neural Networks: A Survey. *Computers*, 12 (8), art. no. 151. DOI: <https://doi.org/10.3390/computers12080151>
28. Mahamudul Hashan A., Md Rakib Ul Islam R., Avinash K. (2022) Apple Leaf Disease Classification Using Image Dataset: a Multilayer Convolutional Neural Network Approach. *Informatics and Automation*, 21 (4), 710–728. DOI: <https://doi.org/10.15622/ia.21.4.3>
29. Gupta P., Bagchi A. (2024) Introduction to Pandas. In: *Essentials of Python for Artificial Intelligence and Machine Learning. Synthesis Lectures on Engineering, Science, and Technology*, Cham: Springer, 161–196. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-43725-0_5
30. Candra A.P. (2025) Analisis Data Menggunakan Python: Memperkenalkan Pandas dan NumPy. *Journal of Information System and Education Development*, 3 (1), 11–16. DOI: <https://doi.org/10.62386/jised.v3i1.118>
31. Chatterjee A., Gerdes M.W., Khatiwada P., Prinz A. (2022) SFTSDH: Applying Spring Security Framework with TSD-Based OAuth2 to Protect Microservice Architecture APIs. *IEEE Access*, 10, 41914–41934. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3165548>

REFERENCES

1. Sotov A.V., Zaytsev A.I., Abdrahmanova A.E., Popovich A.A. (2024) Additive manufacturing of continuous fibre reinforced polymer composites using industrial robots: A review. *Powder Metallurgy and Functional Coatings (Izvestiya Vuzov. Poroshkovaya Metallurgiya i Funktsional'nye Pokrytiya)*, 18 (1), 20–30. DOI: <https://doi.org/10.17073/1997-308X-2024-1-20-30>
2. Li J.H., Huang X.D., Durandet Y., Ruan D. (2021) A review of the mechanical properties of additively manufactured fiber reinforced composites. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1067 (1), art. no. 012105. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1067/1/012105>
3. Mazeeva A., Masaylo D., Razumov N., Konov G., Popovich A. (2023) 3D Printing Technologies for Fabrication of Magnetic Materials Based on Metal–Polymer Composites: A Review. *Materials*, 16 (21), art. no. 6928. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma16216928>
4. Chen Y., Zhang J., Li Z., Zhang H., Chen J., Yang W., Yu T., Liu W., Li Y. (2023) Manufacturing Technology of Lightweight Fiber-Reinforced Composite Structures in Aerospace: Current Situation and toward Intellectualization. *Aerospace*, 10 (3), art. no. 206. DOI: <https://doi.org/10.3390/aerospace10030206>
5. Salifu S., Desai D., Ogunbiyi O., Mwale K. (2022) Recent development in the additive manufacturing of polymer-based composites for automotive structures – a review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119 (11–12), 6877–6891. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-08569-z>
6. Budylna E.A., Garkina I.A., Danilov A.M. (2021) Conceptual approaches to system design of composite materials. *Regional architecture and engineering*, 1 (46), 41–45.
7. Danilov A.M., Gar'kina I.A. (2011) Metodologiya proektirovaniia slozhnykh sistem pri razrabotke materialov spetsial'nogo naznacheniia [Methodology for designing complex systems in the development of special-purpose materials]. *News of higher educational institutions. Construction*, 1 (625), 80–85.
8. Garkina I.A., Danilov A.M. (2020) System analysis methods in design of composites. *Regional architecture and engineering*, 1 (42), 63–68.
9. Farahov R.R., Burnashev R.A., Nasybullin I.A., Enikeev A.I., Bolsunovskaya M.V. (2024) Development of an educational intelligent system for analysis of polymer materials in additive manufacturing. *Proceedings of the Russian higher school Academy of sciences*, 1 (62), 76–89. DOI: <https://dx.doi.org/10.17212/1727-2769-2024-1-76-89>
10. Burnashev R., Enikeeva A., Amer I.F., Akhmedova A., Bolsunovskaya M., Enikeev A. (2023) Building a Fuzzy Expert System for Assessing the Severity of Pneumonia. In: *Intelligent Systems and Applications. IntelliSys 2022* (ed. K. Arai), 544, 380–396. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-16075-2_27
11. Gibson I., Rosen D., Stucker B., Khorasani M. (2021) *Additive Manufacturing Technologies*. Cham: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-56127-7>

12. Ghobakhloo M. (2020) Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, art. no. 119869. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>
13. Sony M., Naik S. (2020) Key ingredients for evaluating Industry 4.0 readiness for organizations: a literature review. *Benchmarking: An International Journal*, 27 (7), 2213–2232. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2018-0284>
14. Lasi H., Fettke P., Kemper H.-G., Feld T., Hoffmann M. (2014) Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6 (4), 239–242. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
15. Andieva E.Y., Filchakova V.D. (2016) Ihe digital economy of the future, Industry 4.0. *Prikladnaia matematika i fundamental'naia informatika [Applied Mathematics and Fundamental Computer Science]*, 3, 214–218.
16. Ginzburg A.V., Adamtsevich L.A., Adamtsevich A.O. (2021) Construction industry and the Industry 4.0 concept: a review. *Vestnik MGSU [Monthly Journal on Construction and Architecture]*, 16 (7), 885–911. DOI: <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2021.7.885-911>
17. Houndji V.R., Akotenou G. (2023) UMLDesigner: An Automatic UML Diagram Design Tool. In: *Deep Learning Theory and Applications. DeLTA 2023* (eds. D. Conte, A. Fred, O. Gusikhin, C. Sansone), Cham: Springer, 340–350. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-39059-3_23
18. Suriya S., Nivetha S. (2022) Design of UML Diagrams for WEBMED – Healthcare Service System Services. *EAI Endorsed Transactions on e-Learning*, 8 (1), art. no. e5. DOI: <https://doi.org/10.4108/eetel.v8i1.3015>
19. Zou Y., Wang J., Tian X., Li N., Gong G. (2023) Intelligent generation of combat simulation scenarios based on UML diagram recognition. *International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing*, 14 (3), art. no. 2350043. DOI: <https://doi.org/10.1142/S1793962323500435>
20. Chen F., Zhang L., Lian X., Niu N. (2022) Automatically recognizing the semantic elements from UML class diagram images. *Journal of Systems and Software*, 193, art. no. 111431. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.111431>
21. Chigilipalli B.K., Karri T., Chetti S.N., Bhiogade G., Kottala R.K., Cheepu M. (2023) A Review on Recent Trends and Applications of IoT in Additive Manufacturing. *Applied System Innovation*, 6 (2), art. no. 50. DOI: <https://doi.org/10.3390/asi6020050>
22. Haghnegahdar L., Joshi S.S., Dahotre N.B. (2022) From IoT-based cloud manufacturing approach to intelligent additive manufacturing: Industrial Internet of Things – an overview. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119 (3), 1461–1478. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-08436-x>
23. Lakshminarayana S., Praseed A., Thilagam P.S. (2024) Securing the IoT application layer from an MQTT protocol perspective: Challenges and research prospects. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 26 (4), 2510–2546. DOI: <https://doi.org/10.1109/COMST.2024.3372630>
24. Tedyyana A., Ghazali O., Purbo O.W. (2023) A real-time hypertext transfer protocol intrusion detection system on web server. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 21 (3), 566–573. DOI: <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v21i3.24938>
25. Bagaev I.I. (2020) Concept analysis neural network and conventional neural network, conventional neural network training using the TensorFlow module. *Software of systems in the industrial and social fields*, 8 (1), 15–22. DOI: <https://doi.org/10.18503/2306-2053-2020-8-1-15-22>
26. Zhao X., Wang L., Zhang Y., Han X., Deveci M., Parmar M. (2024) A review of convolutional neural networks in computer vision. *Artificial Intelligence Review*, 57 (4), art. no. 99. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10721-6>
27. Krichen M. (2023) Convolutional Neural Networks: A Survey. *Computers*, 12 (8), art. no. 151. DOI: <https://doi.org/10.3390/computers12080151>
28. Mahamudul Hashan A., Md Rakib Ul Islam R., Avinash K. (2022) Apple Leaf Disease Classification Using Image Dataset: a Multilayer Convolutional Neural Network Approach. *Informatics and Automation*, 21 (4), 710–728. DOI: <https://doi.org/10.15622/ia.21.4.3>
29. Gupta P., Bagchi A. (2024) Introduction to Pandas. In: *Essentials of Python for Artificial Intelligence and Machine Learning. Synthesis Lectures on Engineering, Science, and Technology*, Cham: Springer, 161–196. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-43725-0_5
30. Candra A.P. (2025) Analisis Data Menggunakan Python: Memperkenalkan Pandas dan NumPy. *Journal of Information System and Education Development*, 3 (1), 11–16. DOI: <https://doi.org/10.62386/jised.v3i1.118>

31. Chatterjee A., Gerdes M.W., Khatiwada P., Prinz A. (2022) SFTSDH: Applying Spring Security Framework with TSD-Based OAuth2 to Protect Microservice Architecture APIs. *IEEE Access*, 10, 41914–41934. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3165548>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ФАРАХОВ Рустам Ринатович

E-mail: rus-wing-dark@mail.ru

Rustam R. FARANOV

E-mail: rus-wing-dark@mail.ru

БУРНАШЕВ Рустам Арифович

E-mail: r.burnashev@inbox.ru

Rustam A. BURNASHEV

E-mail: r.burnashev@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1057-0328>

МАТРЕНИНА Ольга Михайловна

E-mail: OMMatrenina@kpfu.ru

Olga M. MATRENINA

E-mail: OMMatrenina@kpfu.ru

Поступила: 08.09.2025; Одобрена: 28.10.2025; Принята: 28.10.2025.

Submitted: 08.09.2025; Approved: 28.10.2025; Accepted: 28.10.2025.

Научная статья

УДК 330

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18503>

EDN: <https://elibrary/NUKHZP>



ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Р.О. Киселёв 

Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского,
Симферополь, Российская Федерация

 kiselev.mger@gmail.com

Аннотация. Статья представляет комплекс научных и методических положений по оценке инновационной активности организации, разработанных на основе процессного подхода с интеграцией технологий искусственного интеллекта (ИИ). *Научная новизна* исследования заключается в разработке целостного методического аппарата, объединяющего процессный подход, многоуровневый анализ барьеров и технологии ИИ для оценки инновационной активности в специфических институциональных условиях. Впервые предложена интеграция сценарного механизма управления и архитектуры интеллектуальной системы анализа, адаптированных к вызовам санкционного давления и логистической изоляции. Исследование направлено на решение актуальной проблемы адаптации инструментов оценки инноваций к условиям регионов со специфическими институциональными барьерами на примере Республики Крым. *Объектом исследования* выступает инновационная активность организаций Республики Крым, функционирующих в условиях санкционных ограничений и логистической изоляции. *Предметом исследования* является процессный подход к оценке инновационной активности организации с применением систем ИИ. *Методологическую основу* работы составили: процессный подход, институциональный анализ, SWOT-анализ, методы математического моделирования и сценарного планирования. Эмпирическая база включает данные по организациям региона, нормативно-правовые акты и статистические данные. *В результате* исследования решен комплекс взаимосвязанных задач. Выявлены и систематизированы институциональные и цифровые барьеры инновационной активности на микро-, мезо- и макроуровнях с установлением их синергетического характера. Разработана оригинальная многоуровневая модель диагностики этих барьеров, позволяющая идентифицировать препятствия на всех стадиях инновационного цикла. Предложена и апробирована матрица оценки эффектов влияния различных факторов, выявившая доминирующую роль экономических ограничений на микроуровне. Сконструирован сценарный механизм управления, включающий три варианта развития («Адаптивный рост», «Фокус и эффективность», «Антихрупкость и локализация»), обеспечивающий адаптивность стратегии. Разработана архитектура системы интеллектуального анализа на основе методов машинного обучения (Random Forest, XGBoost, NLP) и спроектирована детальная схема процесса интеграции ИИ в оценочную деятельность. *Практическая значимость* работы подтверждена апробированием элементов разработанного методического аппарата. Результаты ориентированы на органы государственной власти для формирования региональной инновационной политики и на менеджмент компаний для повышения эффективности управления инновациями в условиях неопределенности и технологических вызовов.

Ключевые слова: инновационная активность, процессный подход, Республика Крым, ИИ, институциональные барьеры, цифровая трансформация, сценарное планирование, импортозамещение

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда в рамках реализации проекта «Инновационная активность региона в условиях цифровой трансформации и комплексная оценка туристско-рекреационной отрасли Республики Крым» (Соглашение №24-28-20492, <https://rscf.ru/project/24-28-20492/>).

Для цитирования: Киселёв Р.О. (2025) Оценка инновационной активности организации с применением систем искусственного интеллекта. *П-Economy*, 18 (5), 34–48. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18503>

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18503>



ASSESSING THE INNOVATION ACTIVITY OF AN ORGANIZATION USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS

R.O. Kiselev 

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

 kiselev.mger@gmail.com

Abstract. This article presents a set of scientific and methodological principles for assessing an organization's innovation activity, developed using a process-based approach with the integration of artificial intelligence (AI) technologies. *The research's novelty* lies in the development of a comprehensive methodological framework combining a process-based approach, multi-level barrier analysis and AI technologies to assess innovation activity in specific institutional settings. For the first time, an integrated scenario-based management mechanism and the architecture of an intelligent analysis system, adapted to the challenges of sanctions pressure and logistical isolation, are proposed. The study aims to address the current problem of adapting innovation assessment tools to the conditions of regions with specific institutional barriers, using the Republic of Crimea as a case study. *The object of the study* is the innovation activity of organizations in the Republic of Crimea operating under sanction restrictions and logistical isolation. *The subject of the study* is a process-based approach to assessing an organization's innovation activity using AI systems. *The methodological basis* of the work includes a process-based approach, institutional analysis, SWOT analysis, mathematical modeling and scenario planning. The empirical base includes data on regional organizations, regulatory acts and statistical data. The study addressed a set of interrelated tasks. Institutional and digital barriers to innovation activity were identified and systematized at the micro-, meso- and macrolevels, establishing their synergistic nature. An original multi-level model for diagnosing these barriers was developed, enabling the identification of obstacles at all stages of the innovation cycle. A matrix for assessing the impact of various factors was proposed and tested, revealing the dominant role of economic constraints at the microlevel. A scenario-based management mechanism was constructed, including three development options ("Adaptive Growth", "Focus and Efficiency" and "Antifragility and Localization"), ensuring the adaptability of the strategy. An architecture for an intelligent analysis system based on machine learning methods (Random Forest, XGBoost, NLP) was developed and a detailed scheme for integrating AI into assessment activities was designed. *The practical significance* of the work was confirmed by the testing of elements of the developed methodological framework. The results are intended for public authorities to formulate regional innovation policies and for company management to improve the effectiveness of innovation management in the face of uncertainty and technological challenges.

Keywords: innovation activity, process approach, Republic of Crimea, AI, institutional barriers, digital transformation, scenario planning, import substitution

Acknowledgements: The research was supported by the Russian Science Foundation grant No. 24-28-20492 "Innovative activity of the region in the context of digital transformation and a comprehensive assessment of the tourism and recreational sector of the Republic of Crimea". Available online: <https://rscf.ru/project/24-28-20492/>.

Citation: Kiselev R.O. (2025) Assessing the innovation activity of an organization using artificial intelligence systems. *П-Economy*, 18 (5), 34–48. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18503>

Введение

Под организацией в рамках данного исследования понимаются хозяйствующие субъекты Республики Крым, ведущие деятельность в реальном секторе экономики с акцентом на предприятия, подверженные влиянию санкционных ограничений и вызовам цифровой трансформации.

Республика Крым представляет собой уникальную испытательную площадку для внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в различных отраслях экономики — от виноделия до систем безопасности, от санаторно-курортного комплекса до научных исследований. Стратегическое значение ИИ для региона подчеркивается на высшем государственном уровне, при этом особое внимание уделяется разработке и внедрению отечественных технологий, обеспечивающих независимость от зарубежных решений.

В контексте оценки инновационной активности организаций Крыма применение технологий ИИ позволяет преодолевать вызовы, связанные с санкционными ограничениями, логистической изоляцией и необходимостью импортозамещения.

Инновационная активность организаций является ключевым фактором обеспечения конкурентоспособности и устойчивого развития в условиях цифровой экономики. Однако для регионов со специфическими геополитическими и экономическими условиями, таких как Республика Крым, традиционные подходы к оценке и управлению инновационной активностью нуждаются в значительной адаптации. Санкционные ограничения, логистическая изоляция и гиперрегуляция создают уникальные вызовы, требующие разработки специализированных научных и методических инструментов.

Проблематика применения ИИ в управлении инновационной активностью организаций разрабатывалась рядом отечественных и зарубежных ученых.

Основополагающие исследования в области процессного подхода к управлению инновационной активностью организаций заложены в трудах таких авторов, как П. Друкер, М. Портер, И. Ансофф [1–3]. Их работы содержат фундаментальные основы теории инновационного менеджмента и процессного управления (табл. 1).

Таблица 1. Группировка исследований по направлениям
Table 1. Grouping of studies by areas

Направление исследования	Авторы	Основной вклад
Теоретические основы инновационной активности	П. Друкер, М. Портер, И. Ансофф	Фундаментальные основы теории инновационного менеджмента
Методики оценки инновационной активности	О.М. Хотяшева, А.А. Горелов, И.В. Петрова	Разработка методов и показателей оценки
Региональные аспекты инновационного развития	Ученые КФУ им. В.И. Вернадского, СевГУ	Специфика инновационного развития Крыма
Процессный подход к управлению инновациями	Д.И. Федоров, В.В. Архипов, В.В. Лукьянов, В.Б. Наумов, О.Л. Дубовик	Отраслевые аспекты процессного управления

Источник: составлено автором

Существенный вклад в разработку методических подходов к оценке инновационной активности внесли отечественные исследователи О.М. Хотяшева (теория инновационной активности предприятия)¹, А.А. Горелов (социологические аспекты инноваций) [4], И.В. Петрова (методы оценки эффективности инновационной деятельности) [5].

¹ Хотяшева О.М. (2024) *Инновационный менеджмент*, учебное пособие, 2-е изд, СПб.: Питер.

Региональные аспекты инновационного развития² исследованы в работах крымских ученых, связанных с КФУ им. В.И. Вернадского и СевГУ. Их работы посвящены особенностям инновационного развития Республики Крым в условиях санкционных ограничений и логистической изоляции.

Однако в трудах перечисленных ученых недостаточно рассмотрены вопросы применения процессного подхода к оценке инновационной активности именно в условиях гиперрегуляции и институционального вакуума, характерных для Республики Крым. Кроме того, эти работы не могут быть в чистом виде применены для решения проблем цифровой трансформации инновационных процессов в условиях импортозамещения, так как не учитывают современных вызовов технологической изоляции и санкционного давления.

В последние годы проблеме процессного управления инновационной активностью уделяли внимание такие исследователи, как Д.И. Федоров (агромелиоративные инновации) [6], В.В. Архипов, В.В. Лукьянов, В.Б. Наумов (правовые аспекты инноваций) [7], О.Л. Дубовик (экологические инновации) [8]. Однако их исследования охватывают только отдельные аспекты проблематики, не учитывая комплексного характера процессного подхода.

Зарубежные исследования в области инновационной активности представлены работами Х. Грайнера, В. Грунера, Г. Кершенштайнера (Германия) [9], которые разрабатывали методологические основы инновационных систем. Однако их подходы требуют адаптации к условиям российской экономики и специфике отдельных регионов.

Цель исследования — разработать и апробировать научные и методические положения оценки инновационной активности организаций на основе процессного подхода с учетом региональной специфики Республики Крым с применением систем ИИ.

Задачи исследования:

1. Выявить и систематизировать институциональные и цифровые факторы, влияющие на инновационную активность на микро-, мезо- и макроуровнях.
2. Разработать многоуровневую модель диагностики барьеров инновационной активности.
3. Разработать и апробировать матрицу оценки эффектов влияния различных факторов на инновационную активность.
4. Предложить процессно-ориентированные рекомендации и сценарные механизмы управления инновационной активностью в условиях региональной специфики.
5. Разработать архитектуру системы интеллектуального анализа инновационной активности с использованием методов машинного обучения.
6. Спроектировать архитектуру процесса интеграции ИИ в систему оценки инновационной активности.

Объект исследования — инновационная активность организаций Республики Крым в условиях санкционных ограничений и цифровой трансформации.

Предмет исследования — процессный подход к оценке инновационной активности организации с применением систем ИИ.

Методы исследования включают процессный подход, институциональный анализ, SWOT-анализ, сценарное планирование и методы математического моделирования. Эмпирическую базу составили данные организаций Республики Крым, нормативно-правовые акты федерального и регионального уровней, а также статистические данные.

Результаты и обсуждение

Теоретические аспекты процессного подхода к оценке инновационной активности

Инновационная активность организации представляет собой комплексное явление, охватывающее не только технологические изменения, но и организационные, управленческие и

² Правительство Республики Крым (2020) *Государственная программа Республики Крым «Экономическое развитие и инновационная экономика»*. [online] Available at: <https://minek.rk.gov.ru/structure/db815f03-593e-42da-a0eb-89a756e0faf3> [Accessed 24.10.2025]. (in Russian)

маркетинговые инновации. Согласно формальному подходу, инновационно-активной считается организация, осуществляющая различные виды инновационной деятельности, такие как научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, разработка технологических процессов, внедрение новых организационно-управленческих решений и др.

Процессный подход к оценке инновационной активности предполагает анализ всего инновационного цикла — от генерации идей до коммерциализации и диффузии инноваций. Этот подход позволяет учесть влияние факторов на различных уровнях управления и выявить взаимосвязи между ними.

Согласно формальному подходу, инновационно-активной считается организация, осуществляющая различные виды инновационной деятельности³. В условиях цифровой экономики особую значимость приобретает оценка цифровых факторов инновационной активности, таких как доступ к цифровым инструментам, уровень цифровизации процессов и наличие цифровых компетенций. Однако, как отмечают эксперты, количественные методы оценки, основанные на финансовых показателях (NPV, IRR, ROI), должны дополняться качественными методами (SWOT-анализ, экспертные оценки) для получения комплексной картины [10].

Институциональные барьеры инновационной активности

Анализ институциональной среды Республики Крым выявил наличие специфических барьеров на различных процессных уровнях⁴. Правовая неопределенность, связанная с санкционными ограничениями⁵, усугубляется нормативными коллизиями и ресурсными ограничениями. На микроуровне (организации) ключевыми проблемами являются:

- правовая неопределенность, связанная с санкционными ограничениями;
- ресурсные ограничения (доступ только к 40–60% отечественного ПО);
- ориентация бюджета R&D (Research and Development) на адаптацию импортозамещенных решений (70% затрат).

На мезоуровне (Республика Крым) идентифицированы следующие барьеры:

- нормативные коллизии, связанные с двойным подчинением;
- доминирование туристического кластера, вытесняющее финансирование ИТ-/биотех-проектов;
- слабость региональных институтов поддержки инноваций.

На макроуровне (РФ с учетом глобальных трендов) основными барьерами являются:

- санкционные ограничения на поставки высокотехнологичного оборудования;
- технологическая изоляция (отсутствие доступа к международным базам научных публикаций);
- задержки с регистрацией патентов в Роспатенте (более 18 месяцев вместо 6).

В табл. 2 представлены ключевые институциональные барьеры в процессной цепи инновационной деятельности.

Анализ табл. 2 демонстрирует многоуровневую структуру барьеров инновационной деятельности, характерных для Республики Крым. Выявлена системная проблема: на каждой стадии инновационного процесса существуют препятствия на микро-, мезо- и макроуровнях, что создает кумулятивный негативный эффект. Наиболее критичные барьеры связаны с этапами коммерциализации и внедрения инноваций.

³ Федеральная служба государственной статистики (2025) *Сведения о статистическом наблюдении по форме № 4-инновация*. [online] Available at <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> [Accessed 24.10.2025]. (in Russian)

⁴ КонсультантПлюс (2014) *Федеральный закон «О промышленной политике в Российской Федерации» от 31.12.2014 № 488-ФЗ (последняя редакция)*. [online] Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173119/ [Accessed 24.10.2025]. (in Russian)

⁵ КонсультантПлюс (1996) *Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» от 23.08.1996 № 127-ФЗ (последняя редакция)*. [online] Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/ [Accessed 24.10.2025]. (in Russian)

Таблица 2. Ключевые институциональные барьеры в процессной цепи инновационной деятельности
Table 2. Key institutional barriers in the innovation process chain

Стадия инновационного процесса	Микроуровень	Мезоуровень	Макроуровень
Генерация идей	Страх предложить рисковые идеи (культура)	Отсутствие краудсорсинговых платформ	Санкции на зарубежные акселераторы
Разработка	Нехватка ПО для CAD/CAE	Нет доступа к ЦОДам	Запрет на cloud-сервисы (AWS, Azure)
Внедрение	Проблемы сертификации продукции	Коррупция при получении разрешений	ФЗ № 223 ⁶ требует российского ПО
Коммерциализация	Сложности вывода на рынок РФ	Логистические барьеры (паромная переправа)	Нет экспортных кредитов из-за санкций

Источник: составлено автором

Цифровые факторы инновационной активности

Цифровая трансформация инновационной деятельности организаций Республики Крым сталкивается с существенными ограничениями [11]. Анализ выявил следующие ключевые проблемы. На микроуровне:

- ограниченный доступ к современному ПО/оборудованию из-за санкций, логистики, финансовых ограничений⁷;
- дефицит кадров в области ИИ, Big Data, кибербезопасности;
- фрагментарная автоматизация процессов, редко охватывающая R&D и производство.

На мезоуровне:

- неравномерное покрытие интернетом, особенно в сельских районах;
- отсутствие развитых региональных цифровых платформ для бизнеса;
- отток IT-специалистов и слабая связь вузов с реальным сектором.

На макроуровне:

- жесткие санкционные ограничения на поставки высокотехнологичного оборудования и ПО;
- низкое качество / низкая функциональность многих отечественных IT-аналогов;
- ограниченный доступ к участию в глобальных цифровых инновациях.

На рис. 1 построена схема, которая демонстрирует системный характер взаимодействия факторов различного уровня. Анализ выявляет замкнутый цикл негативного влияния: макрофакторы (санкции) усиливают мезофакторы (слабые институты), что приводит к доминированию стратегии выживания на микроуровне и дальнейшему снижению инновационной активности.

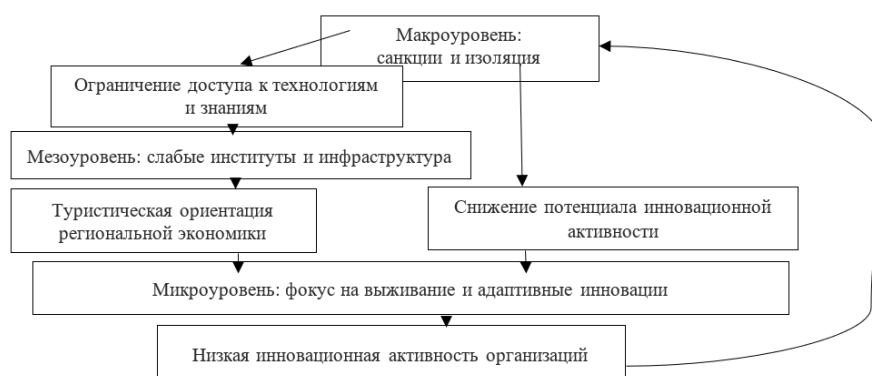
Процессно-ориентированные рекомендации по управлению инновационной активностью

Многоуровневая модель диагностики барьеров инновационной активности

На основе проведенного анализа разработана многоуровневая модель диагностики институциональных барьеров инновационной активности. Модель включает три уровня анализа (микро-, мезо-, макро-) и позволяет выявить синергетические эффекты взаимодействия различных факторов [12].

⁶ КонсультантПлюс (2011) *Федеральный закон «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» от 18.07.2011 № 223-ФЗ (последняя редакция)*. [online] Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_116964/ [Accessed 24.10.2025]. (in Russian)

⁷ Новожилов М.Л. (2007). *Теория и методология повышения инновационной активности российских промышленных предприятий*: автореф. дисс. ... д-ра экон. наук: 08.00.05, СПб.: С.-Петербург. гос. инженер.-эконом. ун-т.



Источник: составлено автором

Рис. 1. Взаимодействие цифровых и институциональных факторов в инновационной деятельности организаций Республики Крым

Fig. 1. Interaction of digital and institutional factors in the innovation activities of organizations in the Republic of Crimea

Матрица (табл. 3) позволяет количественно оценить степень влияния различных факторов на инновационную активность⁸. Анализ показывает доминирующую роль экономических факторов на микроуровне (25–30%) и существенное негативное влияние социальных факторов на мезоуровне (20–25%). Выявлена необходимость дифференцированного подхода к управлению факторами на разных уровнях.

Таблица 3. Матрица эффектов влияния на инновационную активность организации с учетом процессного подхода
Table 3. Matrix of effects of influence on the innovation activity of the organization taking into account the process approach

Направление	Содержательная составляющая	Степень влияния (%), характер		
		микро-	мезо-	макро-
Экономические	Доступ к финансированию	25–30% (++)	15–20% (+)	10–15% (+/-)
Социальные	Наличие квалифицированных кадров	20–25% (++)	20–25% (-)	10–15% (-)
Научно-технологические	Цифровизация	20–25% (++)	15–20% (-)	15–20% (-/+)

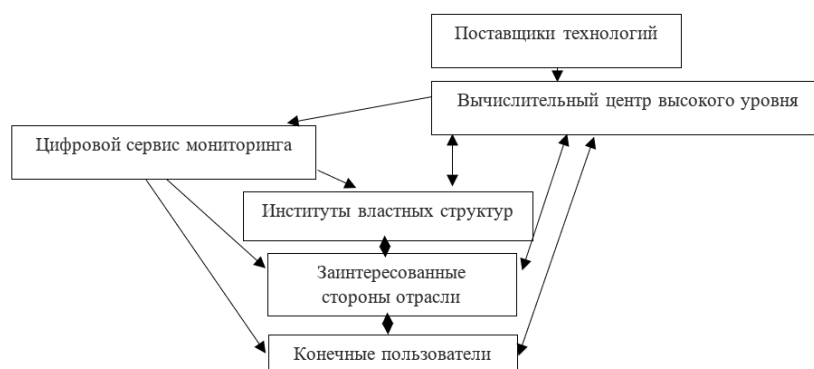
Источник: составлено автором

Концептуальная модель повышения инновационной активности

Разработана концептуальная модель повышения инновационной активности организаций на основе системного применения информационно-коммуникационных технологий. Модель включает следующие ключевые элементы:

- 1) вычислительный центр высокого уровня – технологическое ядро модели, обеспечивающее обработку данных, интеграцию с внешними системами и кибербезопасность;
- 2) цифровой сервис – платформу для сквозного мониторинга инновационных процессов и оценки рисков;
- 3) систему метрик и оценки – универсализированную методику оценки инновационного потенциала на микро-, мезо- и макроуровнях.

⁸ Generation-Startup (2013) *Оценка эффективности инноваций*. [online] Available at: <https://generation-startup.ru/media-center/smi/115843/?ysclid=mh4hro13vg371842089> [Accessed 24.10.2025]. (in Russian)



Источник: составлено автором

Рис. 2. Структурно-логическая схема концептуальной модели повышения инновационной активности

Fig. 2. Structural and logical diagram of the conceptual model for increasing innovation activity

Схема (рис. 2) иллюстрирует комплексный характер предложенной модели, интегрирующей технологические, институциональные и пользовательские компоненты. Анализ показывает центральную роль вычислительного центра как интеграционного ядра системы и важность двусторонних связей между всеми элементами модели.

Алгоритм внедрения цифровых инноваций

Предложен алгоритм внедрения цифровых инноваций, включающий 10 этапов:

1. Подготовка (оценка) – формирование междисциплинарной команды.
2. Целеполагание (прогноз) – артикуляция стратегических целей.
3. Сканирование среды (оценка-прогноз) – анализ внешних и внутренних факторов.
4. Расстановка приоритетов (планирование) – селекция идей цифровых инноваций.
5. Выбор модели трансформации (планирование) – определение организационной модели.
6. Формирование дорожной карты (планирование) – разработка детального плана.
7. Обучение (реализация) – развитие компетенций команды и пользователей.
8. Эксперимент (реализация – новый результат) – создание и тестирование прототипа.
9. Планирование внедрения (планирование – реализация) – разработка операционного плана.
10. Анализ результатов и эффекта (новый результат – эффект – оценка) – системная оценка выполнения плана.

Сценарные механизмы повышения инновационной активности в условиях региональной специфики

Разработка сценариев инновационной активности

На основе анализа факторов влияния и барьеров⁹ разработаны три ключевых сценария повышения инновационной активности организаций Республики Крым:

1) сценарий 1 «Адаптивный рост» (оптимистичный/базовый) – предусматривает устойчивое наращивание инновационного потока и коммерциализацию в приоритетных для Крыма нишах при условии стабильно сложных, но предсказуемых условий;

2) сценарий 2 «Фокус и эффективность» (умеренно-пессимистичный) – ориентирован на сохранение ядра инновационного потенциала и концентрацию на решениях с быстрым эффектом и максимальной локализацией в условиях ужесточения санкций и дефицита ресурсов;

3) сценарий 3 «Антихрупкость и локализация» (пессимистичный/кризисный) – направлен на выживание организаций и создание абсолютно локализованных, ресурсно-независимых инноваций для базовых нужд Крыма в условиях экстремальной эскалации санкций и коллапса логистики.

⁹ Хотяшева О.М., Слесарев М.А. (2024) *Инновационный менеджмент*, учебник и практикум для вузов, 3-е изд., перераб. и доп., М.: Юрайт.

Сравнительный анализ трех сценариев (табл. 4) демонстрирует адаптивность предложенного подхода к различным условиям внешней среды. Выявлена зависимость между жесткостью внешних условий и степенью локализации инновационных процессов. Ключевое отличие сценариев — в целевых установках: от наращивания инновационного потока до обеспечения выживания.

Таблица 4. Сравнительная характеристика сценариев инновационной активности
Table 4. Comparative characteristics of innovation activity scenarios

Параметр	Сценарий 1 «Адаптивный рост»	Сценарий 2 «Фокус и эффективность»	Сценарий 3 «Антихрупкость и локализация»
Условия активации	Стабильно сложные, но предсказуемые условия	Ужесточение санкций/логистики, дефицит ресурсов	Экстремальная эскалация санкций, коллапс логистики
Цель	Устойчивое наращивание инновационного потока	Сохранение ядра инновационного потенциала	Выживание, обеспечение минимальной операционной деятельности
Фокус инноваций	Коммерциализация в приоритетных нишах	Решения с быстрым эффектом и максимальной локализацией	Абсолютно локализованные, ресурсно-независимые инновации
Ключевые KPI	более 5 идей/сотрудники/год, 15% выручки от новых продуктов	более 20 улучшений/квартал, снижение издержек на 10%	Решение более 1 критической проблемы, локализация 80% цепочек

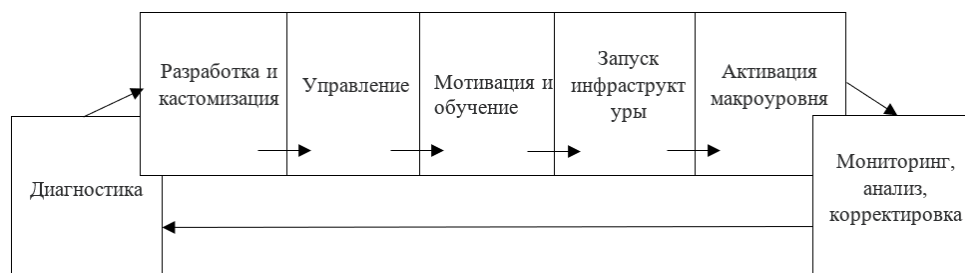
Источник: составлено автором

Механизм управления сценариями

Для эффективного управления сценариями предложен механизм, включающий:

- мониторинг индикаторов (оценку возможности осуществления инноваций, доступность критических ресурсов, уровень господдержки);
- сценарный комитет — кросс-функциональная группа для анализа индикаторов;
- принятие решений о переключении сценариев на основе пороговых значений триггеров;
- коммуникацию и запуск соответствующего пакета действий;
- посткризисный анализ и извлечение уроков.

Алгоритм на рис. 3 представляет собой циклический процесс непрерывного совершенствования. Анализ выявляет итерационный характер механизма, где этап мониторинга и корректировки обеспечивает обратную связь и адаптацию к изменяющимся условиям. Особое значение имеет этап мотивации и обучения как ключевой фактор успешной реализации.



Источник: составлено автором

Рис. 3. Алгоритм технологической реализации механизма повышения инновационной активности
Fig. 3. Algorithm for the technological implementation of the mechanism for increasing innovation activity

Прогнозные показатели инновационной активности Республики Крым на период 2020–2030 годов

На основе анализа представленных данных и с учетом методики оценки инновационного развития регионов России были разработаны прогнозные показатели для Республики Крым за период 2020–2030 годов.

Сводная таблица прогнозных показателей представлена в табл. 5.

Таблица 5. Прогнозные показатели инновационной активности Республики Крым на 2020–2030 годы
Table 5. Forecast indicators of innovation activity of the Republic of Crimea for 2020–2030

Показатель	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Средне- годовой темп роста, %
Уровень инновационной активности организаций, %	8,5	9,2	8,1	9,5	10,8	12,5	14,3	16,2	18,1	20,0	22,0	11,2
Затраты на технологические инновации, млрд руб.	3,2	3,8	3,5	4,2	5,1	6,2	7,5	9,1	11,0	13,3	16,1	19,5
Число созданных передовых технологий	45	52	48	57	65	74	84	96	109	124	141	13,8
Объем инновационных товаров, работ, услуг, млрд руб.	12,5	14,3	13,1	15,7	18,9	22,7	27,2	32,6	39,1	46,9	56,3	18,3
Количество патентных заявок	125	138	121	145	167	192	221	254	292	336	386	13,5
Интегральный индекс инновационного развития	0,32	0,35	0,31	0,34	0,38	0,43	0,48	0,54	0,61	0,68	0,76	10,4

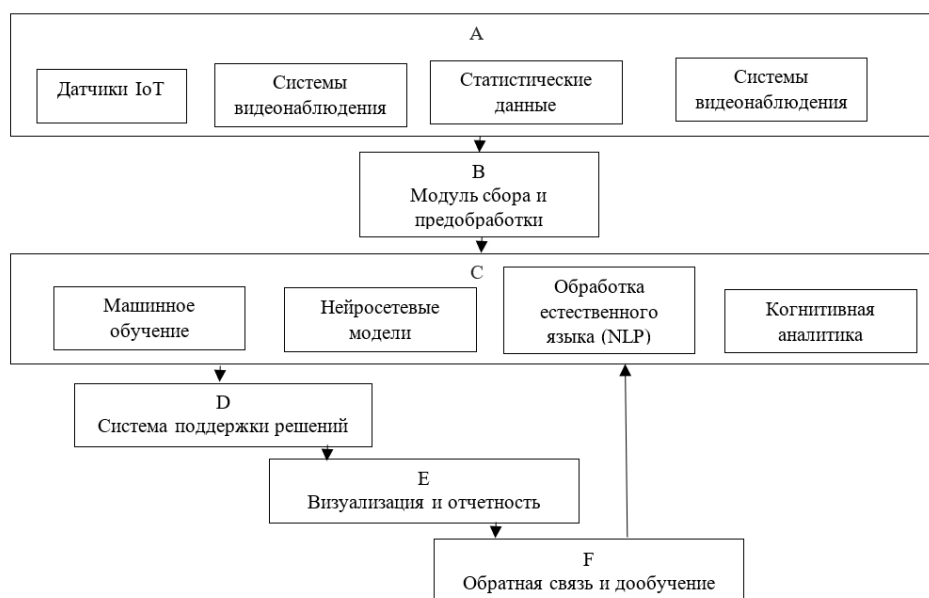
Источник: составлено автором

Для каждого показателя построены линейные и экспоненциальные тренды. Выбраны модели с наибольшим коэффициентом детерминации R^2 .

Прогнозные показатели свидетельствуют о положительной динамике инновационной активности в Республике Крым в период 2020–2030 годов. Уровень инновационной активности организаций возрастет с 8,5% в 2020 году до 22,0% в 2030 году, что связано с реализацией программ государственной поддержки и развитием инновационной инфраструктуры. Затраты на технологические инновации покажут наиболее высокие темпы роста (19,5% в среднем за год), что обусловлено необходимостью импортозамещения и перехода на отечественные технологии. Объем инновационных товаров, работ, услуг увеличится в 4,5 раза – с 12,5 млрд руб. в 2020 году до 56,3 млрд руб. в 2030 году, что свидетельствует о росте эффективности инновационной деятельности. Интегральный индекс инновационного развития возрастет с 0,32 до 0,76, что отражает общее улучшение инновационного климата в регионе.

Диаграмма процесса интеграции ИИ в оценку инновационной активности

На рис. 4 представлен процесс интеграции ИИ в оценку инновационной активности. Данное исследование фокусируется не на моделях цифровой трансформации как таковых, а на оценке их влияния на инновационную активность как одного из ключевых факторов в рамках разработанной процессной модели.



Источник: составлено автором

Рис. 4. Диаграмма процесса интеграции ИИ в оценку инновационной активности

Fig. 4. Diagram of the process of integrating AI into the assessment of innovation activity

Опишем архитектуру системы ИИ. Модуль сбора и предобработки данных обеспечивает агрегацию информации из разнородных источников, включая:

- датчики IoT на виноградниках и производственных предприятиях;
- системы видеонаблюдения с возможностью анализа поведения и идентификации объектов;
- статистические данные Крымстата, проходящие цифровую трансформацию;
- нормативно-правовые документы федерального и регионального уровней.

Для обработки рекомендуется использование отечественных разработок, обеспечивающих независимость от зарубежных технологий. Необходимо особое внимание уделять качеству данных и их соответствию стандартам ГОСТ Р 7.0.100-2018.

Центральный блок системы – блок ИИ и аналитики – включает четыре взаимосвязанных компонента [13].

Первый компонент – модуль машинного обучения:

- алгоритмы Random Forest и XGBoost для анализа исторических данных;
- выявление паттернов инновационной активности в различных отраслях;
- прогнозирование трендов развития инновационного потенциала.

Второй компонент – нейросетевые модели:

- LSTM-сети для анализа временных рядов;
- трансформеры для обработки текстовых данных;
- гибридные архитектуры для комплексного анализа структурированных и неструктурированных данных.

Третий компонент – обработка естественного языка (NLP):

- анализ нормативных документов и выявление скрытых коллизий;
- автоматизация обработки отчетности организаций;
- извлечение ключевых факторов влияния на инновационную активность.

Четвертый компонент – когнитивная аналитика:

- выявление неочевидных зависимостей между факторами инновационного развития;
- системный анализ взаимовлияния микро-, мезо- и макроуровневых показателей;

– генерация гипотез для повышения эффективности инновационной деятельности.

Следующий модуль – система поддержки принятия решений – предоставляет инструменты для органов власти и руководителей организаций:

- сценарное моделирование последствий управленческих решений;
- ранжирование приоритетов инвестирования в инновационные проекты;
- оптимизацию ресурсного обеспечения инновационной деятельности;
- мониторинг реализации инновационных стратегий.

Модуль визуализации и интерфейсов обеспечивает представление результатов в форме:

- интерактивных дашбордов с ключевыми показателями инновационной активности;
- автоматизированных отчетов для органов власти и инвесторов;
- прогнозных моделей развития инновационной экосистемы Республики Крым;
- рекомендательных систем для персонализированного подбора мер поддержки.

Предложенная архитектура системы ИИ для оценки инновационной активности организаций Республики Крым представляет собой комплексное решение, адаптированное к специфическим условиям региона. Интеграция технологий ИИ позволяет преодолеть вызовы, связанные с санкционными ограничениями и логистической изоляцией, обеспечивая при этом устойчивое развитие инновационного потенциала.

Дальнейшее развитие системы предполагает расширение применения отечественных разработок [14–16] в области ИИ, углубление межотраслевой интеграции данных и аналитических моделей, развитие региональной экосистемы подготовки кадров для работы с ИИ, адаптацию лучших мировых практик к условиям Крыма.

Реализация предложенной архитектуры будет способствовать повышению конкурентоспособности организаций Крыма и их успешной интеграции в национальную и мировую инновационные экосистемы.

Полученные результаты исследования:

- 1) многоуровневую модель диагностики институциональных барьеров инновационной активности;
- 2) матрицу эффектов влияния на инновационную активность с учетом процессного подхода;
- 3) концептуальную модель повышения инновационной активности на основе системного применения ИКТ;
- 4) сценарный механизм управления инновационной активностью в условиях неопределенности;
- 5) анализ институциональных и цифровых факторов влияния на инновационную активность в Республике Крым;
- 6) архитектуру процесса интеграции ИИ в оценку инновационной активности.

Выводы

Проведенное исследование подтвердило эффективность процессного подхода к оценке и управлению инновационной активностью организации в условиях региональной специфики Республики Крым. Научные и методические положения позволяют учесть многоуровневый характер барьеров и предложить адаптивные механизмы управления с применением технологий ИИ. Новизна заключается в синтезе процессного подхода, многоуровневой диагностики и технологий ИИ для оценки инновационной активности.

1. В результате решения первой задачи выявлен и систематизирован комплекс институциональных и цифровых барьеров инновационной активности, имеющих синергетический характер и проявляющихся на микро-, мезо- и макроуровнях. Установлено, что санкционные ограничения выступают катализирующим фактором, усиливающим действие всех прочих барьеров и формирующим уникальный профиль рисков для организаций Республики Крым.

2. В рамках решения второй задачи разработана многоуровневая модель диагностики барьеров, которая позволяет не только идентифицировать препятствия на различных стадиях инновационного процесса (от генерации идей до коммерциализации), но и выявлять причинно-следственные связи между факторами влияния на разных уровнях управления.

3. В соответствии с третьей задачей апробирована матрица эффектов влияния на инновационную активность, которая позволила количественно оценить степень воздействия экономических, социальных и научно-технологических факторов. Анализ матрицы подтвердил доминирующую роль экономических факторов на микроуровне и существенное негативное влияние социальных факторов на мезоуровне, что указывает на необходимость дифференцированного подхода к управлению.

4. Для решения четвертой задачи предложен сценарный механизм управления инновационной активностью, включающий три варианта развития событий («Адаптивный рост», «Фокус и эффективность», «Антихрупкость и локализация»). Данный механизм обеспечивает адаптивность стратегии к изменяющимся внешним условиям и позволяет фокусировать ограниченные ресурсы на критически важных направлениях в условиях неопределенности.

5. Реализация пятой задачи позволила разработать архитектуру системы интеллектуального анализа инновационной активности с использованием методов машинного обучения (Random Forest, XGBoost, LSTM-сети, NLP). Архитектура включает модули сбора данных, аналитики и поддержки решений, что обеспечивает повышение точности прогнозов и обоснованности управленческих решений.

6. В результате решения шестой задачи спроектирована детализированная архитектура процесса интеграции ИИ в оценочную деятельность. Ключевым элементом является блок когнитивной аналитики, предназначенный для выявления неочевидных зависимостей и генерации гипотез, что создает основу для создания самообучающихся систем и цифровых двойников инновационных процессов в перспективе.

Практическая значимость исследования заключается в разработке конкретных инструментов, адаптированных к специфическим условиям региона. Перспективы дальнейших исследований связаны с апробацией предложенных положений в других регионах со схожими вызовами, а также с углубленной разработкой отраслевых моделей.

Перспективы дальнейших исследований связаны с апробацией предложенных научных и методических положений в других регионах со специфическими условиями, а также с разработкой отраслевых моделей повышения инновационной активности с применением ИИ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Drucker P.F. (2007) *Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles*, Oxford UK: Butterworth-Heinemann.
2. Портер М.Э. (2020) *Конкурентное преимущество: как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость*, М.: Альпина Паблишер.
3. Ансофф И. (1989) *Стратегическое управление*, М.: Экономика.
4. Горелов А.А., Кондаков В.Л., Сушенко В.П. (2014) К проблеме систематизации новых физкультурно-оздоровительных технологий в образовательном пространстве современного вуза. *Вестник спортивной науки*, 2, 45–50.
5. Петрова И.Е. (2016) Особенности применения проблемного метода обучения при оценке технико-экономической эффективности инновации. *Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета*. 3, 96–100
6. Федоров Д.В. (2012) Информационное обеспечение инновационного управления образовательными услугами. *Сервис в России и за рубежом*, 6, 197–204.

7. Архипов В.В., Лукьянов В.В., Наумов В.Б. (2016) Интеллектуальная собственность в инновационной деятельности российского университета: вопросы правового регулирования. *Правоведение*, 3 (326), 196–212.
8. Дубовик О.Л. (2010) Экологическое право: реальность и попытки ревизионизма. *Труды Института государств и права РАН*, 2, 7–37.
9. Hanusch H., Pyka A. (2006) *Applied Evolutionary Economics and the Knowledge-based Economy*, Cheltenham, UK, Northampton, MA: Edward Elgar.
10. Бутова Т.Г., Буркальцева Д.Д., Кондрашин В.А. (2024) Влияние цифровых технологий на управление финансовыми активами. *Научный вестник: финансы, банки, инвестиции*, 2 (67), 18–33. DOI: <https://doi.org/10.29039/2312-5330-2024-2-18-33>
11. Навоева О.В. (2010) Научно-методическое обеспечение инновационного развития предпринимательских структур. *Экономика и управление*, 2, 93–96.
12. Глухов В.В., Бабкин А.В., Алексеева Н.С. (2020) Этапы и алгоритм оценки интеллектуального капитала инновационно-промышленного кластера. *Экономика и управление*, 26 (11), 1217–1226. DOI: <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-11-1217-1226>
13. Witt U. (2004) Evolution in economics and its implications for theory. *The Journal of economic methodology*, 11 (2), 125–146.
14. Святохо Н.В. (2025) Оценка интеллектуального капитала предприятия на разных стадиях его кругооборота. *Научный вестник: финансы, банки, инвестиции*, 1 (70), 230–249. DOI: <https://doi.org/10.29039/2312-5330-2025-1-230-249>
15. Dopfer K. (2005) *The Evolutionary Foundations of Economics*, Cambridge, UK: Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511492297>
16. Fagerberg J. (2005) Innovation: A Guide to the Literature. In: *The Oxford Handbook of Innovation* (eds. J. Fagerberg, D.C. Mowery), Oxford: Oxford Academic, 1–26. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0001>

REFERENCES

1. Drucker P.F. (2007) *Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles*, Oxford UK: Butterworth-Heinemann.
2. Porter M.E. (1985) *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. NY: Free Press.
3. Ansoff H.I. (1979) *Strategic Management*. London: Palgrave Macmillan. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-349-02971-6>
4. Gorelov A.A., Kondakov V.L., Sushchenko V.P. (2014) К проблеме систематизации новых физкультурно-оздоровительных технологий в образовательном пространстве современного вуза [On the problem of systematization of new physical education and health technologies in the educational space of a modern university]. *Sports science bulletin*, 2, 45–50.
5. Petrova I.E. (2016) Features of application of problematic teaching method in assessing the technical and economic effectiveness of innovation. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo humanitarno-pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of Perm State Humanitarian and Pedagogical University]. 3, 96–100.
6. Fedorov D.V. (2012) Informationsionnoe obespechenie innovatsionnogo upravleniia obrazovatel'nymi uslugami [Information support for innovative management of educational services]. *Services in Russia and Abroad*, 6, 197–204.
7. Arkhipov V.V., Lukjanov V.V., Naumov V.B. (2016) Intellectual property in innovative activity of Russian university: issues of legal regulation and legal aspects of the management. *Pravovedenie*, 3 (326), 196–212.
8. Dubovik O.L. (2010) Ekologicheskoe pravo: real'nost' i popytki revizionizma [Environmental Law: Reality and Attempts at Revisionism]. *Trudy Instituta gosudarstv i prava RAN* [Proceedings of the Institute of States and Law of the Russian Academy of Sciences], 2, 7–37.
9. Hanusch H., Pyka A. (2006) *Applied Evolutionary Economics and the Knowledge-based Economy*, Cheltenham, UK, Northampton, MA: Edward Elgar.

10. Butova T.G., Burkaltseva D.D., Kondrashin V.A. (2024) The impact of digital technologies on financial asset management. *Scientific Bulletin: finance, banking, investment*, 2 (67), 18–33. DOI: <https://doi.org/10.29039/2312-5330-2024-2-18-33>
11. Navoyeva O.V. (2010) Research and methodic supply of entrepreneur structure innovative development. *Economics and Management*, 2, 93–96.
12. Glukhov V.V., Babkin A.V., Alekseeva N.S. (2020) Stages and Algorithm for Assessing the Intellectual Capital of an Innovative Industrial Cluster. *Economics and Management*, 26 (11), 1217–1226. DOI: <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-11-1217-1226>
13. Witt U. (2004) Evolution in economics and its implications for theory. *The Journal of economic methodology*, 11 (2), 125–146.
14. Svyatokho N.V. (2025) Assessment of intellectual capital of an enterprise at different stages of its circulation. *Scientific Bulletin: finance, banking, investment*, 1 (70), 230–249. DOI: <https://doi.org/10.29039/2312-5330-2025-1-230-249>
15. Dopfer K. (2005) *The Evolutionary Foundations of Economics*, Cambridge, UK: Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511492297>
16. Fagerberg J. (2005) Innovation: A Guide to the Literature. In: *The Oxford Handbook of Innovation* (eds. J. Fagerberg, D.C. Mowery), Oxford: Oxford Academic, 1–26. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0001>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

КИСЕЛЁВ Рэм Олегович

E-mail: kiselev.mger@gmail.com

Rem O. KISELEV

E-mail: kiselev.mger@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5814-8871>

Поступила: 10.09.2025; Одобрена: 26.09.2025; Принята: 29.09.2025.

Submitted: 10.09.2025; Approved: 26.09.2025; Accepted: 29.09.2025.

Стратегии и инновации на основе искусственного интеллекта Ai-based strategies and innovations

Научная статья

УДК 338.3

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18504>

EDN: <https://elibrary/LQOEMN>



СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УСЛОВИЯХ НОВЫХ ВЫЗОВОВ (НА ПРИМЕРЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ)

В.В. Доржиева

Институт Экономики РАН, Москва, Российская Федерация

vvdorzhieva@inecon.ru

Аннотация. В статье рассматривается международный опыт адаптации национальных стратегий развития искусственного интеллекта (ИИ) к новым вызовам и определения основных направлений применения ИИ-технологий в фармацевтической отрасли. Изменения в мировой экономике, вызванные геополитической трансформацией и влиянием на глобальные механизмы международного сотрудничества, потребовали пересмотра национальных стратегий в области ИИ. Сравнительный анализ обновленных национальных стратегий США, ЕС, Китая и России с целью оценки их адаптивности к быстро меняющимся условиям глобального ИИ-рынка показал, что каждая страна выбрала свой уникальный путь развития. США и Китай как признанные лидеры в освоении технологий ИИ усиливают свои позиции и ужесточают контроль над ресурсами в данной сфере. Основные проблемы заключаются в ограничениях на доступ к глобальным базам данных и запретах на использование ИИ-технологий, оборудования и инфраструктуры. Автор приходит к выводу, что успешное внедрение и масштабирование ИИ в фармацевтической отрасли зависит не только от благоприятных макроэкономических условий, таких как значительный внутренний рынок и обширные инвестиционные возможности, но и от разработки и реализации национальных стратегий с четко определенными целями, которые также отражаются в других стратегических документах (программах, планах и т.д.). Анализ подходов стран-лидеров показывает, что национальные стратегические инициативы в области ИИ разрабатываются не только в высокотехнологичных государствах, но и в динамично развивающихся экономиках. Однако эти инициативы носят фрагментарный характер, а государственная политика основывается на разрозненных документах стратегического планирования, каждый из которых охватывает лишь отдельные аспекты применения ИИ в фармацевтической отрасли. Это также характерно для стратегических документов России, определяющих национальные приоритеты в области ИИ. В связи с этим автор обосновывает необходимость совершенствования подходов к обеспечению согласованности национальных целей развития ИИ в фармацевтической отрасли в документах стратегического планирования.

Ключевые слова: фармацевтическая отрасль, стратегическое планирование, искусственный интеллект, национальная стратегия развития, новые вызовы, технологический суверенитет

Для цитирования: Доржиева В.В. (2025) Стратегическое планирование развития искусственного интеллекта в условиях новых вызовов (на примере фармацевтической отрасли). П-Economy, 18 (5), 49–65. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18504>



STRATEGIC PLANNING FOR THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FACE OF NEW CHALLENGES (A PHARMACEUTICAL INDUSTRY CASE STUDY)

V.V. Dorzhieva ✉

Institute of Economics Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russian Federation

✉ vvdorzhieva@inecon.ru

Abstract. This article examines international experience in adapting national artificial intelligence (AI) development strategies to new challenges and identifying key directions for applying AI technologies in the pharmaceutical industry. Transformations in the global economy, driven by geopolitical changes and their impact on global mechanisms of international cooperation, have necessitated a revision of national AI strategies. A comparative analysis of the updated national strategies of the USA, EU, China, and Russia, aimed at assessing their adaptability to the rapidly changing conditions of the global AI market, revealed that each country has chosen its own unique development path. The USA and China, as recognized leaders in the development of AI technologies, are strengthening their positions and tightening their control over resources in this area. The main challenges include restrictions on access to global databases and prohibitions on the use of AI technologies, equipment and infrastructure. The author concludes that the successful implementation and scaling of AI in the pharmaceutical industry depends not only on favorable macroeconomic conditions, such as a significant domestic market and extensive investment opportunities, but also on the development and implementation of national strategies with clearly defined goals, which are also reflected in other strategic documents (programs, plans etc.). An analysis of the approaches of leading countries shows that national strategic initiatives in AI are being developed not only in high-tech countries but also in dynamically developing economies. However, these initiatives are fragmented, and state policy is based on disparate strategic planning documents, each covering only specific aspects of AI application in the pharmaceutical industry. This is also characteristic of Russia's strategic documents defining national AI priorities. Therefore, the author substantiates the need to improve approaches for ensuring the alignment of national goals for AI development in the pharmaceutical industry in strategic planning documents.

Keywords: pharmaceutical industry, strategic planning, artificial intelligence, national development strategy, new challenges, technological sovereignty

Citation: Dorzhieva V.V. (2025) Strategic planning for the development of artificial intelligence in the face of new challenges (a pharmaceutical industry case study). *π-Economy*, 18 (5), 49–65. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18504>

Введение

В настоящее время искусственный интеллект (ИИ) как феномен современной технологической эволюции оказывает значительное влияние на экономическое развитие и другие аспекты общественной жизни. Особенно ярко это проявляется в последние годы, когда исследования в области ИИ достигли нового уровня, что привело к разработке и внедрению государствами своих стратегий в этой сфере. В результате национальные инициативы, охватывающие все больше стран, стремящихся к технологическому прогрессу, трансформировались в глобальное движение по разработке и реализации долгосрочных стратегий развития ИИ-технологий. К 2021 г. количество стран с утвержденными национальными стратегиями в этой сфере достигло пятидесяти¹. Этот факт подчеркивает, насколько значимым и приоритетным стало развитие

¹ Holon IQ (2020) *The 2020 AI Strategy Landscape 50 National Artificial Intelligence strategies shaping the future of humanity*. [online] Available at: <https://www.holoniq.com/notes/50-national-ai-strategies-the-2020-ai-strategy-landscape> [Accessed 12.09.2025].

ИИ на глобальном уровне. Среди первых, кто начал разрабатывать национальные стратегии в области ИИ, были США (2016 г.)² и Китай (2017 г.)³. В 2018 г. к процессу подключился ЕС⁴, а в 2019 г. свою стратегию представила Россия⁵.

Национальные стратегии развития ИИ, как правило, представляют собой комплексные государственные программы, охватывающие широкий спектр мероприятий. К ним относятся разработка нормативно-правовой базы, поддержка фундаментальных исследований, подготовка кадров, развитие технологической инфраструктуры и практическое внедрение ИИ в ключевые отрасли экономики. Каждая страна разрабатывает свою уникальную модель стимулирования развития и регулирования ИИ, в том числе в фармацевтической отрасли.

Фармацевтическая отрасль, являясь одним из ключевых высокотехнологичных секторов экономики, активно интегрирует ИИ во все этапы производственной цепочки создания лекарственных препаратов, что способствует ее цифровой трансформации. ИИ, который способен существенно повысить эффективность, точность и скорость анализа данных, становится важнейшим инструментом для модернизации всех этапов производственного процесса в фармацевтической отрасли и ускорения вывода новых лекарственных средств на рынок [1–6]. Это, в свою очередь, значительно повышает ее конкурентоспособность на глобальном уровне, обеспечивая устойчивое развитие и инновационный потенциал. В 2024 г. объем глобального рынка ИИ в фармацевтической промышленности, согласно данным *Mordor Intelligence Private Limited*, оценивается в 3,05 млрд USD и к 2029 г., как ожидается, достигнет 18,06 млрд USD⁶. По прогнозам экспертов *McKinsey*, ИИ-технологии будут приносить от 60 до 110 млрд USD ежегодно по всей цепочке создания стоимости в фармацевтической промышленности⁷. Согласно данным *PwC*, фармацевтические компании могут к 2030 г. за счет использования ИИ-технологий получить дополнительно 254 млрд USD операционной прибыли по всему миру, в том числе в США – 155 млрд USD, на развивающихся рынках – 52 млрд USD, в ЕС – 33 млрд USD, а на рынках остальных стран – 14 млрд USD⁸. В целом пилотные проекты, реализуемые фармацевтическими компаниями и стартапами при государственной поддержке, уже сейчас показывают заметное влияние ИИ на улучшение бизнес-процессов и повышение производительности.

Однако имплементация национальных стратегий и программ, направленных на развитие ИИ, сталкивается с рядом существенных вызовов, обусловленных высокой степенью неопределенности и волатильности глобальной экономической и политической сред. Эти вызовы требуют системного подхода и координации на национальном и международном уровнях, а также постоянного мониторинга и оценки эффективности принимаемых мер. Среди основных технологических барьеров, препятствующих успешной реализации стратегий, можно выделить, например, инфраструктурные ограничения, такие как недостаточная мощность вычислительных систем, сложности с программным обеспечением, нехватка доступа к большим объемам данных и трудности в создании и эксплуатации центров обработки данных и облачных платформ. Кроме этого,

² DATA.GOV (2025) *The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan*. [online] Available at: <https://catalog.data.gov/dataset/the-national-artificial-intelligence-research-and-development-strategic-plan> [Accessed 12.09.2025].

³ The State Council. The People's Republic of China (2017) 新一代人工智能发展规划 (*China's 'New Generation Artificial Intelligence Development Plan'*). [online]. Available at: https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm [Accessed 12.09.2025].

⁴ European Commission (2018) *Coordinated Plan on Artificial Intelligence. Document 52018DC0795*. [online] Available at: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/coordinated-plan-artificial-intelligence> [Accessed 12.09.2025].

⁵ Президент России (2019) Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». [online] Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731> [Accessed 12.09.2025]. (in Russian)

⁶ Mordor Intelligence Private Limited (2024) *Искусственный интеллект в фармацевтической промышленности – Анализ размера и доли – Тенденции роста и прогнозы (2024–2029)*. [online] Available at: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/artificial-intelligence-in-pharmaceutical-market> [Accessed 12.09.2025]. (in Russian)

⁷ McKinsey & Company (2024) *Generative AI in the pharmaceutical industry: Moving from hype to reality*. [online] Available at: https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/generative-ai-in-the-pharmaceutical-industry-moving-from-hype-to-reality?utm_so... [Accessed 12.09.2025].

⁸ PwC (2024) *Hans-Fabian Ahrens, Johannes Dizinger, Jonathan Müller and Christelle Azar. Re-inventing Pharma with artificial intelligence*. [online] Available at: <https://www.strategyand.pwc.com/de/en/industries/pharma-life-sciences/re-inventing-pharma-with-artificial-intelligence.html> [Accessed 12.09.2025].

возникают проблемы с разработкой международных стандартов, включая унификацию форматов, обеспечение межплатформенной совместимости, кибербезопасность, а также этические и правовые аспекты [7–11].

Объектом исследования является стратегическое планирование развития ИИ в условиях новых вызовов. **Предметом исследования** являются эволюция концепций национальных стратегий, направленных на развитие ИИ, а также приоритетные направления применения ИИ-технологий в фармацевтической сфере.

Литературный обзор

В современной научной литературе отмечается возрастающая роль ИИ как одного из ключевых факторов технологического развития государств. Это обусловлено тем, что передовые достижения и развитие собственных ИИ-технологий позволяют обеспечить национальную технологическую независимость в критически важных отраслях экономики и создают фундаментальные предпосылки для усиления глобальной конкуренции за технологическое лидерство между государствами.

Согласно исследованию С.Г. Камолова и соавторов [12], стремление мировых лидеров к достижению технологического суверенитета является важным фактором укрепления позиций страны в цифровой экономике и открывает новые перспективы для развития национальных ИИ-технологий. Авторы подчеркивают, что разработка собственных компьютерных систем и активная работа по их международной патентной защите способны стать эффективным инструментом для решения двух ключевых задач: повышения конкурентоспособности национальных технологических решений на глобальном рынке и снижения зависимости от иностранного технологического импорта.

По мнению В.Е. Дементьева [13], ИИ превратился в ключевую арену глобальной технологической конкуренции, которая будет играть решающую роль в формировании будущего мироустройства. Эксперт подчеркивает, что развитие технологий ИИ не просто технологическая гонка за превосходство в данной области — оно напрямую влияет на геοэкономическое положение государств и геополитический баланс сил в мире, становясь одним из главных факторов, определяющих будущее мировое устройство. В условиях этой конкуренции страны демонстрируют готовность направлять существенные финансовые ресурсы в разработку технологий ИИ, стремясь обеспечить себе лидирующие позиции в этой стратегически важной сфере.

Государственные средства играют ключевую роль в финансировании национальных программ и проектов по развитию ИИ. Объемы финансирования национальных программ варьируются. Лидирующие позиции по объему планируемых инвестиций занимают США и Китай. Так, в начале 2025 г. США объявили о планах вложить 500 млрд USD в создание ИИ-инфраструктуры в рамках проекта StarGate⁹. В ответ на это Китай заявил о готовности выделить около 138 млрд USD на развитие ИИ-инфраструктуры¹⁰. ЕС, стремясь догнать США и Китай, анонсировал о намерении вложить 50 млрд евро из бюджета и привлечь частные инвестиции в размере 150 млрд евро в рамках стратегии по превращению Европы в ведущий ИИ-регион¹¹.

По мнению А.А. Капустина [14], американская политика в области ИИ претерпевает значительные изменения. Если ранее США придерживались подхода, основанного на принципах свободного рынка и минимально возможного вмешательства государства, то в настоящее время, в условиях нарастающей конкуренции с Китаем, они делают акцент на всесторонней государственной поддержке и регулировании данной отрасли с целью сохранения технологического лидерства в ней.

⁹ РИА Новости (2025) *Инвестиции в развитие ИИ в США несут экономические риски, пишет WP*. [online] Available at: <https://ria.ru/20250804/ssha-2033329424.html> [Accessed 12.09.2025].

¹⁰ Дегтярев А. (2025) *Китай решил вложить 138 млрд долларов в ИИ в ответ на проект из США StarGate*. [online] Available at: <https://vz.ru/news/2025/1/27/1311042.html> [Accessed 12.09.2025]. (in Russian)

¹¹ Интерфакс (2025) *Евросоюз запустит программу инвестиций в ИИ на 200 млрд евро*. [online] Available at: <https://www.interfax.ru/digital/1007364> [Accessed 12.09.2025]. (in Russian)

Е.Н. Пашенцев и В.Б. Козюлин [10] в своем исследовании выявили парадоксальную ситуацию в сфере стандартизации ИИ-технологий. С одной стороны, официальные позиции западных государств декларируют приверженность формированию единых международных стандартов в области управления ИИ, включая разработку технической документации и других нормативных документов. С другой стороны, практические действия этих стран, выраженные в анти-российских санкциях, демонстрируют, что геополитические интересы имеют приоритет над заявленными целями международной стандартизации. Более того, западные страны обвиняют Россию и другие страны, такие как Китай, в стремлении к технологическому суверенитету и достижению независимости в сфере ИИ, что противоречит их же принципам международного сотрудничества.

Государственные инициативы по внедрению передовых технологий Индустрии 4.0 свидетельствуют о растущем интересе к ИИ как ключевому инструменту цифровой трансформации фармацевтической отрасли [15, 16]. В рамках национальных стратегий модернизации фармацевтической отрасли активно разрабатываются и реализуются комплексные меры, направленные на интеграцию ИИ в производственные и исследовательские процессы создания лекарственных средств.

Следует отметить, что, несмотря на растущий интерес исследователей к теме разработки национальных стратегий в сфере ИИ и их адаптации к новым вызовам [12, 14, 17–22]¹², существует заметный пробел в изучении вопросов, касающихся фармацевтической отрасли. Особенно это касается практического применения ИИ-технологий в производстве лекарственных средств, где потенциал интеграции остается недостаточно изученным. Это свидетельствует о необходимости углубленного изучения и систематизации международного опыта в данной сфере. Происходящие в мире политические и экономические трансформации создают новые условия, которые заставляют пересмотреть традиционные подходы к управлению и реализации национальных программ развития ИИ. В условиях усиливающейся глобальной конкуренции и стремительно-го технологического развития особенно актуальным становится вопрос эффективности существующих стратегий. Это делает необходимыми проведение комплексного анализа и разработку новых методологических подходов к внедрению ИИ-технологий на национальном уровне.

Цель и задачи исследования

Целью исследования являются анализ международного опыта адаптации национальных стратегий развития ИИ к новым вызовам и определение ключевых направлений применения ИИ-технологий в фармацевтической отрасли.

Задачи исследования включают:

- проведение сопоставительного анализа актуальных национальных стратегий США, ЕС, Китая и России, направленного на оценку их адаптивности к стремительно меняющимся условиям глобального рынка ИИ;
- изучение подходов стран к выбору национальных стратегических приоритетов в области интеграции ИИ в фармацевтическую отрасль;
- обоснование необходимости совершенствования подходов к обеспечению согласованности национальных целей развития ИИ в фармацевтической отрасли в документах стратегического планирования развития.

Материалы и методы

В ходе исследования были применены общенаучные методы, позволившие провести сравнительный анализ национальных стратегий развития ИИ развитых и развивающихся стран,

¹² Adamczyk W. (2019) *Comparing China's and EU's Artificial Intelligence Strategies*. [online] Available at: <https://chinaobservers.eu/comparing-chinas-and-eus-artificial-intelligence-strategies> [Accessed 12.09.2025].
Flackett J. et al. (2020) *National Artificial Intelligence Strategies*. *Artificial Intelligence Research*, AiLab. [online] Available at: <https://www.ailab.world/research/national-artificial-intelligence-strategies/> [Accessed 12.09.2025].

включая ключевые направления их развития в фармацевтическом секторе. Методологическая основа исследования работы включала стратегический, системный и исследовательский подходы, а также классические и современные теории отраслевого анализа и стратегического планирования.

Эмпирический анализ, основанный на материалах открытой печати, исследованиях зарубежных и российских ученых, позволил выявить ключевые различия в национальных стратегиях развития ИИ в разных странах, включая направления применения этих технологий в фармацевтической отрасли. В рамках данного анализа были определены приоритетные направления развития этих технологий, что является важным аспектом для понимания текущих тенденций и перспектив их применения.

В процессе работы были использованы документы стратегического планирования и другие нормативно-правовые акты, касающиеся исследуемой темы, в том числе национальные стратегии стран в сфере развития ИИ. Особое внимание уделено материалам ведущих международных аналитических организаций, таких как *IQVIA*, *McKinsey*, *PwC*, *Bruegel*, *Lazard*, *Mordor Intelligence Private Limited*, *Morgan Stanley Research*, *Holon IQ*. Также были использованы рейтинги, представленные *Deep Pharma Intelligence*, *Pharmaceutical Technology* и *Tortoise*. Применение практических методов исследования, включая отраслевой и статистический анализ, дало возможность сформировать обоснованные выводы о текущем состоянии и потенциальных направлениях развития ИИ-технологий в фармацевтической отрасли.

Результаты и обсуждение

Растущая геополитическая напряженность и технологическое соперничество между ведущими странами, особенно между США и Китаем как ключевыми игроками на рынке ИИ-технологий, привели к необходимости пересмотра стратегических планов развития ИИ¹³. Удивительным феноменом стало то, что этот процесс происходит практически синхронно в различных уголках планеты, ярко демонстрируя, насколько значимым стал ИИ для достижения технологического превосходства стран на международной арене, и определяя фактор будущего мирового порядка. Этот процесс не только трансформирует форматы международного сотрудничества, но и порождает вызовы и риски, связанные, с одной стороны, с усилением технологического неравенства между странами, а с другой, с возможностью появления новых форм конкуренции и конфликтов между ними.

Государственную политику, ориентированную на ИИ и смежные элементы глобальных цепочек добавленной стоимости, по мнению экспертов *Lazard*¹⁴, можно классифицировать на три основные категории:

1. **Политика «содействия».** Данная категория включает в себя меры, направленные на стимулирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), а также на создание благоприятных условий для привлечения и удержания высококвалифицированных специалистов в области ИИ. Это может быть реализовано через предоставление субсидий на производство, гибкую иммиграционную политику и другие финансовые механизмы поддержки.
2. **Политика «защиты».** В рамках этой категории государства принимают меры для обеспечения национальной безопасности и контроля над стратегически важными ресурсами, связанными с ИИ. Это может включать введение экспортного контроля на ключевые компоненты и технологии, а также ограничение внешних инвестиций в определенные приложения ИИ.
3. **Политика «принципов».** Эта категория направлена на установление внутренних руководящих принципов и стандартов в области безопасности и этики, которые будут регулировать

¹³ Марсавин О. (2025) *Национальные стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года*. [online] Available at: <https://www.it-world.ru/it-news/3a5im0am3auc8wsoc0kg8kwockskw4k.html> [Accessed 12.09.2025]. (in Russian)

¹⁴ Abizaïd J. et al. (2023). *Geopolitics of Artificial Intelligence*, *Lazard*. [online] Available at: <https://www.lazard.com/research-insights/the-geopolitics-of-artificial-intelligence/> [Accessed 12.09.2025].



процесс разработки и внедрения ИИ-технологий. Это может включать разработку и внедрение нормативных актов, регулирующих использование ИИ в различных сферах, а также создание этических комиссий и комитетов по безопасности.

Важно отметить, что влияние национальной политики на глобальную конкуренцию в сфере ИИ во многом зависит от распределения структурных преимуществ и ресурсов (вычислительная инфраструктура, профессиональные компетенции и кадры), необходимых для успешного развития данной технологии. В условиях, когда США и Китай усиливают свои позиции в сфере ИИ и ужесточают контроль над ресурсами, компании, работающие в этом секторе, сталкиваются с рядом стратегических вызовов. Это касается как ключевых компонентов цепочки поставок ИИ, так и отраслей, которые будут значительно трансформированы под воздействием данной технологии. Основные проблемы включают ограничения на доступ к глобальным клиентским базам вследствие геополитической напряженности, усиление корпоративного шпионажа и необходимость защиты конфиденциальной информации, а также запреты на перекрестные покупки технологий и продукции.

Перечисленные выше факторы нашли отражение в обновленных национальных стратегиях развития, где каждая страна выбрала свой уникальный путь в данной критически важной области:

- США взяли курс на укрепление своего технологического лидерства и стремятся сформировать глобальную экосистему на базе американских разработок¹⁵. Конечная цель этой стратегии заключается в том, чтобы сделать американские стандарты в области ИИ общепризнанными международными нормами, а также определять правила игры для всего мирового сообщества в области ИИ. Примечательно, что за последние годы США значительно усилили свое присутствие в сфере ИИ через регуляторные механизмы и инвестиционную политику: если в 2016 г. на уровне штатов был принят всего один закон¹⁶, касающийся ИИ, то к 2024 г. ситуация кардинально изменилась. Федеральные агентства США разработали 59 нормативных документов в сфере ИИ, что более чем в два раза превышает показатели 2023 г.

- ЕС взял на себя амбициозную задачу по созданию целостной системы контроля и управления технологиями ИИ на территории объединения¹⁷. Приоритетными направлениями стали разработка единых стандартов использования ИИ-технологий, формирование согласованного законодательства и реализация масштабных инвестиционных программ для развития технологической инфраструктуры, способной поддерживать передовые разработки в области ИИ.

- Китай активно продвигает стратегию масштабного внедрения ИИ-решений во всех ключевых отраслях экономики, что является стратегическим вектором технологического развития страны¹⁸. Данный подход, основанный на системной интеграции ИИ-решений, направлен на достижение технологического лидерства и повышение конкурентоспособности национальной экономики.

- Россия выстраивает свою стратегию вокруг двух фундаментальных задач: обеспечения национальной безопасности и достижения технологического суверенитета. Эта стратегия представляет собой комплексную систему мер, направленных на укрепление внутреннего потенциала страны в условиях жесткой международной конкуренции и внешних ограничений санкционной политики недружественных государств. В рамках данной стратегии особое внимание уделяется развитию критически важных технологий, диверсификации экономических связей и укреплению обороноспособности государства. Все эти задачи тесно взаимосвязаны и дополняют друг

¹⁵ The White House (2025) *America's AI Action Plan*. [online] Available at: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2025/07/Americas-AI-Action-Plan.pdf> [Accessed 12.09.2025].

¹⁶ DATA.GOV (2025) *The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan*. [online] Available at: <https://catalog.data.gov/dataset/the-national-artificial-intelligence-research-and-development-strategic-plan> [Accessed 12.09.2025].

¹⁷ European Commission (2025) *Artificial Intelligence at the JRC*. [online] Available at: https://ai-watch.ec.europa.eu/artificial-intelligence-jrc_en [Accessed 12.09.2025].

¹⁸ The State Council. The People's Republic of China (2025) 国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见 (Программа «Искусственный интеллект плюс»). [online] Available at: https://www.gov.cn/zhengce/content/202508/content_7037861.htm [Accessed 12.09.2025].

друга, поскольку достижение технологического суверенитета напрямую влияет на способность государства противостоять внешним угрозам и обеспечивать свою безопасность. Ее конечная цель — формирование самодостаточной технологической экосистемы, способной обеспечить устойчивое развитие страны и ее конкурентоспособность на мировой арене.

В контексте стратегической значимости ИИ-технологий для фармацевтической отрасли анализ международного опыта показывает, что национальные стратегические инициативы в этой сфере стали характерными не только для ведущих государств с высоким технологическим потенциалом, но и для активно развивающихся экономик.

Фармацевтическая отрасль рассматривается странами как одно из приоритетных направлений их научно-технологического развития, что обусловлено прежде всего тем, что инвестиции в ИИ-инновации в данной отрасли создают значительные синергетические эффекты, которые не только повышают эффективность научных исследований и разработок, но и ускоряют процесс вывода новых лекарств на рынок. В частности, применение ИИ-алгоритмов в области биоинформатики и молекулярного моделирования позволяет существенно сократить временные и финансовые затраты на стадии доклинических и клинических испытаний [2]. Это достигается за счет автоматизации анализа больших объемов данных, что, в свою очередь, способствует более точной и быстрой идентификации потенциальных мишеней для терапевтического воздействия. Кроме того, ИИ-технологии играют ключевую роль в разработке персонализированных подходов к лечению, что открывает новые горизонты в области персонализированной медицины и значительно повышает шансы на успешное лечение сложных заболеваний [3].

Однако система регулирования ИИ в фармацевтической отрасли во многих странах характеризуется определенной фрагментарностью, и, как правило, отсутствует единый комплексный документ государственного уровня, который бы охватывал все аспекты развития и применения ИИ в этой критически важной сфере. Государственная политика формируется по принципу разрозненных законодательных инициатив. Регулирование осуществляется через множество отдельных актов, каждый из которых затрагивает лишь конкретные аспекты использования ИИ-технологий в фармацевтическом производстве. Тем не менее анализ стратегических документов демонстрирует растущее осознание важности развития ИИ в фармацевтической промышленности. В этих документах наблюдается консолидированное понимание важности развития ИИ в фармацевтической отрасли на государственном уровне и четко прослеживаются стратегические приоритеты с акцентом на стимулирование внедрения ИИ-решений и создание благоприятных условий для реализации ИИ-проектов.

Анализ данных, представленных в таблице, выявляет ключевую закономерность развития ИИ в США, ЕС и Китае, признанных лидерах в фармацевтической сфере. Эффективное внедрение и масштабирование ИИ-технологий в этой сфере обусловлено не только наличием благоприятных макроэкономических условий, таких как значительный внутренний рынок и обширные инвестиционные возможности, но также разработкой и реализацией национальных стратегий с четко определенными целями, в том числе отраженными в других стратегических документах (программах, планах и т.д.). Таким образом, можно констатировать, что успешное внедрение ИИ в фармацевтическую отрасль требует системного подхода, включающего как экономические, так и регуляторные меры.

США, ЕС и Китай в своих стратегических документах подчеркивают значимость создания благоприятных условий для долгосрочного и устойчивого развития фармацевтической индустрии с использованием ИИ-технологий, что находит отражение в основных направлениях государственной политики стран, которые включают: разработку специальных программ поддержки инновационных проектов; создание условий для привлечения инвестиций; формирование институциональных механизмов, способствующих сотрудничеству между научными организациями, бизнесом и государственными структурами; совершенствование законодательной базы

в области применения ИИ в фармацевтической индустрии. Такой подход, например, позволяет США и Китаю не только обеспечить технологическое лидерство в отрасли, но и создавать устойчивую модель развития фармацевтического сектора, основанную на передовых цифровых технологиях. Во многом успех США и Китая в технологическом развитии, по мнению экспертов [23], объясняется эффективным взаимодействием их инновационных экосистем, которое не было нарушено даже после того, как в 2022 г. США ввели ограничения на экспорт критически важных технологий.

Таблица. Некоторые показатели, характеризующие развитие фармацевтической отрасли США, Китая и России
Table. Some indicators characterizing the development of the pharmaceutical industry in the USA, China and Russia

Показатели	США	Китай	ЕС*	Россия
Объем фармацевтического рынка в 2022 г., млрд USD (<i>Statbase</i> ¹⁹)	631,5	112,6	238,21	41,2
Позиция страны на мировом фармацевтическом рынке в 2024 г. (<i>IQVIA</i> ²⁰)	1	2	н/д	12
Доля патентных заявок, связанных с ИИ в фармацевтической отрасли в 2024 г., % (<i>Pharmaceutical Technology</i>) ²¹	35	20	н/д	н/д
Доля страны в общем числе компаний-разработчиков лекарственных препаратов, использовавших технологии ИИ в 2023 г., % (<i>Deep Pharma Intelligence</i>) ²²	53,31	3,62	17,1	н/д
Доля страны в общем объеме инвестиций в ИИ для компаний и фондов, инвестирующих в разработку лекарственных препаратов в 2023 г., % (<i>Deep Pharma Intelligence</i>) ²³	55,25	7,57	12,2	н/д
Позиция страны в рейтинге «The Global AI Index 2024» (<i>Tortoise</i>) ²⁴	1	2	н/д	31
Позиция страны по показателю « <i>Правительственная стратегия (Government Strategy Rank)</i> » в рейтинге «The Global AI Index 2024» (<i>Tortoise</i>) ²⁵	2	5	н/д*	21

* В некоторых источниках показатели представлены по странам, и они подтверждают лидерство ЕС в этой области.
Источники: составлено автором по данным аналитических агентств

В США, несмотря на отсутствие единого документа, регулирующего применение ИИ в фармацевтической отрасли, наблюдается активное развитие ряда значимых инициатив. Основными направлениями развития являются: внедрение ИИ-систем для ускорения процесса разработки новых лекарственных препаратов; использование алгоритмов машинного обучения для предсказания результативности препаратов на ранних стадиях разработки; применение ИИ-технологий для улучшения производственных процессов и контроля качества; обработка больших массивов информации для выявления новых терапевтических мишеней и потенциальных кандидатов в лекарственные средства. В условиях, когда ИИ становится неотъемлемой

¹⁹ Statbase (2022) *Объем фармацевтического рынка: 2022*. [online] Available at: <https://statbase.ru/datasets/healthcare/pharmaceutical-market-volume/> [Accessed 12.09.2025]. (in Russian)
²⁰ Никулина С. (2024) *IQVIA: Динамика, Факты, Прогнозы*. [online] Available at: <https://uncia.ru/upload/docs/2024/Никулина%20Светлана.pdf> [Accessed 12.09.2025]. (in Russian)
²¹ Pharmaceutical Technology (2024) *Q3 2024 update: artificial intelligence related patent activity in the pharmaceutical industry*. [online] Available at: <https://www.pharmaceutical-technology.com/dashboards/patents/patent-activity-artificialintelligence-pharmaceutical-industry/?cf-view> [Accessed 12.09.2025].
²² Deep Pharma Intelligence (2023) *Artificial Intelligence for Drug Discovery: Landscape Overview, Q1 2023*. [online] Available at: <https://www.deep-pharma.tech/ai-in-dd-q1-2023-subscribe> [Accessed 12.09.2025].
²³ Там же.
²⁴ Tortoise Media (2024) *Alexi Mostrous, Serena Cesareo, Joe White. Scientist The Global Artificial Intelligence Index 2024*. [online] Available at: <https://www.tortoisemedia.com/2024/09/19/the-global-artificial-intelligence-index-2024> [Accessed 12.09.2025].
²⁵ Там же.

частью фармацевтической экосистемы, государственные регулирующие органы активно разрабатывают рекомендации по надлежащему использованию ИИ, стремясь обеспечить баланс между инновациями и сохранением высокого уровня безопасности и эффективности лекарственных средств²⁶. В частности, в начале 2025 г. Управление по контролю за продуктами и лекарствами США (FDA) представило первый проект руководства по применению ИИ в разработке лекарственных препаратов²⁷, которое охватывает ключевые этапы жизненного цикла лекарств: доклинические исследования, клинические испытания, производственные процессы и пострегистрационный мониторинг. Важно также отметить, что инициатива FDA представляет собой важный шаг в направлении стандартизации и регулирования использования ИИ в фармацевтической индустрии, что способствует интеграции передовых технологий в практику разработки и производства лекарственных средств при сохранении высоких стандартов качества и безопасности.

Китай, в свою очередь, в процессе стремительного укрепления своих позиции в сфере фармацевтических цифровых инноваций также реализует это приоритетное направление в рамках национальной стратегии развития ИИ и целый ряд масштабных инициатив, включая создание «умных» фабрик и использование ИИ для ускорения процессов разработки, моделирования и оптимизации клинических испытаний лекарств и др. [24] Поскольку Китай развивается в соответствии с пятилетними планами, аналогичного советскому опыту, цели развития ИИ в фармацевтической отрасли были интегрированы в XIV пятилетний план на 2021–2025 гг., а в долгосрочные перспективы до 2035 г. — в программу «Искусственный интеллект плюс»²⁸ и обновленную национальную стратегию цифровой трансформации фармацевтической промышленности²⁹. Кроме этого, Национальная комиссия здравоохранения Китая в ноябре 2024 г. опубликовала отраслевой план по применению ИИ в сфере здравоохранения, в котором разработка лекарств с использованием ИИ и проведение клинических испытаний названы в качестве ключевых задач³⁰. В рамках стратегического плана реализации цифровой трансформации фармацевтической промышленности особое внимание в Китае уделяется формированию инфраструктуры и экосистемы, объединяющей академические институты, стартапы и крупные корпорации, что способствует возникновению синергетического эффекта и стимулирует активный обмен знаниями и опытом [14, 18, 22, 25, 26]³¹. Параллельно формируется инфраструктурная база, включающая высокотехнологичные фармацевтические кластеры, размещенные в особых экономических зонах, таких как Чжунгуаньцунь в Пекине и Шэньчжэнь в Гуандун³². Эти зоны характеризуются уникальным сочетанием научного потенциала, производственных мощностей и благоприятной предпринимательской среды, что способствует ускоренному внедрению ИИ-технологий.

В ЕС значительным шагом в регулировании ИИ-технологий на европейском рынке стало принятие Закона об искусственном интеллекте (AI Act)³³, который является первым в мире

²⁶ IntuitionLabs (2025) *AI and the Future of Regulatory Affairs in the U.S. Pharmaceutical Industry*. [online] Available at: <https://intuitionlabs.ai/articles/ai-future-regulatory-affairs-pharma> [Accessed 12.09.2025].

²⁷ FDA (2025) *Considerations for the Use of Artificial Intelligence To Support Regulatory Decision-Making for Drug and Biological Products*. FDA-2024-D-4689. [online] Available at: <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/considerations-use-artificial-intelligence-support-regulatory-decision-making-drug-and-biological> [Accessed 12.09.2025].

²⁸ The State Council. The People's Republic of China (2025) 国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见 (Программа «Искусственный интеллект плюс»). [online] Available at: https://www.gov.cn/zhengce/content/202508/content_7037861.htm [Accessed 12.09.2025].

²⁹ The State Council. The People's Republic of China (2025) 医药工业数智化转型典型应用场景 (План реализации цифровой трансформации фармацевтической промышленности (2025–2030 годы)). [online] Available at: https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202504/content_7020857.htm [Accessed 12.09.2025].

³⁰ National Health Commission of the People's Republic of China (2024) 卫生健康行业人工智能应用场景参考指引 (Справочное руководство по сценариям применения искусственного интеллекта в сфере здравоохранения). [online] Available at: <https://www.nhc.gov.cn/guihuaxx/c100133/202411/3dee425b8dc34f739d63483c4e5c334c.shtml> [Accessed 12.09.2025].

³¹ Adamczyk W. (2019) *Comparing China's and EU's Artificial Intelligence Strategies*. [online] Available at: <https://chinaobservers.eu/comparing-chinas-and-eus-artificial-intelligence-strategies> [Accessed 12.09.2025].

³² PRC.today (2024) Шэньчжэнь ускоряет развитие ИИ, электротранспорта и биомедицины. [online] Available at: <https://prc.today/shenchzhen-uskoryaet-razvitiie-ii-elektrotransporta-i-biomeditsiny/> [Accessed 12.09.2025]. (in Russian)

³³ European Commission (2024) *Artificial Intelligence Act. Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024*. [online] Available at: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai> [Accessed 12.09.2025].



нормативным актом такого рода и может оказать существенное влияние на применение ИИ в фармацевтической промышленности. AI Act предусматривает комплекс мер, ориентированных на гармонизацию стандартов и требований к системам ИИ в ЕС, внедрение строгих процедур оценки рисков, обязательное документирование всех процессов и организацию системы надзора за применением ИИ. Многонациональные фармацевтические компании, действующие на территории ЕС, вероятно, будут вынуждены адаптировать свои технологические процессы и системы управления в соответствии с этими стандартами. Вместе с тем, несмотря на прогрессивный характер закона, его внедрение сталкивается с серьезными препятствиями, связанными с фрагментацией европейского рынка из-за различий в национальных регуляторных подходах, отставанием от темпов развития ИИ в США и Китае, риском потери конкурентных преимуществ европейскими компаниями, сложностями в достижении заявленной целостности рынка³⁴. В условиях глобальной конкуренции европейские фармацевтические компании рискуют утратить лидирующие позиции в сфере ИИ-технологий.

В целом США, ЕС и Китай имеют схожий подход к поддержке ИИ-проектов в фармацевтической промышленности. Все три региона реализуют стратегические инициативы развития ИИ-технологий в фармацевтике, включающие: финансирование исследований через государственные гранты и субсидии; создание специализированных центров компетенций и лабораторий; стимулирование частных инвестиций в ИИ-стартапы; разработку регуляторной базы для внедрения ИИ-решений. Дополнительно применяются стимулирующие меры, такие как: налоговые преференции для компаний, осуществляющих разработки в сфере ИИ; инвестиционные льготы на создание исследовательской инфраструктуры; субсидирование затрат на НИОКР [9, 19, 27]. Эти меры направлены на ускорение научно-технического прогресса в фармацевтической отрасли и обеспечение ее устойчивого развития в современных условиях.

Россия в этом процессе значительно уступает странам-лидерам, несмотря на наработанный потенциал и разработки, получившие признание на глобальных рынках, в том числе благодаря активной государственной поддержке, реализуемой в последние годы [15, 16, 26]. Однако значимость развития ИИ в фармацевтическом секторе для российской экономики в условиях новых вызовов, включая те, что связаны с текущей геополитической ситуацией и возникновением дополнительных препятствий для цифровой трансформации фармацевтической промышленности (возможности которой существенно сузились из-за ограничений доступа к передовым технологиям и ресурсам), существенно возрастает. В этой связи актуализация стратегических приоритетов развития ИИ-технологий необходима и требует отражения в долгосрочной стратегии развития фармацевтической отрасли Российской Федерации до 2030 г. и государственных программах, предусматривающих мероприятия и финансовое обеспечение достижения национальных целей и приоритетов, в том числе национальных проектов программы «Цифровая экономика» и Национальной технологической инициативы, предусматривающих финансирование проектов по цифровизации промышленности на базе ИИ³⁵.

³⁴ Демьяненко В. (2025) *Глобальная гонка технологий: сравнение США, Европы и Китая*. [online] Available at: <https://econs.online/articles/ekonomika/globalnaya-gonka-tehnologiy-sravnienie-ssha-evropy-i-kitaya/> [Accessed 12.09.2025].

³⁵ КонсультантПлюс (2024) *Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 (ред. от 15.02.2024) «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»)*. [online] Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184/ [Accessed 12.09.2025]. (in Russian); КонсультантПлюс (2024) *Распоряжение Правительства РФ от 07.06.2023 № 1495-р «Об утверждении Стратегии развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года»*. [online] Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_449976/ [Accessed 12.09.2025]. (in Russian); КонсультантПлюс (2020) *Паспорт федерального проекта «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (приложение № 3 к протоколу президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности от 27.08.2020 № 17)*. [online] Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_398627/ [Accessed 12.09.2025]. (in Russian)

Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Нейротехнологии и искусственный интеллект». [online] Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335564/ [Accessed 12.09.2025]. (in Russian)

Вместе с тем в фармацевтической отрасли, как и в других секторах экономики, наблюдается несогласованность в нескольких ключевых аспектах. Это касается стратегических целей развития, приоритетных направлений деятельности, используемых инструментов и организационных механизмов, а также единой методологии разработки и мониторинга показателей эффективности. Кроме того, не сформирована комплексная система стратегического планирования и финансирования инициатив в области промышленного внедрения ИИ [28]. Проявлением указанных проблем являются, например: разрозненность инициатив различных участников рынка, что приводит к дублированию усилий; несоответствие показателей на различных уровнях стратегического планирования; отсутствие единых критериев оценки эффективности внедрения ИИ-решений; сложности в координации между государственными и частными инициативами; риск формирования противоречивых приоритетов развития.

Для совершенствования подходов к обеспечению согласованности национальных целей и целевых показателей в сфере развития ИИ в фармацевтической отрасли, на наш взгляд, целесообразно инициировать создание централизованного координационного органа, специализирующегося на стратегическом планировании. Этот орган должен разработать унифицированную систему индикаторов результативности, а также внедрить комплексные механизмы мониторинга и адаптации целей. Особое внимание следует уделить обеспечению координации стратегических инициатив и прозрачности процесса целеполагания через публичное обсуждение и отчетные механизмы. В целях повышения эффективности взаимодействия между участниками рынка необходимо интенсифицировать межотраслевое взаимодействие и создать интерактивную платформу для обмена опытом и лучшими практиками. Реализация данных мер позволит не только консолидировать усилия в направлении достижения общих целей, но и способствовать гармоничному развитию ИИ в фармацевтической отрасли, обеспечивая при этом соответствие национальных стратегий и международных стандартов.

Заключение

В рамках проведенного исследования получены следующие результаты, обладающие как теоретической, так и практической значимостью:

1. Выявлены ключевые вызовы, связанные с развитием ИИ, которые оказывают значительное влияние на формирование национальных приоритетов в стратегическом планировании. В их числе — стремление к глобальной экспансии и лидерству в области ИИ-технологий, а также акцент на обеспечение технологической независимости и национальной безопасности. Эти факторы требуют комплексного подхода и системного осмысления для разработки эффективных стратегий в области ИИ.
2. Проведен сопоставительный анализ эволюции концепций национальных стратегий развития ИИ в США, ЕС, Китае и России, направленный на оценку их адаптивности к стремительно меняющимся условиям глобальной цифровой экономики.
3. Систематизированы современные подходы различных стран к формированию государственной политики и выбору модели развития ИИ в фармацевтической отрасли в рамках стратегического планирования, обеспечивающих укрепление внутреннего технологического потенциала и конкурентоспособность на глобальном уровне.
4. На примере фармацевтической промышленности обоснована необходимость разработки комплексной системы отраслевого стратегического планирования, охватывающей не только финансирование мероприятий и инициатив по внедрению ИИ-технологий, но и механизмы координации между различными участниками процесса, а также необходимость актуализации стратегических приоритетов развития ИИ-технологий и их интеграции в ключевые документы стратегического планирования (национальные стратегии, государственные программы и проекты). Это обеспечит более согласованное и целенаправленное развитие фармацевтической



отрасли, повысит ее адаптивность к внешним факторам и устойчивость в условиях глобальных изменений.

Проведенное исследование показало, что реализация национальных стратегий и программ, направленных на развитие ИИ, сопряжена с рядом существенных вызовов, обусловленных высокой степенью неопределенности и динамичности глобальной экономической и политической среды. Трансформация мировой экономики в результате изменения геополитической обстановки, оказавшей значительное воздействие на глобальные механизмы международного взаимодействия, привела к необходимости пересмотра национальных стратегий в области ИИ. Этот процесс требует глубокого анализа текущих трендов, оценки потенциальных рисков и возможностей, а также выработки новых методологических принципов, способных обеспечить устойчивое развитие данной области в условиях новых вызовов.

Направления дальнейших исследований

Автор осуществляет ряд исследований, направленных на изучение возможностей применения ИИ в промышленности, с особым акцентом на фармацевтическую отрасль [15, 16, 26, 28–30]. Основная цель проводимых исследований заключается в разработке новых методологических подходов к совершенствованию целеполагания и стратегического планирования развития ИИ. Автор надеется, что проводимые исследования помогут сформулировать эффективные национальные стратегии развития ИИ в фармацевтической отрасли и предложить решения для возникающих проблем при их реализации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Krishnababu K., Kulkarni G.S., Yogaraj R., Paarakh P.M. (2023) Revolutionizing the pharmaceutical industry with artificial intelligence. *Journal of Artificial Intelligence, Machine Learning and Neural Network*, 3 (4), 26–37. DOI: <https://doi.org/10.55529/jaimlenn.34.26.37>
2. Погребняк А.В. (2023) Применение искусственного интеллекта способно принести фармацевтической отрасли десятки триллионов рублей. *Безопасность и риск фармакотерапии*, 11 (4), 367–371. DOI: <https://doi.org/10.30895/2312-7821-2023-11-4-367-371>
3. Абдрахманова М., Галиева Л., Оразов С. (2024) *Маркетинговый и патентный ландшафт межотраслевого центра трансфера технологий университета Иннополис «Открытие и разработка лекарственных средств с применением технологий ИИ»*, М.: Университет Иннополис. [online] Available at: <https://ict.moscow/static/pdf/files/Открытие%20и%20разработка%20лекарственных%20средств%20с%20применением%20технологий%20ИИ.pdf> [Accessed 20.10.2025].
4. Huanbutta K., Burapapadh K., Kraisit P., Sriamornsak P., Ganokratanaa T., Suwanpitak K., Sangnim T. (2024) Artificial intelligence-driven pharmaceutical industry: A paradigm shift in drug discovery, formulation development, manufacturing, quality control, and post-market surveillance. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 203, art. no. 106938. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2024.106938>
5. Oualikene-Gonin W., Jaulent M.-C., Thierry J.-P., Oliveira-Martins S., Belgod L., Maison P., Ankri J. (2024) Artificial intelligence integration in the drug lifecycle and in regulatory science: policy implications, challenges and opportunities, *Frontiers in Pharmacology*, 15, art. no. 1437167. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1437167>
6. Щербакова Л.И., Родионов П.П. (2025) Инновации в фармацевтике: искусственный интеллект и академическое сотрудничество как предопределение будущего отрасли. *Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств*, 15 (2), 128–133. DOI: <https://doi.org/10.30895/1991-2919-2025-15-2-128-133>
7. Лизикова М.С. (2022) Этические и правовые вопросы развития искусственного интеллекта в предпринимательской и иной экономической деятельности. *Труды Института государства и права Российской академии наук*, 1 (17), 177–194. DOI: <https://doi.org/10.35427/2073-4522-2022-17-1-lizikova>
8. Исаева Т.В., Смирнов А.И. (2023) Международная безопасность: вызовы и угрозы технологий искусственного интеллекта. *Международная жизнь*, 8, 94–107.

9. Kuruc M. (2024) Geopolitics of Artificial Intelligence: Development & Regulation in the Age of AI Race. *SAIS Review of International Affairs*, 2 (44), 47–55. DOI: <https://doi.org/10.1353/sais.2024.a950956>
10. Пашенцев Е.Н., Козюлин В.Б. (2024) *Искусственный интеллект и геополитика*. М.: ДА МИД России.
11. Муронец В.С., Миронюк М.Г. (2025) Конкуренция, сотрудничество или взаимная (не) зависимость: подходы США и ЕС к регулированию и развитию технологий ИИ. *Актуальные проблемы Европы*, 2, 145–160. DOI: <https://doi.org/10.31249/ape/2025.02.08>
12. Камолов С.Г., Варос А.А., Крибиц А., Алашкевич М.Ю. (2022) Доминанты национальных стратегий развития искусственного интеллекта в России, Германии и США. *Вопросы государственного и муниципального управления*, 2, 85–105. DOI: <https://doi.org/10.17323/1999-5431-2022-0-2-85-105>
13. Дементьев В.Е. (2022) Перспективы России при цифровом доминировании Китая и США. *Проблемы прогнозирования*, 4 (193), 6–17. DOI: <https://doi.org/10.47711/0868-6351-193-6-17>
14. Капустин А.А. (2023) Сравнительный анализ особенностей стратегии развития искусственного интеллекта в США и КНР. *Экономические отношения*, 13 (2), 311–332. DOI: <https://doi.org/10.18334/eo.13.2.118242>
15. Доржиева В.В. (2023) *Цифровая трансформация промышленности в условиях внешних ограничений (на примере фармацевтической промышленности)*. М.: Институт экономики РАН.
16. Доржиева В.В. (2024) ИИ в фармацевтической промышленности как инструмент обеспечения технологического лидерства. *Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии* (отв. ред. В.В. Акбердина), Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения РАН, 70–81. DOI: <https://doi.org/10.17059/dti-2024-5>
17. Савельев А.М., Журенков Д.А. (2019) Национальные стратегии развития систем искусственного интеллекта: опыт стран – лидеров и ситуация в России. *Научный вестник ОПК России*, 3, 75–82.
18. Zobeida Salas-Pilco S. (2019) Comparison of national Artificial Intelligence (AI): strategic policies and priorities. Towards an International Political Economy of Artificial Intelligence (eds. T. Keskin, R.D. Kiggins), London: Palgrave Macmillan, 195–217. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-74420-5_9
19. Jorge Ricart R., Van Roy V., Rossetti F., Tangi L. (2022) *AI Watch – National strategies on Artificial Intelligence: A European perspective*, Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: <https://doi.org/10.2760/385851>
20. Аверьянов А.О., Шабаева С.В. (2023) Стратегическое развитие сферы искусственного интеллекта: российский и зарубежный опыт. *Экономическое возрождение России*, 4 (78), 108–122. DOI: <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2023-4-78-108-122>
21. Montasari R. (2023) National Artificial Intelligence Strategies: A Comparison of the UK, EU and US Approaches with those Adopted by State Adversaries. *Countering Cyberterrorism*, 101, 139–164. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-21920-7_7
22. Казарян К., Сайкина М., Теленков Р., Чичакян Р., Гришина Ю. (2023) *Стратегические направления развития ИИ в 2022–2023 гг. в России и мире*, М.: Цифровая экономика. [online] Available at: <https://cdn1.tenchat.ru/static/vbc-gostinder/2023-11-22/6ade0765-e2d4-452b-a588-56c21d13bafa.pdf> [Accessed 20.10.2025].
23. García-Herrero A., Krystyanczuk M., Schindowski R. (2025) *Radical novelties in critical technologies and spillovers: how do China, the US and the EU fare?*, Working Paper, 7. [online] Available at: https://www.bruegel.org/sites/default/files/2025-05/WP%2007%202025%2000225_0.pdf [Accessed 20.10.2025].
24. Решетникова М.С., Лукина Ю.Д. (2020) Политика Китая в борьбе за мировое лидерство в области искусственного интеллекта. *Вопросы инновационной экономики*, 10 (4), 1929–1942. DOI: <https://doi.org/10.18334/vines.10.4.111115>
25. Ge Y., Cao M., Cao H. et al. (2023) Pharmaceutical digital transformation in China: digital quality assurance takes the driver's seat. *Bio-Design and Manufacturing*, 6 (5), 609–615. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42242-023-00248-0>
26. Доржиева В.В. (2025) Цифровая трансформация фармацевтической промышленности в США и Китае: технологическое превосходство и российские перспективы. *Общество и экономика*, 10, 88–103. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0207367625100061>



27. Голодова Ж.Г., Ван Х. (2025) Тенденции развития и инструменты государственной поддержки фармацевтической промышленности Китая. *Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент*, 2, 37–47. DOI: <https://doi.org/10.18101/2304-4446-2025-2-37-47>
28. Доржиева В.В. (2023) Industrial AI: национальные приоритеты и перспективы развития в России в условиях неопределенности. *Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии* (отв. ред. В.В. Акбердина), Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения РАН, 27–36. DOI: <https://doi.org/10.17059/dti-2023-3>
29. Доржиева В.В. (2022) Национальные приоритеты развития промышленного искусственного интеллекта в условиях новых технологических вызовов. *Вопросы инновационной экономики*, 12 (1), 111–122. DOI: <https://doi.org/10.18334/vinec.12.1.114205>
30. Доржиева В.В. (2022) Цифровизация промышленности: роль искусственного интеллекта и возможности для России. *Вопросы инновационной экономики*, 12 (4), 2383–2394. DOI: <https://doi.org/10.18334/vinec.12.4.116599>

REFERENCES

1. Krishnababu K., Kulkarni G.S., Yogaraj R., Paarakh P.M. (2023) Revolutionizing the pharmaceutical industry with artificial intelligence. *Journal of Artificial Intelligence, Machine Learning and Neural Network*, 3 (4), 26–37. DOI: <https://doi.org/10.55529/jaimlenn.34.26.37>
2. Pogrebnyak A.V. (2023) Artificial Intelligence Can Bring Tens of Trillions of Rubles to the Pharmaceutical Industry. *Safety and Risk of Pharmacotherapy*, 11 (4), 367–371. DOI: <https://doi.org/10.30895/2312-7821-2023-11-4-367-371>
3. Abdrahmanova M., Galieva L., Orazov S. (2024) *Marketingovyj i patentnyj landshaft mezhotraslevogo centra transfera tekhnologij universiteta Innopolis "Otkrytie i razrabotka lekarstvennyh sredstv s primeneniem tekhnologij II"* [Marketing and patent landscape of the Innopolis University Interdisciplinary Technology Transfer Center "Discovery and Development of Medicines Using AI Technologies"], Moscow: Innopolis University. [online] Available at: <https://ict.moscow/static/pdf/files/Otkrytie%20i%20razrabotka%20lekarstvennyh%20sredstv%20s%20primeneniem%20tekhnologij%20II.pdf> [Accessed 20.10.2025].
4. Huanbutta K., Burapapadh K., Kraisit P., Sriamornsak P., Ganokratanaa T., Suwanpitak K., Sangnim T. (2024) Artificial intelligence-driven pharmaceutical industry: A paradigm shift in drug discovery, formulation development, manufacturing, quality control, and post-market surveillance. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 203, art. no. 106938. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2024.106938>
5. Oualikene-Gonin W., Jaulent M.-C., Thierry J.-P., Oliveira-Martins S., Belgod L., Maison P., Ankri J. (2024) Artificial intelligence integration in the drug lifecycle and in regulatory science: policy implications, challenges and opportunities, *Frontiers in Pharmacology*, 15, art. no. 1437167. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1437167>
6. Shcherbakova L.I., Rodionov P.P. (2025) Pharmaceutical Innovations: Artificial Intelligence and Scientific Cooperation as the Certain Future for the Pharmaceutical Industry. *Regulatory Research and Medicine Evaluation*, 15 (2), 128–133. DOI: <https://doi.org/10.30895/1991-2919-2025-15-2-128-133>
7. Lizikova M.S. (2022) Ethical and legal issues of artificial intelligence development in business and other economic activities. *Proceedings of the Institute of State and Law of the RAS*, 1 (17), 177–194. DOI: <https://doi.org/10.35427/2073-4522-2022-17-1-lizikova>
8. Isaeva T., Smirnov A. (2023) Mezhdunarodnaya bezopasnost': vyzovy i ugrozy tekhnologij iskusstvennogo intellekta [International Security: Challenges and Threats of Artificial Intelligence Technologies]. *Mezhdunarodnaya zhizn' [International Affairs]*, 8, 94–107.
9. Kuruc M. (2024) Geopolitics of Artificial Intelligence: Development & Regulation in the Age of AI Race. *SAIS Review of International Affairs*, 2 (44), 47–55. DOI: <https://doi.org/10.1353/sais.2024.a950956>
10. Pashencev E.N., Kozyulin V.B. (2024) *Iskusstvennyj intellekt i geopolitika [Artificial Intelligence and Geopolitics]*, Moscow: DA MID Rossii.

11. Muronets V.S., Mironyuk M.G. (2025) Competition, cooperation, or mutual (in)dependence: approaches of the US and the EU to AI regulation and development. *Current problems of Europe*, 2, 145–160. DOI: <https://doi.org/10.31249/aep/2025.02.08>
12. Kamolov S., Varos A., Kriebitz A., Alashkevich M. (2022) Dominants of National Strategies for the Development of Artificial Intelligence in Russia, Germany, and the USA. *Public Administration Issues*, 2, 85–105. DOI: <https://doi.org/10.17323/1999-5431-2022-0-2-85-105>
13. Dement'ev V.E. (2022) Prospects for Russia Under the Digital Domination of China and the United States. *Studies on Russian Economic Development*, 33 (4), 359–366. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1075700722040037>
14. Kapustin A.A. (2023) Comparative analysis of artificial intelligence strategy patterns in the US and PRC. *Journal of International Economic Affairs*, 13 (2), 311–332. DOI: <https://doi.org/10.18334/eo.13.2.118242>
15. Dorzhieva V.V. (2023) *Cifrovaya transformaciya promyshlennosti v usloviyah vneshnih ogranichenij (na primere farmacevticheskoy promyshlennosti) [Digital transformation of industry in the context of external constraints (using the pharmaceutical industry as an example)]*. Moscow: Institut ekonomiki RAN.
16. Dorzhieva V. (2024) AI in the Pharmaceutical Industry as a Tool for Ensuring Technological Leadership. *Cifrovaya transformaciya promyshlennosti: tendencii, upravlenie, strategii [Digital Transformation of Industry: Trends, Management, and Strategies]* (ed. V.V. Akberdina), Ekaterinburg: Institut ekonomiki Ural'skogo otdeleniya RAN, 70–81. DOI: <https://doi.org/10.17059/dti-2024-5>
17. Saveliev A.M., Zhurenkov D.A. (2019) National strategies for the development of artificial intelligence systems: the experience of the leading countries and the situation in Russia. *Scientific Bulletin of the military-industrial complex of Russia*, 3, 75–82.
18. Zobeida Salas-Pilco S. (2019) Comparison of national Artificial Intelligence (AI): strategic policies and priorities. Towards an International Political Economy of Artificial Intelligence (eds. T. Keskin, R.D. Kiggins), London: Palgrave Macmillan, 195–217. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-74420-5_9
19. Jorge Ricart R., Van Roy V., Rossetti F., Tangi L. (2022) *AI Watch – National strategies on Artificial Intelligence: A European perspective*, Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: <https://doi.org/10.2760/385851>
20. Averyanov A.O., Shabaeva S.V. (2023) Strategical Development of Artificial Intelligence Sphere: Russian and Foreign Experience. *Economic Revival of Russia*, 4 (78), 108–122. DOI: <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2023-4-78-108-122>
21. Montasari R. (2023) National Artificial Intelligence Strategies: A Comparison of the UK, EU and US Approaches with those Adopted by State Adversaries. *Countering Cyberterrorism*, 101, 139–164. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-21920-7_7
22. Kazaryan K., Sajkina M., Telenkov R., Chichakyan R., Grishina Yu. (2023) *Strategicheskie napravleniya razvitiya II v 2022–2023 gg. v Rossii i mire [Strategic Directions for AI Development in 2022–2023 in Russia and Globally]*, Moscow: Cifrovaya ekonomika. [online] Available at: <https://cdn1.tenchat.ru/static/vbc-gostinder/2023-11-22/6ade0765-e2d4-452b-a588-56c21d13befa.pdf> [Accessed 20.10.2025].
23. García-Herrero A., Krystianczuk M., Schindowski R. (2025) *Radical novelties in critical technologies and spillovers: how do China, the US and the EU fare?*, Working Paper, 7. [online] Available at: https://www.bruegel.org/sites/default/files/2025-05/WP%2007%202025%2000225_0.pdf [Accessed 20.10.2025].
24. Reshetnikova M.S., Lukina Yu.D. (2020) China's policy in the race for global leadership in artificial intelligence. *Russian Journal of Innovation Economics*, 10 (4), 1929–1942. DOI: <https://doi.org/10.18334/vinec.10.4.111115>
25. Ge Y., Cao M., Cao H. et al. (2023) Pharmaceutical digital transformation in China: digital quality assurance takes the driver's seat. *Bio-Design and Manufacturing*, 6 (5), 609–615. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42242-023-00248-0>
26. Доржиева В.В. (2025) Цифровая трансформация фармацевтической промышленности в США и Китае: технологическое превосходство и российские перспективы. *Общество и экономика*, 10, 88–103. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0207367625100061>
27. Golodova Zh.G., Wang H. (2025) Pharmaceutical Industry in China: Development Trends and Instruments of State Support. *Bulletin of Buryat State University. Economy and Management*, 2, 37–47. DOI: <https://doi.org/10.18101/2304-4446-2025-2-37-47>



28. Dorzhieva V. (2023) Industrial AI: nacional'nye priority i perspektivy razvitiya v Rossii v usloviyah neopredelennosti [Industrial AI: National Priorities and Development Prospects in Russia in a Time of Uncertainty]. *Cifrovaya transformaciya promyshlennosti: tendencii, upravlenie, strategii* [Digital Transformation of Industry: Trends, Management, and Strategies] (ed. V.V. Akberdina), Ekaterinburg: Institut ekonomiki Ural'skogo otdeleniya RAN, 27–36. DOI: <https://doi.org/10.17059/dti-2023-3>
29. Dorzhieva V.V. (2022) National priorities for the development of industrial artificial intelligence amidst new technological challenges. *Russian Journal of Innovation Economics*, 12 (1), 111–122. DOI: <https://doi.org/10.18334/vinec.12.1.114205>
30. Dorzhieva V.V. (2022) Industrial digitalisation: the role of artificial intelligence and opportunities for Russia. *Russian Journal of Innovation Economics*, 12 (4), 2383–2394. DOI: <https://doi.org/10.18334/vinec.12.4.116599>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

ДОРЖИЕВА Валентина Васильевна

E-mail: vdorzhieva@inecon.ru

Valentina V. DORZHIEVA

E-mail: vdorzhieva@inecon.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9789-0024>

Поступила: 30.09.2025; Одобрена: 18.10.2025; Принята: 18.10.2025.

Submitted: 30.09.2025; Approved: 18.10.2025; Accepted: 18.10.2025.

Научная статья

УДК 330.322, 330.341, 334.02, 336.6

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18505>

EDN: <https://elibrary/JYPVXL>



РАЗРАБОТКА ТИПОЛОГИИ СТРАТЕГИЙ КОНКУРЕНЦИИ И РОСТА НА ОСНОВЕ ФАКТОРА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Т.Н. Красюк  

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
Москва, Российская Федерация

 actualbil@gmail.com

Аннотация. *Целью* научной работы является разработка типологии стратегий конкуренции и роста на основе фактора использования искусственного интеллекта (ИИ) на примерах стратегического развития крупнейших розничных продуктовых сетей как представителей технологически развитого и высококонкурентного кластера российской экономики, имеющего значительный вес в структуре ВВП страны. *Задачами* исследования являются поиск, идентификация различных видов и способов применения ИИ в отрасли крупной сетевой розницы, их систематизация и структурирование в форматы стратегического планирования, формирование на эмпирической основе интегрированной матрицы стратегий, разработка новой модифицированной стратегии конкурирования и роста. *Актуальность* исследования объясняется необходимостью интегрирования новейших цифровых технологий в форматы стратегического анализа и планирования, а также конкурентного позиционирования в современных реалиях. Научная новизна работы заключается в систематизации успешной отраслевой практики использования ИИ и преобразования ее в один из инструментов целенаправленного развития и реализации конкурентных стратегий, в разработке на эмпирической основе типологии интегрированных стратегий конкурирования и роста. *Объектом* исследования являются конкурентные стратегии и стратегии роста, основывающиеся на применении высокоинтеллектуальных технологий, в том числе ИИ. *Предметом* исследования являются стратегические действия крупнейших розничных продуктовых сетей России. В ходе работы проведен библиографический срез наличия актуальных исследований в области стратегического развития масштабных публичных продуктовых розничных сетей современной России. Проведен анализ основных финансово-экономических показателей и результатов развития сетей. Проведен эмпирический анализ стратегических действий розничных сетей за последние пять лет. Впервые в научном поле разработано представление о конкурентном позиционировании российских розничных сетей по отношению друг к другу на основе фактических данных. Впервые классические матрицы стратегий роста и стратегий конкурирования интегрированы в единый формат на основе реальных данных и представлены в виде типологии стратегий конкурирования и роста. В ходе исследования впервые в научном поле систематизирована информация о видах и формах фактического применения розничными сетями технологий ИИ в крупной сетевой рознице в контексте их конкурентных стратегий. *Научную новизну* представляют разработанный новый модифицированный тип стратегии конкуренции на основе умной платформенной экосистемы, а также типология интегрированных стратегий роста и конкурирования. На основе систематизации направлений и опыта использования технологий ИИ в совокупности с анализом финансово-экономических показателей сделан вывод о его значении как фактора повышения конкурентоспособности крупнейших российских розничных продуктовых сетей. Результаты исследования представлены в виде матриц стратегических конкурентных действий.

Ключевые слова: конкурентная стратегия, стратегия роста, позиционирование, искусственный интеллект, матричная модель интеграции стратегий роста и конкуренции, трансформация стратегий, капитализация, розничные продуктовые сети, типология стратегий



Для цитирования: Красюк Т.Н. (2025) Разработка типологии стратегий конкуренции и роста на основе фактора использования искусственного интеллекта. *П-Economy*, 18 (5), 66–80. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18505>

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18505>



DEVELOPING A TYPOLOGY OF COMPETITION AND GROWTH STRATEGIES BASED ON THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

T.N. Krasnyuk 

National Research University Higher School of Economics,
Moscow, Russian Federation

 actualbil@gmail.com

Abstract. *The goal* of this study is to develop a typology of competition and growth strategies based on the use of artificial intelligence (AI), using examples of the strategic development of the largest retail grocery chains as representatives of a technologically advanced and highly competitive cluster of the Russian economy, which has a significant share in the structure of the country's GDP. *The objectives* of the research include the identification of various types and methods of AI applications in large-scale retail, their systematization and structuring within strategic planning frameworks, the empirical construction of an integrated strategy matrix and the development of a new modified competition and growth strategy. *The relevance* of the study is necessitated by the need to integrate advanced digital technologies into strategic analysis, planning and competitive positioning under contemporary conditions. *The scientific novelty* lies in the systematization of established industry practices of AI application and their transformation into a tool for the targeted development and competitive strategy design, as well as in the empirical development of a typology of integrated competition and growth strategies. *The object* of the research is competition and growth strategies based on the use of advanced intelligent technologies, including AI. *The subject* of the research is the strategic actions of Russia's largest grocery retail chains. The study comprises a bibliographic review of recent research on the strategic development of large-scale public retail chains in modern Russia, an analysis of their key financial and economic indicators and an empirical assessment of strategic actions undertaken over the past five years. For the first time in the academic field, a concept of the competitive positioning of Russian retail chains relative to each other was developed based on actual data. Classical competition and growth strategy matrices were integrated into a unified framework, presented as a typology of competition and growth strategies. Furthermore, the study systematically identifies and classifies the forms of actual use of AI technologies by large-scale retail chains in the context of competition and growth strategies for the first time in the academic field. *The scientific novelty* of the research lies in the development of a new modified type of competition strategy based on a smart platform ecosystem, alongside a typology of integrated competition and growth strategies. By combining the systematization of AI technologies' application trends and experience, coupled with financial and economic indicators, a conclusion was drawn regarding its importance as a factor in enhancing the competitiveness of Russia's largest retail grocery chains. The research *findings* are presented in the form of strategic competitive action matrices.

Keywords: competitive strategy, growth strategy, positioning, artificial intelligence, matrix model of integration of growth and competition strategies, transformation of strategies, capitalization, retail grocery chains, typology of strategies

Citation: Krasnyuk T.N. (2025) Developing a typology of competition and growth strategies based on the use of artificial intelligence. *П-Economy*, 18 (5), 66–80. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18505>

Введение

Анализ и систематизация конкурентных стратегий крупнейших розничных сетей Российской Федерации на основе исследования рыночного позиционирования компаний является актуальным научным направлением в связи с весомой долей розничной торговли в ВВП страны, высокой трансформационной активностью этой отрасли на основе рыночных и технологических трендов и при этом незначительной библиографической насыщенностью обзоров и исследований данной темы за последние годы. Статистика, а также [1] свидетельствуют, что розничные сети продолжают изменять свои стратегии в связи с изменениями логистических цепочек, трансформациями на рынке труда и в потребительском поведении, в росте финансовой, правовой и цифровой грамотности населения, в повсеместном использовании информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и дистанционной торговли, в повышении требований потребителей к качеству товаров и сервисов. Некоторые из этих тенденций открывают для розничных сетей окна возможностей. Международный опыт свидетельствует, что стратегии крупных розничных сетей направлены на переход от масштабной торговли и торговых точек гиперразмеров к дистанционной торговле и физическому присутствию в формате супермаркетов и микромаркетов [2], то есть наблюдается некая цикличность в реализуемых стратегиях.

Анализ реализованных рыночных стратегий российских ритейлеров проводится автором вкуче с анализом их отдельных финансово-экономических показателей. Такой интегрированный подход позволяет выявить основные факторы их финансовой устойчивости, развития конкурентоспособности и лидерства в масштабной розничной торговле, а среди факторов успеха выделить применение технологий искусственного интеллекта (ИИ). На основе исследованного материала сделана попытка разработать новую модифицированную матрицу конкурентных стратегий.

Литературный обзор

В российской научной сфере анализу практики развития крупнейших розничных продуктовых сетей посвящено немного научных трудов, среди которых стоит выделить работы В.В. Радаева [3, 4], Л.А. Хасиса [5], А.И. Коваленко и А.А. Полевого [6], Т.П. Хохловой, Т.И. Бухтияровой. Но в основном эти статьи подготовлены в 2005–2015 гг. – в период становления и начала бурного развития розничных сетей – и не отражают реалии последнего десятилетия. Отдельный блок исследований посвящен интеграции общества потребления и информационного общества и, как следствие, изменению потребительских предпочтений в продуктовой рознице, высоким темпам роста дистанционной торговли – среди них работы В.Н. Лексина [7], О.М. Хамидовой и О.Н. Улановской [8]. В международной практике изменению конкурентных стратегий посвящен ряд трудов [2, 9–13]. Лишь некоторые из них посвящены стратегиям розничных сетей [14–16], при этом большое внимание данной теме уделяется консалтинговыми компаниями¹ [17, 18].

Развитию конкуренции на глобальном уровне, в том числе систематизации основных аспектов конкурентной торговли сельскохозяйственной продукцией за последние десятилетия в контексте изменения глобальных мирохозяйственных связей в агропромышленном комплексе, посвящена работа Л.И. Юзвович, М.И. Львовой и А.С. Лылова [19]. Представляет собой интерес исследование инвестиционных стратегий повышения конкурентоспособности А.В. Дудника и Т.А. Чердаковой [20], но оно также посвящено отраслевому и национальному масштабу вопроса.

В то время как обобщению российского опыта применения ИИ как механизма формирования конкурентного преимущества и основы построения конкурентной стратегии розничных

¹ Deloitte (2025) *Retail Trends 2025*. [online] Available at: <https://www.deloitte.com/uk/en/Industries/consumer/perspectives/retail-trends.html> [Accessed 10.03.2025].

продуктовых сетей конкретного типа в настоящее время научное сообщество не уделяет должного внимания. Актуальность поиска различных сфер применения и анализа уже накопленного опыта применения ИИ в розничном бизнесе России отмечена в ряде научных публикаций [6, 21–24]. Отдельные аспекты конкурентоспособности в контексте развития инноваций рассмотрены в работах А.В. Дудника и Т.А. Чердаковой [20] А.А. Андреева [22], Т.В. Куладжи и А.В. Бабкина [25], Х.И. Фаттахова [26], Т.Н. Красюк [1]. Отдельно стоит отметить близкое по тематике исследование О.В. Лосевой, М.А. Федотовой и В.В. Богатырёвой [27], посвященное влиянию стоимости нематериальных активов на капитализацию продуктовых ритейлеров в целях их устойчивого роста и конкурентоспособности.

Целью исследования являются:

- проведение анализа и систематизации актуальных конкурентных стратегий крупнейших розничных продуктовых сетей;
- выявление закономерностей модификации конкурентных стратегий, связанных с цифровой трансформацией бизнеса и использованием ИИ;
- разработка прототипа адаптивной конкурентной цифровой стратегии.

Задачами исследования являются:

- анализ и отбор крупнейших успешных, финансово устойчивых розничных продуктовых сетей;
- обзор практик стратегического конкурентного позиционирования ритейлеров;
- исследование стратегических действий крупнейших розничных сетей на базе использования высокоинтеллектуальных технологий и оценка их влияния на рыночные позиции и финансово-экономические результаты;
- поиск новых форматов стратегического конкурентного планирования на основе полученных результатов.

Методы исследования:

- библиографическое исследование российских и зарубежных источников, освещающих вопросы развития конкурентных стратегий розничных сетей и их связи с применением высокоинтеллектуальных технологий;
- экономико-метрический анализ корпоративных финансов и результатов деятельности;
- эмпирическое исследование отчетности, биржевых данных публичных компаний-эмитентов, стратегических документов;
- системный анализ конкурентных стратегий, структурное моделирование.

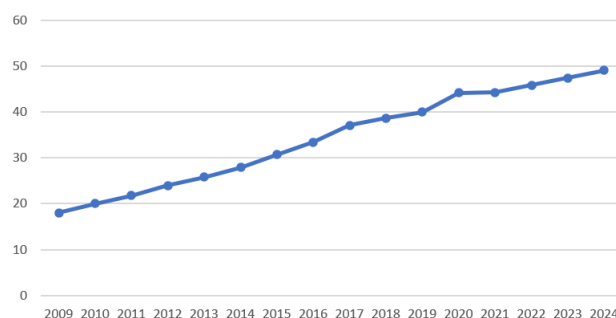
Результаты и обсуждение

Розничные торговые сети являются значимой отраслью экономики, где разрабатываются и апробируются новые конкурентные стратегии. В проведенном автором исследовании [1] отмечено, что розничные продуктовые сети федерального масштаба — для России относительно новая отрасль, возраст которой не более 30 лет. Тем не менее она уже внесла значительный вклад в формирование ВВП и бюджета страны. Так, ее удельный вес валовой добавленной стоимости торговли в национальном ВВП в 2023 г. составил 12,8%, в 2024 г. вырос до 13,1%, уступив только обрабатывающим производствам². Стоит отметить, что розничные продуктовые сети вкупе с интернет-торговлей динамично вытесняют другие формы торговли (рис. 1)³. Доля продаж через Интернет в общем объеме оборота розничной торговли выросла с 11,3% (2023 г.) до 15,2% (2024 г.)⁴.

² Федеральная служба государственной статистики (2024) *Российский статистический ежегодник. 2024* [online] Available: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> [Accessed 10.03.2025]. (in Russian).

³ Федеральная служба государственной статистики (2025) *Официальная статистика. Розничная торговля и общественное питание, Москва, 2025*.

⁴ Там же.



Источник: составлено автором на основе⁵

Рис. 1. Динамика доли оборота розничной торговли пищевыми продуктами розничных торговых сетей в общем объеме оборота розничной торговли пищевыми продуктами, %

Fig. 1. Dynamics of the share of retail trade in food products turnover of retail chains in the total volume of retail trade turnover in food products, %

Результаты исследований [1] и статистические данные свидетельствуют о том, что розничные сети продолжают модифицировать свои стратегические подходы под воздействием структурных изменений в логистических цепочках, трансформаций на рынке труда и эволюции моделей потребительского поведения. Эти процессы сопровождаются ростом финансовой и цифровой осведомленности населения, ростом требований к качеству товаров и сервисов, развитием дистанционных форм торговли и использованием ИКТ в коммуникациях, что, с одной стороны, создает для розничных операторов ряд вызовов, а с другой, открывает новые стратегические возможности для укрепления их рыночных позиций. Международный опыт подтверждает, что стратегические ориентиры ритейлеров смещаются от моделей массовой торговли на основе гипермаркетов и крупных торговых площадей к формированию гибридных форматов, сочетающих дистанционные каналы продаж с компактным физическим присутствием — преимущественно в формате супермаркетов и микромаркетов [2]. Стремление к оптимизации операционных издержек при этом выражается в повышении плотности продаж и росте рентабельности в расчете на квадратный метр.

Проведем анализ в трех основных направлениях:

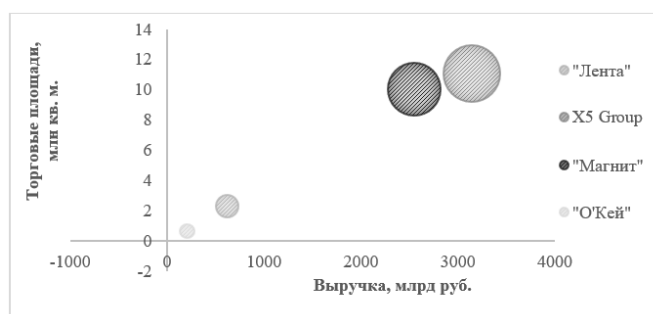
- 1) фактические финансовые и инвестиционные результаты развития крупнейших розничных продуктовых сетей России;
- 2) конкурентные стратегии на основании фактически проводимой ритейлерами политики;
- 3) практика внедрения инструментов ИИ.

Для определения результатов конкурентного позиционирования на рынке рассмотрим некоторые финансово-экономические показатели торговых сетей (табл. 1, рис. 2).

Таким образом, можно сделать вывод о значительном отрыве двух групп — «Магнит» и X5 Group — в своем позиционировании на рынке.

Для проведения анализа некоторых основных финансово-экономических показателей были взяты публичные российские эмитенты «Магнит», X5 Group и «Лента». В данном анализе в целях сопоставимости данных не анализировались показатели «О'кей», так как на ММВБ обращаются ее глобальные депозитарные расписки (тикер — OKEYDR). O'Key Group S.A. является люксембургской компанией, основным видом деятельности которой является управление розничной сети в России под торговой маркой «О'кей». Mercury Retail Group («Красное&Белое», «Бристоль») также не является публичным эмитентом и не размещает ценные бумаги на ММВБ.

⁵ Там же.



Источник: составлено автором на основе данных отчетности⁶

Рис. 2. Позиционирование торговых сетей в контексте доли рынка (размер круга), выручки и занимаемых площадей (данные 2023 г.)

Fig. 2. Positioning of retail chains in the context of market share (circle size), revenue and occupied space (data for 2023)

Таблица 1. Показатели рыночной деятельности

крупнейших продуктовых торговых сетей России за 2023 г.

Table 1. Market performance indicators of the largest grocery retail chains in Russia for 2023

Торговые сети	Доля на рынке, %	Выручка 2023 г., млрд руб.	Прибыль до налогообложения 2023 г., млрд руб.	EBITDA 2023 г., млрд руб.	Число магазинов	Торговая площадь, млн кв. м
«Магнит»	12,80	2545	577,26	166,30	29165	10,053
X5 Group	14,60	3146	103,92	344,83	27015	11,062
«Лента»	2,30	616	129,30	33,60	3287	2,300
«О'кей»	0,90	208	–3,82	17,00	301	0,664

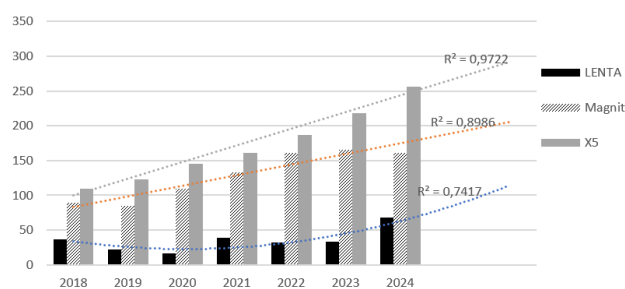
Источник: составлено автором на основе данных отчетности⁷

Анализ публичной отчетности крупнейших розничных продуктовых сетей на основе биржевых данных позволил выявить стабильную положительную динамику роста, а также отсутствие корреляции со многими негативными факторами, наблюдающимися в российской экономике (табл. 2, рис. 3). Например, при стабильном росте операционной прибыли долговая нагрузка крупнейших розничных продуктовых сетей в относительном выражении падает (рис. 4). Достоверность аппроксимации на два периода вперед на основе семилетней истории превышает для всех компаний 0,7, что свидетельствует о высокой вероятности продолжения роста прибыли.

На втором этапе, выделив на рынке пять крупнейших продуктовых розничных операторов, как трех публичных лидеров, так и O'Key Group A.S. и Mercury Retail Group, систематизируем их конкурентные стратегии и преимущества на основе анализа публичной информации

⁶ ПАО «Корпоративный центр ИКС 5» (2025) *Инвесторам: Операционные и финансовые результаты*. [online] Available at <https://www.x5.ru/ru/investors/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ПАО «Магнит» (2025) *Ключевые показатели*. [online] Available at: <https://www.magnit.com/ru/shareholders-and-investors/key-figures/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ООО «Лента» (2025) *Ключевые факты*. [online] Available at: <https://lenta.com/i/o-kompanii/klyuchevye-fakty/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); O'Key Group S.A. (2025) *Раскрытие информации: Бухгалтерская (финансовая) отчетность*. [online] Available at: <https://www.okmarket.ru/about/information-disclosure/> [Accessed 09.09.2025]. (in Russian).

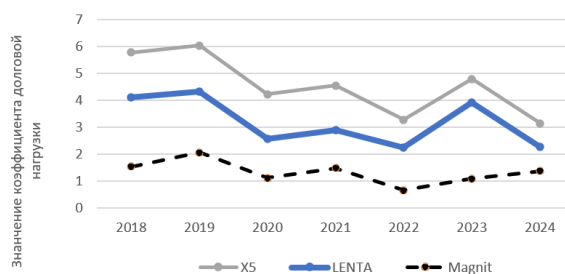
⁷ ПАО «Корпоративный центр ИКС 5» (2025) *Инвесторам: Операционные и финансовые результаты*. [online] Available at <https://www.x5.ru/ru/investors/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ПАО «Магнит» (2025) *Ключевые показатели*. [online] Available at: <https://www.magnit.com/ru/shareholders-and-investors/key-figures/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ООО «Лента» (2025) *Ключевые факты*. [online] Available at: <https://lenta.com/i/o-kompanii/klyuchevye-fakty/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); O'Key Group S.A. (2025) *Раскрытие информации: Бухгалтерская (финансовая) отчетность*. [online] Available at: <https://www.okmarket.ru/about/information-disclosure/> [Accessed 09.09.2025]. (in Russian).



Источник: составлено автором на основе⁸

Рис. 3. Динамика и тренд операционной прибыли (EBITDA), млрд руб. с указанием степени достоверности аппроксимации, розничных продуктовых сетей – эмитентов акций на ММВБ

Fig. 3. Dynamics and trends of operating profit (EBITDA), billions of rubles, indicating the degree of approximation reliability, for retail grocery chains – issuers of shares on the MOEX



Источник: составлено автором на основе⁹

Рис. 4. Динамика долговой нагрузки (DEBT/EBITDA) розничных продуктовых сетей – эмитентов акций на ММВБ

Fig. 4. Dynamics of debt burden (DEBT/EBITDA) of retail grocery chains – issuers of shares on the MOEX

Таблица 2. Динамика операционной прибыли (EBITDA) крупнейших эмитентов ММВБ, млрд руб.
Table 2. Dynamics of operating profit (EBITDA)
of the largest issuers of the Moscow Exchange, billions of rubles

Тикер	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Источник раскрытия информации
«Лента»	36,2	22,2	16,1	39,2	32,6	33,6	68,1	https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=38380&type=4
«Магнит»	89,6	85,1	109,4	133,1	160,5	166	161,4	https://www.magnit.com/ru/disclosure/financial-statements/
X5 Group	109,9	122,6	145,1	161	186,8	218	256	https://www.x5.ru/ru/investors/financial-statements/

Источник: составлено автором на основе¹⁰

⁸ ПАО «Корпоративный центр ИКС 5» (2025) *Инвесторам: Операционные и финансовые результаты*. [online] Available at <https://www.x5.ru/ru/investors/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ПАО «Магнит» (2025) *Ключевые показатели*. [online] Available at: <https://www.magnit.com/ru/shareholders-and-investors/key-figures/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ООО «Лента» (2025) *Ключевые факты*. [online] Available at: <https://lenta.com/i/o-kompanii/klyuchevye-fakty/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian).

⁹ ПАО «Корпоративный центр ИКС 5» (2025) *Инвесторам: Операционные и финансовые результаты*. [online] Available at <https://www.x5.ru/ru/investors/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ПАО «Магнит» (2025) *Ключевые показатели*. [online] Available at: <https://www.magnit.com/ru/shareholders-and-investors/key-figures/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ООО «Лента» (2025) *Ключевые факты*. [online] Available at: <https://lenta.com/i/o-kompanii/klyuchevye-fakty/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian).

¹⁰ ПАО «Корпоративный центр ИКС 5» (2025) *Инвесторам: Операционные и финансовые результаты*. [online] Available at <https://www.x5.ru/ru/investors/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ПАО «Магнит» (2025) *Ключевые показатели*. [online] Available at: <https://www.magnit.com/ru/shareholders-and-investors/key-figures/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ООО «Лента» (2025) *Ключевые факты*. [online] Available at: <https://lenta.com/i/o-kompanii/klyuchevye-fakty/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian).

(годовых отчетов, аудиторских заключений и данных раскрытия информации биржевых эмитентов). Основные параметры стратегического позиционирования крупнейших торговых продуктовых сетей определены и представлены на рис. 5.

Далее на основе изучения отчетных и других официальных открытых данных систематизируем опыт конкурентных стратегий, успешная реализация которых позволила занять и сохранить лидирующие позиции в отрасли. Разработаем интегрированную матрицу роста и конкурентирования на основе интеграции модели стратегий роста Г.И. Ансоффа [28] и конкурентных стратегий М. Портера [29], в которой приведем примеры фактических стратегических действий российских сетей (табл. 3). Данная матрица представляет собой новую типологию интегрированных стратегий роста и конкуренции

«Магнит» • Зонтичный бренд «Магнит» (единая программа лояльности для всех форматов, эмоциональная связь с покупателями, собственное производство). • Мультиформатная омниканальная розничная сеть, электронный бизнес (76,4 млн участников кроссформатной программы лояльности). • Крупный логистический центр: 45 распределительных центров в 7 федеральных округах • 6 агропромышленных производств, 14 производственные площадки, 51 СТМ*.
X5 Group • Лидер в продуктовой рознице по выручке за счет органического роста и сделок M&A. • Фокус на форматах: магазин «у дома», супермаркет, жесткий дискаунтер. Лидирующие технологические позиции в e-commerce (цифровые бизнесы Vprok.ru, 5Post, экспресс-доставка). • Стабилизация и унификация технологий мобильных приложений для превосходства в e-grocery сегменте. Число клиентов программы лояльности составило 84,5 млн, проникновение в продажи достигло 85,7%. • Стратегии дифференциации – сильные механики персонализации. Объединены рекламные и аналитические возможности X5 для поставщиков и партнеров в «единое окно» под брендом X5 Media.
«Лента» • Ведущий многоформатный продуктовый и FMCG**-ритейлер в России. Представлен в форматах: 264 гипермаркета, 320 супермаркетов, 2 894 магазина у дома, 1 663 магазина-дистрибуторы торговой площадью свыше 2,6 млн кв. м в более чем 650 населенных пунктах России, 22 распределительных центра. • Более 41 млн активных держателей карт лояльности. Улучшенное ценовое позиционирование. Адаптированный ассортимент под потребности покупателя в каждой конкретной локации. • Эксклюзивный ассортимент непродовольственных товаров и СТМ.
«О'кей» • Гибкая бизнес-модель, в основе которой форматы: гипермаркеты «О'кей», дискаунтеры «ДА!», платформа электронной коммерции. Нацелен на все основные сегменты покупателей и их потребности. 301 магазин (77 гипермаркетов 224 дискаунтеров), торговая площадь 664 тыс. кв. м. Входит в Топ-10 продуктовых ритейлеров по онлайн торговле. • Экспертиза в работе с СТМ и собственным производством позволяет сформировать привлекательное ценностное и ценовое предложение для покупателей, в том числе категории «фреш».
Mercury Retail Group • Модель компактных магазинов «у дома» с ассортиментом на повседневные нужды («ultra-convenience»). 13 500 магазинов торговых сетей брендов «Красное&Белое» и «Бристоль». Более 25 млн участников программы лояльности. • Уникальное сочетание удобного расположения, качественного ассортимента, высокой скорости обслуживания и низкой цены. Стратегия «лучшие цены каждый день в каждой локации», близость к клиенту (не более 5 мин. от дома) и скорость как приоритет и преимущество (не более 2 мин. на обслуживание).

* Здесь и далее СТМ – собственная торговая марка.

** Здесь и далее FMCG – Fast-Moving Consumer Goods, потребительские товары повседневного спроса.

Составлено автором на основе¹¹

Рис. 5. Стратегическое позиционирование крупнейших торговых розничных продуктовых сетей в Российской Федерации в 2023–2024 гг.
Fig. 5. Strategic positioning of the largest retail grocery chains in the Russian Federation in 2023–2024

¹¹ ПАО «Корпоративный центр ИКС 5» (2025) *Инвесторам: Операционные и финансовые результаты*. [online] Available at <https://www.x5.ru/ru/investors/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ПАО «Магнит» (2025) *Ключевые показатели*. [online] Available at: <https://www.magnit.com/ru/shareholders-and-investors/key-figures/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ООО «Лента» (2025) *Ключевые факты*. [online] Available at: <https://lenta.com/i/o-kompanii/klyuchevye-fakty/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); O'Key Group S.A. (2025) *Раскрытие информации: Бухгалтерская (финансовая) отчетность*. [online] Available at: <https://www.okmarket.ru/about/information-disclosure/> [Accessed 09.09.2025]. (in Russian); TADVISER (2025) *Меркурий ритейл холдинг* [online] Available at: <https://clck.ru/3PECBF/> [Accessed 9.09.2025] (in Russian); Отчет Эмитента ПАО «Магнит» (2022) [online] Available at: <https://clck.ru/3PECH6> [Accessed 9.09.2025] (in Russian); ООО «Альфа-М» (2025) *Пресс-центр – Публикации СМИ*. [online] Available at: <https://krasnoeibeloe.ru/press-center/media-publications/> [Accessed 9.09.2025] (in Russian).

Таблица 3. Типология интегрированных стратегий роста и конкуренции на примерах стратегических действий розничных продуктовых сетей
Table 3. Typology of integrated growth and competition strategies on the examples of strategic actions of retail grocery chains

Типы стратегий роста Типы стратегий конкуренции	А. Проникновение на рынок	В. Развитие рынка	С. Разработка товара	Д. Диверсификация
1. Лидерство в издержках	1.A. Проникновение на основе низких цен/издержек. Органический рост (объема и интенсивности покупок) на основе ценовой конкуренция и демпинга. Поглощение и слияние сетей (увеличение торговых площадей). Развитие форматов дискаунтеров (мягкие, жесткие). Оптимизация/цифровизация процессов с внедрением инновационных решений во всех сферах деятельности.	1.B. Конкурирование на новых рынках за счет эффекта масштаба. Региональное собственное развитие розничных сетей в формате дискаунтеров. Открытие собственных точек с нуля в новых регионах и районах в целях получения эффекта масштаба.	1.C. Новые товары и ассортимент с низкой себестоимостью приемлемого/высокого качества. Развитие СТМ. Зонтичный брендинг.	1.D. Диверсификация в целях поддержания и усиления лидерства в издержках. Инвестиции и развитие в собственные производства СТМ. Обратная вертикальная интеграция (сельскохозяйственные комплексы, в том числе производство овощей открытого грунта, производственные предприятия). Организация логистических хабов и распределительных центров.
2. Дифференциация	2A. Проникновение за счет дифференциации. Мультиформатность как дифференциация. Управление клиентским путем для планирования покупок за счет медиаприсутствия.	2B. Дифференциация в новых сегментах рынка. Развитие отдельных новых сегментов и формирование торгового предложения для отдельных новых сегментов (адаптированный ассортимент под потребности покупателя в каждом расположении). Поглощение и слияние сетей со специализацией, например, «Лента» приобрела «Утконос». Новые сегменты: малоформатные «беспилотные» магазины X5 у дома, киоски «Магнит Go». Обслуживание корпоративных клиентов «Лента PRO».	2C. Развитие новых продуктов/сервисов с дифференциацией. Новый ассортимент продуктов категории «фреш» и «ультра-фреш» (ГК «О'кей»). Продукты для здорового образа жизни. Экспресс-доставка и сервис заказа онлайн с самовывозом. Разработка особых сервисов («ultra-convenience») – магазин шаговой доступности. Адаптация ассортимента и магазинов к локальной специфике за счет кластеризации клиентов и работы с ассортиментом («Магнит»).	2D. Диверсификация на основе дифференциации. Новые форматы непродуктовых магазинов-дрогери (аптека, косметика). Лента открыла «Зоомакеты» в десяти гипермаркетах. Фабрика-кухня полуфабрикатов (X5 Group). Медиа-платформа (X5 Group) включает онлайн- и офлайн ресурсы торговых сетей «Пятёрочка» и «Перекрёсток», онлайн-гипермаркета Yprok.ru, сервиса доставки посылок 5Post, медиаплатформы о еде Food.ru, цифровых платформ X5 Blogger и Dialog X5).
3. Фокусирование на издержках	—	3B. Обслуживание узких сегментов по низким ценам. Социальное ценообразование, предложения для незащищенных групп.	3C. Разработка сервисов для узких сегментов по низким ценам. Доставка из dark-store. Кофепоинты X5.	—
4. Фокусирование на дифференциации	—	4B. Развитие в новых сегментах с фокусированием на дифференциации. Сверхбыстрая доставка — «экспресс-экспресс». Франчайзинг в группе X5.	—	4D. Диверсификация на основе фокусирования на дифференциации. Развитие медиабизнеса. Формат «Dark kitchen», кафе (X5 Group). Ресторанный бизнес «Лента Fresh» («Лента», Санкт-Петербург).
5. Модифицированная стратегия конкуренции — умная экосистема.	5. Развитие бизнес-экосистемы на основе технологической платформы с использованием ИИ для реализаций конкурентных стратегий I, II и A–D-типов роста. Развитие собственного маркетплейса на основе концентрической диверсификации и конгломерата бизнесов на основе технологической экосистемы для предложения полноценного мультиканального опыта (OMNI) — на примере ПАО «Магнит» ¹² . Создание, интеграция и развитие суперприложения — на примере ПАО «Магнит», медиаплатформы — на примере X5 Group. Суперприложение объединяет в себе программу лояльности, коммуникационную площадку, сервис доставки из магазинов и маркетплейс. Развитие Nexus WMS (Warehouse Management System), технологического проекта по созданию собственной единой системы управления складами, как основы оптимизации и инноваций в логистике — на примере X5 Group ¹³ .			

Источник: составлено автором с использованием данных¹⁴

¹² Magnit Omni (2025) *Переизобретаем путь и растем сами*. [online]. Available at: <https://omni.magnit.ru/> [Accessed: 9.09.2025]. (in Russian).
¹³ X5 Group (2025) *Nexus WMS (Warehouse Management System) – технологический проект по созданию собственной системы управления складами X5 Group* [online]. Available at: <https://globalcio.ru/projectofthe2025/list/44627/> [Accessed: 9.09.2025]. (in Russian).
¹⁴ ПАО «Корпоративный центр ИКС 5» (2025) *Инвесторам: Операционные и финансовые результаты*. [online] Available at <https://www.x5.ru/ru/investors/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ПАО «Магнит» (2025) *Ключевые показатели*. [online] Available at: <https://www.magnit.com/ru/shareholders-and-investors/key-figures/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); ООО «Лента» (2025) *Ключевые факты*. [online] Available at: <https://lenta.com/i/o-kompanii/klyuchevye-fakty/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian); O'Key Group S.A. (2025) *Раскрытие информации: Бухгалтерская (финансовая) отчетность*. [online] Available at: <https://www.okmarket.ru/about/information-disclosure/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian).

Анализ реализуемых конкурентных стратегий позволил выявить ряд мероприятий, основанных на внедрении ИИ, в том числе позволивших удержать и усилить лидирующие позиции на рынке, соответствовать всем новейшим трендам рынка и покупательского спроса, оптимизировать деятельность и обеспечить конкурентоспособность. Систематизация стратегических действий компаний, основанных на технологиях ИИ, в формате стратегий конкурентирования представлена в табл. 4.

Таблица 4. Стратегические действия торговых сетей, основанные на технологии ИИ как инструменте конкурентных стратегий

Table 4. Strategic actions of retail chains based on AI technology as a tool for competitive strategies

X5 Group	«Магнит»	«Лента»	Mercury Retail Group
1. Лидерство в издержках			
Собственный центр обработки данных. 15 функционирующих продуктов на базе ИИ. Роботизация и внедрение ИИ в магазинах и распределительных центрах. Оптимизация алгоритмов формирования паллет на складах. Принятие решений об ассортименте в торговой матрице. Оптимизация внутренних процессов специалистов на основе Copilot ¹⁵ .	Создание лаборатории ИИ ¹⁶ . Системы компьютерного зрения для распознавания и обработки первичных документов; оптимизации мерчандайзинга. Системы компьютерного зрения для оптимизации процессов в торговых залах. Использование крупных языковых моделей (LLM) для текстового контента и описания товаров.	Точность прогнозирования торговых остатков. Анализ и прогнозирование осуществляется с использованием динамического вычислительного кластера Azure Databricks ¹⁷ .	Ежедневный мониторинг цен конкурентов и автоматическая система сбора, анализа и определения лучших цен для каждого региона ¹⁸ .
2. Дифференциация			
X5 ID формирует единый профиль клиента во всех бизнесах компании, содержащий структурированную информацию о клиенте, для формирования персональных предложений, принятия решений об ассортименте в торговой матрице ¹⁹ . Использование аналитической маркетинговой платформы CVM (Customer Value Management) для управления потребительской ценностью ²⁰ .	Внедрение CVM ²¹ . Анализ спроса, результатов маркетинговых активностей, поведения покупателей во всех каналах продаж. Выделение и работа с клиентскими микросегментами.	Адаптированный ассортимент под потребности покупателя в каждой конкретной локации на основе анализа больших данных. Улучшение клиентского поиска и релевантности результатов за счет использования текстовых моделей.	

Источник: составлено автором

¹⁵ ПАО «Корпоративный центр ИКС» (2025) *X5 пересобирает ИТ-блок и расширяет применение роботов* [online]. Available at: <https://www.x5.ru/ru/publication/x5-peresobiraet-it-blok-i-rasshiraet-primenenie-robotov/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian).

¹⁶ ПАО «Магнит» (2024) *Магнит создал лабораторию искусственного интеллекта* [online]. Available at: <https://www.magnit.com/ru/media/press-releases/magnit-sozdal-laboratoriyu-iskusstvennogo-intellekta/> (Accessed 08.09.2025). (in Russian).

¹⁷ ООО «Лента» (2020) «Лента» внедрила систему прогнозирования спроса с помощью искусственного интеллекта [online]. Available at: <https://lenta.com/o-kompanii/news/-----11/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian).

¹⁸ ООО «Альфа-М» (2025) *Пресс-центр – Публикации СМИ*. [online] Available at: <https://krasnoeibelo.ru/press-center/media-publications/> [Accessed 9.09.2025] (in Russian).

¹⁹ X5 Retail Group N.V (2025) *X5ID – единая учетная запись для всех торговых сетей и сервисов X5 Group*. [online]. Available at: <https://x5id.ru/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian).

²⁰ ПАО «Корпоративный центр ИКС 5» (2025) *X5 пересобирает ИТ-блок и расширяет применение роботов*. [online]. Available at: <https://www.x5.ru/ru/publication/x5-peresobiraet-it-blok-i-rasshiraet-primenenie-robotov/> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian).

²¹ ПАО «Магнит» (2021) «Магнит» персонализирует работу с покупателями на основе ИИ. [online]. Available at: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/217938/2021-12-14/2021-w50/magnit-personaliziruet-rabotu-pokupatelyami-osnove-ii> [Accessed 9.09.2025]. (in Russian).

Заключение

В результате проведенной работы получены следующие результаты:

- 1) Проведен анализ отдельных финансовых и операционных показателей крупнейших публичных розничных продуктовых сетей России, отражающих их финансовую устойчивость, положительную динамику, тренд развития и операционную результативность.
- 2) Выявлены основные черты стратегического позиционирования крупнейших торговых розничных продуктовых сетей в Российской Федерации в 2023–2024 гг.
- 3) Проведены анализ, систематизация и структурирование реализованных конкурентных стратегических действий крупнейших розничных сетей в форматы матричных стратегий роста.
- 4) Разработана типология стратегий роста и конкуренции в виде универсальной интегрированной матричной модели стратегий. В предложенной типологии сформулирована модифицированная стратегия конкуренции – умная экосистема «Развитие бизнес-экосистемы на основе технологической платформы с использованием ИИ для реализаций I, II типов конкурентных стратегий и A–D типов роста».
- 5) На основе анализа стратегических конкурентных действий в масштабной розничной торговле выявлены основные направления и формы применения ИИ для отдельных типов конкурентных стратегий. Технологии ИИ определены как значимый фактор конкурентного развития и сохранения лидирующих позиций в отрасли.

Направление дальнейших исследований

Перспективами дальнейших исследований будет оценка взаимосвязи финансовых результатов публичных продуктовых ритейлеров, их капитализации, и размера инвестиций в высоко интеллектуальные технологии; факторный анализ и мониторинг фактического повышения конкурентоспособности через инструменты позиционирования в зависимости от уровня использования ИИ в бизнес-процессах. В целях универсализации полученных результатов видятся перспективным выход за пределы отраслевой направленности и апробация научных разработок на данных других отраслей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Красюк Т.Н. (2025) Анализ реализации конкурентных стратегий на основе технологий искусственного интеллекта на примере крупнейших розничных сетей. *Интеллектуальная инженерная экономика и Индустрия 6.0 (ИНПРОМ-2025)*, 2, 312–316. DOI: <https://doi.org/10.18720/IER/2025.2/84>
2. Бивен Д. (2008) Войны супермаркетов. Откровенно о борьбе за лояльность потребителей, М.: Эксмо.
3. Радаев В.В. (2005) Динамика деловых стратегий российских розничных компаний под воздействием глобальных торговых сетей. *Российский журнал менеджмента*, 3 (3), 3–26.
4. Радаев В.В. (2003) Изменение конкурентной ситуации на российских рынках (на примере розничных сетей). *Вопросы экономики*, 7, 57–77. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2003-7-57-77>
5. Хасис Л.А. (2010) Розничный рынок продовольственных товаров: конкурентные стратегии и государственное регулирование. *Современная конкуренция*, 5, 25–33.
6. Коваленко А.И., Полевой А.А. (2012) Конкурентные стратегии розничных сетей продуктов питания: классификация и эмпирический анализ. *Современная конкуренция*, 5, 60–68.
7. Лексин В.Н. (2020) Синтез общества потребления и информационного общества. *Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право*, 13 (2), 195–211. DOI: <https://doi.org/10.23932/2542-0240-2020-13-2-10>
8. Хамидова О.М., Улановская О.Н. (2020) Потребительские предпочтения, как основа создания бренд-позиции винодельческой продукции. *Научный вестник: финансы, банки, инвестиции*, 3, 153–166. DOI: <https://doi.org/10.37279/2312-5330-2020-3-153-166>

9. Hodson N., Egol M., Blischok T. (2012) *Four forces shaping competition in grocery retailing*, New York: Booz & Company.
10. Grant R.M. (2022) *Contemporary Strategy Analysis*, 11th ed., Hoboken: Wiley, 79–84.
11. Кристиневи́ч С.А. (2020) Инструментальное обеспечение проектирования механизмов институциональной интервенции. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*, 36 (3), 354–370. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.301>
12. Мустафа М.З., Закария З., Рахин Н.М., Вахаб Н.С.А. (2023) Конкурентные стратегии для устойчивого развития компаний. *Форсайт*, 17 (4), 45–53. DOI: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2023.4.45.53>
13. Чордаш А. (2024) Пищевые технологии в экономике замкнутого цикла. *Форсайт*, 18 (2), 58–68. DOI: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2024.2.58.68>
14. Aranda E., Martín V.J., Santos J. (2018) Competitive convergence in retailing. *Economic Research – Ekonomska Istraživanja*, 31 (1), 206–227. DOI: <https://doi.org/10.1080/1331677X.2018.1429288>
15. Grewal B., Levy M. (2007) Retailing research: Past, present, and future. *Journal of Retailing*, 83 (4), 447–464. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2007.09.003>
16. Jayakrishnan S. (2022) Artificial Intelligence (AI) in Retailing – A Systematic Review and Research Agenda. *Contemporary Research in Management*, 11. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4134959>
17. Singla A., Sukharevsky A., Yee L., Chui M., Hall B. (2025) *The state of AI: How organizations are rewiring to capture value*. McKinsey Global Publishing. [online] Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai> [Accessed 6.10.2025]
18. Arora A., Glaser D., Kluge P., Kim A., Kohli S., Sak N. (2021) *It's showtime! How live commerce is transforming the shopping experience*. [online] Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/its-showtime-how-live-commerce-is-transforming-the-shopping-experience> [Accessed 6.10.2025]
19. Юзвович Л.И., Львова М.И., Лылов А.С. (2024) Развитие взаимной торговли сельскохозяйственной продукцией и продовольствием в объединении БРИКС. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*, 11, 89–94. DOI: <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2024-0-11-89-94>
20. Дудник А.В., Чердакова Т.А. (2021) Инвестиционные стратегии повышения конкурентоспособности агропродовольственной системы страны. *Экономика региона*, 17 (2), 632–643. DOI: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-2-20>
21. Лола И.С., Бакеев М.Б. (2020) Оценка уровня цифровой активности организаций розничной торговли России. *Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика*, 2, 161–180. DOI: <https://doi.org/10.38050/01300105202029>
22. Андреев А.А. (2025) Роль цифровой трансформации в повышении конкурентоспособности розничной торговли через электронную коммерцию. *Научный форум: экономика и менеджмент*, 3 (92), 46–53.
23. Герасименко В.В., Куркова Д.Н., Курбацкий А.Н. (2024) Внедрение технологий искусственного интеллекта в маркетинг российских компаний: перспективы и барьеры. *Российский журнал менеджмента*, 22 (3), 483–508. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu18.2024.306>
24. Лексин В.Н. (2020) Искусственный интеллект в экономике и политике нашего времени. Статья 2. Искусственный интеллект как товар и услуга. *Российский экономический журнал*, 5, 3–33. DOI: <https://doi.org/10.33983/0130-9757-2020-5-3-33>
25. Куладжи Т.В., Бабкин А.В. (2016) Матричное микропрогнозирование конкурентоспособности инновационной продукции в кластере. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*, 6 (256), 130–147. DOI: <https://doi.org/10.5862/JE.256.12>
26. Фаттахов Х.И. (2025) Стратегии и инновационные решения для обеспечения устойчивого роста и повышения конкурентоспособности организаций в контексте цифровой трансформации, *π-Economy*, 18 (3), 29–46. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18302>
27. Лосева О.В., Федотова М.А., Богатырёва В.В. (2021) Влияние стоимости нематериальных активов на капитализацию продуктовых ритейлеров в целях их устойчивого роста. *Финансы: теория и практика*, 25 (4), 48–63. DOI: <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2021-25-4-48-63>
28. Ansoff H.I. (1957) Strategies for Diversification. *Harvard Business Review*, 35 (5), 113–124.
29. Портер М. (2016) *Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов*, М.: Альпина.



REFERENCES

1. Krasiuk T.N. (2025) Analiz realizatsii konkurentnykh strategii na osnove tekhnologii iskusstvennogo intellekta na primere krupneishikh roznichnykh setei [Analysis of the implementation of competitive strategies based on artificial intelligence technologies using the example of the largest retail chains]. *Intelligent engineering economics and Industry 6.0 (IEEI_6.0_INPROM)*, 2, 312–316. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.2/84>
2. Bevan J. (2005) *Trolley Wars: The Battle of the Supermarkets*. London: Profile Books.
3. Radaev V.V. (2005) Dinamika delovykh strategii rossiiskikh roznichnykh kompanii pod vozdeistviem global'nykh torgovykh setei [Dynamics of business strategies of Russian retail companies under the influence of global retail chains]. *Rossiiskii zhurnal menedzhmenta [Russian Management Journal]*, 3 (3), 3–26.
4. Radaev V. (2003) Changes in Competitive Environment in the Russian Markets (The Case of Retailing Chains). *Voprosy Ekonomiki*, 7, 57–77. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2003-7-57-77>
5. Khasis L.A. (2010) Roznichnyi rynek prodovol'stvennykh tovarov: konkurentnye strategii i gosudarstvennoe regulirovanie [Retail food market: competitive strategies and government regulation]. *Sovremennaiia konkurentsia [Journal of Modern Competition]*, 5, 25–33.
6. Kovalenko A., Polevoy A. (2012) Competitive strategies of food retail networks: classification and empirical analysis. *Sovremennaiia konkurentsia [Journal of Modern Competition]*, 5, 60–68.
7. Leksin V.N. (2020) Synthesis of consumer society and information society. *Outlines of global transformations: politics, economics, law*, 13 (2), 195–211. DOI: <https://doi.org/10.23932/2542-0240-2020-13-2-10>
8. Khamidova O.M., Ulanovskaya O.N. (2020) Consumer preferences as a basis for creating a brand position for wine products. *Scientific Bulletin: finance, banking, investment*, 3, 153–166. DOI: <https://doi.org/10.37279/2312-5330-2020-3-153-166>
9. Hodson N., Egol M., Blischok T. (2012) *Four forces shaping competition in grocery retailing*, New York: Booz & Company.
10. Grant R.M. (2022) *Contemporary Strategy Analysis*, 11th ed., Hoboken: Wiley, 79–84.
11. Kristinevich S. (2020) Instrumental support for designing mechanisms of institutional interventionism. *St. Petersburg University Journal of Economic Studies*, 36 (3), 354–370. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.301>
12. Mustapha M.Z., Zakaria Z., Rahin N.M., Wahab N.B.A. (2023) Competitive Strategies for Corporate Sustainability. *Foresight and STI Governance*, 17 (4), 45–53. DOI: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2023.4.45.53>
13. Csordás A. (2024) Foodtech as Part of the Circular Economy. *Foresight and STI Governance*, 18 (2), 58–68. DOI: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2024.2.58.68>
14. Aranda E., Martín V.J., Santos J. (2018) Competitive convergence in retailing. *Economic Research – Ekonomska Istraživanja*, 31 (1), 206–227. DOI: <https://doi.org/10.1080/1331677X.2018.1429288>
15. Grewal B., Levy M. (2007) Retailing research: Past, present, and future. *Journal of Retailing*, 83 (4), 447–464. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2007.09.003>
16. Jayakrishnan S. (2022) Artificial Intelligence (AI) in Retailing – A Systematic Review and Research Agenda. *Contemporary Research in Management*, 11. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4134959>
17. Singla A., Sukharevsky A., Yee L., Chui M., Hall B. (2025) *The state of AI: How organizations are rewiring to capture value*. McKinsey Global Publishing. [online] Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai> [Accessed 6.10.2025]
18. Arora A., Glaser D., Kluge P., Kim A., Kohli S., Sak N. (2021) *It's showtime! How live commerce is transforming the shopping experience*. [online] Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/its-showtime-how-live-commerce-is-transforming-the-shopping-experience> [Accessed 6.10.2025]
19. Yuzvovich L.I., Lvova M.I., Lylov A.S. (2024) Development of mutual trade in agricultural products and food in the BRICS association. *Economy of Agricultural and Processing Enterprises*, 11, 89–94. DOI: <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2024-0-11-89-94>

20. Dudnik A.V., Cherdakova T.A. (2021) Investment Strategies for Increasing the Agribusiness Competitiveness. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 17 (2), 632–643. DOI: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-2-20>
21. Lola I.S., Bakeev M.B. (2020) Assessment of digital activity level of Russia's retail trade organizations. *Moscow University Economics Bulletin*, 2, 161–180. DOI: <https://doi.org/10.38050/01300105202029>
22. Andreev A.A. (2025) Rol' tsifrovoy transformatsii v povyshenii konkurentosposobnosti roznichnoi trgovli cherez elektronnuu kommersiiu [The Role of Digital Transformation in Improving Retail Competitiveness through E-Commerce]. *Nauchnyi forum: ekonomika i menedzhment [Scientific Forum: Economics and Management]*, 3 (92), 46–53.
23. Gerasimenko V.V., Kurkova D.N., Kurbatskii A.N. (2024) Implementation of artificial intelligence technologies in marketing of Russian companies: Prospects and barriers. *Russian Management Journal*, 22 (3), 483–508. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu18.2024.306>
24. Leksin V.N. (2020) Artificial intelligence in economy and policy nowadays. Article 2. Artificial intelligence as goods and service. *Russian Economic Journal*, 5, 3–33. DOI: <https://doi.org/10.33983/0130-9757-2020-5-3-33>
25. Kuladzhi T.V., Babkin A.V. (2016) Matrix microforecasting of the competitiveness of innovative products in a cluster. *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономика [Scientific and Technical Bulletin of SPbGU. Economics]*, 6 (256), 130–147. DOI: <https://doi.org/10.5862/JE.256.12>
26. Fattakhov Kh.I. (2025) Strategies and innovative solutions for ensuring sustainable growth and enhancing corporate competitiveness in the context of digital transformation. *π-Economy*, 18 (3), 29–46. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18302>
27. Loseva O.V., Fedotova M.A., Bogatyreva V.V. (2021) Impact of the value of intangible assets on the capitalization of food retailers for their sustainable growth. *Finance: Theory and Practice*, 25 (4), 48–63. DOI: <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2021-25-4-48-63>
28. Ansoff H.I. (1957) Strategies for Diversification. *Harvard Business Review*, 35 (5), 113–124.
29. Porter M.E. (1998) *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. NY: The Free Press.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

КРАСЮК Татьяна Николаевна

E-mail: actualbil@gmail.com

Tat'yana N. KRASYUK

E-mail: actualbil@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6419-3943>

Поступила: 10.09.2025; Одобрена: 06.10.2025; Принята: 06.10.2025.

Submitted: 10.09.2025; Approved: 06.10.2025; Accepted: 06.10.2025.

Научная статья

УДК 330.34

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18506>

EDN: <https://elibrary/IBSLRM>



ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЦИФРОВЫХ ИННОВАЦИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Ю.В. Вертакова¹ , Ю.В. Шульгина² , Б.Ш. Собиров³

¹ Российский государственный гуманитарный университет (РГГУ),
Москва, Российская Федерация;

² Юго-Западный государственный университет, Курск, Российская Федерация;

³ Сургутский государственный университет, Сургут, Российская Федерация

 vertakova7@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются факторы, влияющие на продолжительность и структуру жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта (ИИ). *Актуальность темы исследования* обусловлена тем фактом, что технологии ИИ — это область международной конкуренции, оказывающая существенное влияние на социально-экономическое развитие, экономический рост (в частности, рост ВВП) и технологический суверенитет государства. Цель статьи — рассмотреть особенности структуры и продолжительности жизненного цикла инноваций, технологической основой которых выступают модели ИИ. *Объект исследования* — цифровые инновации, полученные с использованием ИИ. *Предмет исследования* — структура жизненного цикла цифровых инноваций, связанных с применением ИИ, включая различные стадии инновационного процесса от инициации и разработки до внедрения, коммерциализации и диффузии в различные отрасли экономики. Авторами был поставлен ряд задач для проведения исследования обозначенного вопроса, среди которых — проанализировать тенденции развития цифровых инноваций, основанных на ИИ; указать факторы, влияющие на продолжительность различных этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на ИИ; охарактеризовать процессы, происходящие на этапах жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на ИИ, в зависимости от уровня развития методологии управления MLOps. В процессе исследования были выявлены тенденции по увеличению исследовательской активности в сфере ИИ в последние годы (увеличение числа публикаций и патентов), усложнение моделей (увеличение числа их параметров), которое привело к увеличению продолжительности обучения и повышению требований к вычислительным ресурсам. Составлен перечень внешних и внутренних факторов, определяющих продолжительность процессов, образующих жизненный цикл цифровой инновации. Построена схема процессов жизненного цикла цифровой инновации, основанной на использовании ИИ, в соответствии с уровнем зрелости MLOps реализующей ее организации. В статье показано, что оценка уровня зрелости необходима для совершенствования процессов разработки, тестирования и внедрения, что способствует сокращению продолжительности подготовительных (предшествующих использованию инновации) этапов жизненного цикла. Для обеспечения гибкости процесса MLOps и его компонентов целесообразно использовать комбинацию инструментов с открытым кодом и корпоративных решений. Для автоматизации и стандартизации процессов на протяжении всего жизненного цикла модели машинного обучения (от разработки и тестирования до развертывания, мониторинга и управления) применяется методология MLOps, уровнем зрелости которой в значительной степени определяется продолжительность этапов жизненного цикла цифровой инновации.

Ключевые слова: цифровая инновация, искусственный интеллект, жизненный цикл, машинное обучение, MLOps, цифровизация

Для цитирования: Вертакова Ю.В., Шульгина Ю.В., Собиров Б.Ш. (2025) Особенности структуры жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта. *П-Economy*, 18 (5), 81–99. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18506>

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18506>



FEATURES OF THE LIFE CYCLE STRUCTURE OF DIGITAL INNOVATIONS BASED ON THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Yu.V. Vertakova¹ ✉, Yu.V. Shulgina² , B.Sh. Sobirov³

¹ Russian State University for the Humanities, Moscow, Russian Federation;

² Southwest State University, Kursk, Russian Federation;

³ Surgut State University, Surgut, Russian Federation

✉ vertakova7@yandex.ru

Abstract. This article examines the factors influencing the duration and life cycle structure of digital innovations based on artificial intelligence (AI). *The relevance of this research* is driven by the fact that AI technologies are an area of international competition that has a significant impact on socio-economic development, economic growth (in particular, GDP growth) and the technological sovereignty of the state. *The goal of this article* is to examine the features of the structure and duration of the life cycle of innovations based on AI models. *The object of this study* is digital innovations obtained using AI. *The subject of this study* is the life cycle structure of digital innovations associated with the use of AI, including various stages of the innovation process from initiation, development, implementation, commercialization and diffusion across various sectors of the economy. The authors set a number of tasks for conducting this study, including: analyzing the development trends of digital innovations based on AI; identifying the factors influencing the duration of various stages of the life cycle of digital innovations based on AI; characterizing the processes occurring at the stages of the lifecycle of digital innovations based on AI, depending on the level of development of the MLOps management methodology. The study identified trends toward increased research activity in the field of AI in recent years (an increase in the number of publications and patents), as well as the increasing complexity of models (an increase in the number of their parameters), which led to an increase in the duration of training and increased requirements for computing resources. A list of external and internal factors determining the duration of the processes forming the lifecycle of a digital innovation was compiled. A diagram of the lifecycle processes of an AI-based digital innovation is constructed in accordance with the MLOps maturity level of the implementing organization. The article demonstrates that assessing the maturity level is necessary for improving the development, testing and implementation processes, which helps to reduce the duration of the preparatory (preceding the use of the innovation) stages of the lifecycle. To ensure the flexibility of the MLOps process and its components, it is advisable to use a combination of open-source tools and corporate solutions. To automate and standardize processes throughout the entire lifecycle of a machine learning model (from development and testing to deployment, monitoring and management), the MLOps methodology is used, the maturity level of which significantly determines the duration of the stages of the digital innovation life cycle.

Keywords: digital innovation, artificial intelligence, life cycle, machine learning, MLOps, digitalization

Citation: Vertakova Yu.V., Shulgina Yu.V., Sobirov B.Sh. (2025) Features of the life cycle structure of digital innovations based on the use of artificial intelligence. *П-Economy*, 18 (5), 81–99. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18506>

Введение

Ключевым отличием цифровых инноваций от традиционных выступает их базирование на новых цифровых технологиях [1], при этом они могут затрагивать как создание или усовершенствование продуктов и процессов, так и трансформацию бизнес-моделей в целом.

Цифровые технологии, лежащие в основе цифровых инноваций, определяют их ключевой результат. Получаемые в результате внедрения цифровой инновации свойства обеспечиваются именно применением выбранных технологий – без них, как отмечают Г.Ю. Силкина и А.П. Шабан [2], эффект был бы недостижим. И.В. Абрамов и др. [3] отмечают, что сквозные цифровые технологии, включая цифровые аддитивные технологии, радикально меняют способы ведения бизнеса и организации производства, особенно с внедрением новых бизнес-моделей, которые коренным образом трансформируют системы производства, потребления, транспортировки и снабжения.

В национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 г.¹ указана тенденция ускоренного внедрения технологических решений, разработанных на основе искусственного интеллекта (ИИ). А. Рыжкова утверждает, что технологии ИИ как один из видов сквозных цифровых технологий являются наиболее популярными к внедрению в приоритетных к цифровизации отраслях экономики [4].

Актуальность темы исследования обусловлена тем фактом, что технологии ИИ – это область международной конкуренции, оказывающая существенное влияние на социально-экономическое развитие, экономический рост (в частности, рост ВВП [5]) и технологический суверенитет государств [6]. Ускорение их разработки и внедрения является важной задачей. В то же время вопросы управления жизненным циклом цифровых инноваций (в том числе, основанных на использовании ИИ) в научной литературе рассмотрены недостаточно.

Цель исследования – рассмотреть особенности структуры и продолжительности жизненного цикла инноваций, технологической основой которых выступают модели ИИ.

Задачи исследования:

1. Проанализировать тенденции развития цифровых инноваций, основанных на ИИ.
2. Указать факторы, влияющие на продолжительность различных этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на ИИ.
3. Охарактеризовать процессы, происходящие на этапах жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на ИИ, в зависимости от уровня развития методологии управления.

Объект исследования – цифровые инновации, полученные с использованием ИИ. *Предмет исследования* – структура жизненного цикла цифровых инноваций, связанных с применением ИИ, включая различные стадии инновационного процесса от инициации и разработки до внедрения, коммерциализации и диффузии в различные отрасли экономики.

Методы исследования

Авторами использованы методы сравнения и классификации, анализа и синтеза, экономико-математического моделирования; данные получены изучением исследований и статистических данных по теме в российских и зарубежных базах публикаций.

Результаты и обсуждение

Отправной точкой академических исследований в сфере ИИ считается Дартмутская конференция 1956 г., на которой был предложен термин «Artificial Intelligence» (искусственный интеллект) [7]. Было высказано предположение, что каждый аспект человеческого интеллекта при достаточно подробном описании может быть смоделирован машиной: рассуждение, обучение, решение проблем, принятие решений и креативность [8].

¹ Президент России (2024) *Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 (ред. от 15.02.2024) «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации»*. [online] Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731/page/1> [Accessed 1.09.2025]. (in Russian)

В последующие годы сфера ИИ развивалась неравномерно: из-за циклической смены конъюнктуры периоды высокого и низкого интереса получили названия «лето ИИ» и «зима ИИ». Характеристика периодов приведена в табл. 1.

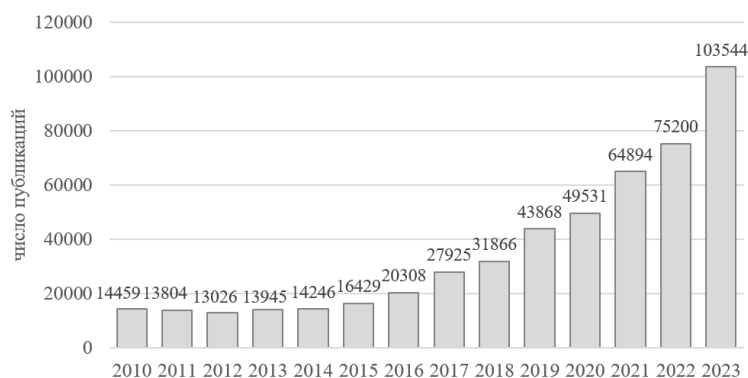
Таблица 1. Периоды развития исследований ИИ
Table 1. Periods of development of AI research

Период	Характеристика
1956–1974	Большой интерес к ИИ. Государственное финансирование поиска решений, основанных на логике. Ф. Розенблатт разработал перцептрон (математическую модель восприятия информации мозгом). Представлены первые программы для игры в шахматы, алгоритмы цифровой обработки изображений, программы обработки естественного языка, виртуальные собеседники.
1974–1980	Первая «зима ИИ»: завышенные ожидания не были оправданы, что привело к сокращению финансирования [7].
1980–1987	Развитие экспертных систем, основанных на нечеткой логике, компьютерной лингвистики. Обучение с подкреплением, появление первых систем компьютерного зрения [9].
1987–1993	Вторая «зима ИИ», связанная с тем, что экспертные системы оказались слишком дорогими и ограниченными в возможностях использования.
1993–2011	На фоне развития аппаратной базы возрастает оптимизм относительно перспектив ИИ. Развиваются нейросетевой машинный перевод, классификация и распознавание образов, беспилотные системы, виртуальные помощники.
2012–2025	Прорывные достижения в сфере генеративных нейросетей и машинного обучения. Развитие беспилотного транспорта.

Источник: составлено Б.Ш. Собировым

Рассматривая историю развития ИИ и динамику научных публикаций в данной сфере, стоит отметить высокий темп увеличения числа публикаций. По данным Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, общемировое число публикаций по тематике ИИ в научных изданиях, индексируемых Scopus, за 2023 г. превысило аналогичный показатель за 2012 г. в 7,9 раза (рис. 1).

Если с 2010 по 2012 г. число публикаций незначительно снижалось, то начиная с 2013 г. фиксируется стабильный рост. С 2015 г. его темп увеличивается и в среднем за период с 2015 по 2023 г. составляет 25,1% в год (в отдельные годы – 2017, 2021, 2023-й – превышает 30%).



Источник: составлено Б.Ш. Собировым по материалам [10]

Рис. 1. Общемировое число публикаций по тематике ИИ в научных изданиях, индексируемых в Scopus

Fig. 1. Total number of publications on AI in scientific journals indexed in Scopus

Рейтинг стран-лидеров по числу публикаций и уровень их цитируемости представлен в табл. 2. Россия занимает 25-е место (2206 публикаций, 3,8 цитирований на статью).

**Таблица 2. Рейтинг стран-лидеров по числу публикаций
в области ИИ и уровень их цитируемости (2021–2023 гг.)**
**Table 2. Ranking of leading countries by the number of publications
on AI and their citation level (2021–2023)**

Страна	Число публикаций, ед.	Удельный вес в общемировом числе публикаций, %	Среднее число цитирований в расчете на одну публикацию, ед.
Китай	85216	35,00	6,9
Индия	45323	18,60	3,6
США	33538	13,80	10,8
Великобритания	10241	4,20	10,9
Германия	8128	3,34	9,1
Япония	6961	2,86	4,1
Канада	6307	2,59	8,7
Австралия	5725	2,35	16,2
Республика Корея	5484	2,25	9,0
Франция	5014	2,06	8,5

Источник: составлено Б.Ш. Собировым по материалам [10]

Для российских авторов публикационная активность с 2012 по 2023 г. выросла в 9,5 раза (рис. 2). Наблюдается три резких скачка — в 2015, 2020 и 2023 гг. В 2021 и 2022 гг. число публикаций уменьшается.

Проведя семантический обзор литературы, связанной с темами инноваций и ИИ в сфере экономики, М. Мариани, И. Мачадо, В. Магрелли и Й. Дживеди [11] выделили семь кластеров тем:

- 1) цифровая трансформация;
- 2) открытые инновации и умные города;
- 3) инновационные системы и сети в технологических инновациях;
- 4) прогнозирование;
- 5) управление знаниями и технологическим изменениям;
- 6) отношение потребителей к цифровым технологиям;
- 7) зеленые инновации.

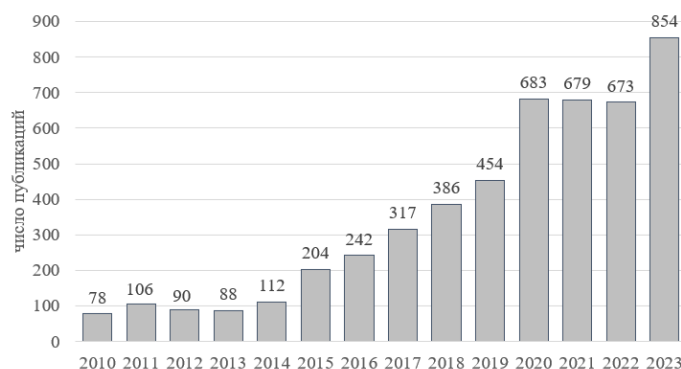
Зафиксирован значительный рост числа патентов в сфере ИИ — с 1999 в 2010 г. до 62264 в 2022 г. (рис. 3). Лидером по этому показателю является Китай — так, в 2022 г. было выдано 35315 патентов, что больше, чем суммарно во всех остальных странах.

Стоит отметить, что патентование изобретений, включающих в себя системы ИИ, сталкивается с определенными сложностями, обусловленными спецификой патентного законодательства различных стран.

Основными компонентами системы ИИ на основе машинного обучения выступают:

- алгоритмы;
- программное обеспечение;
- входные данные.

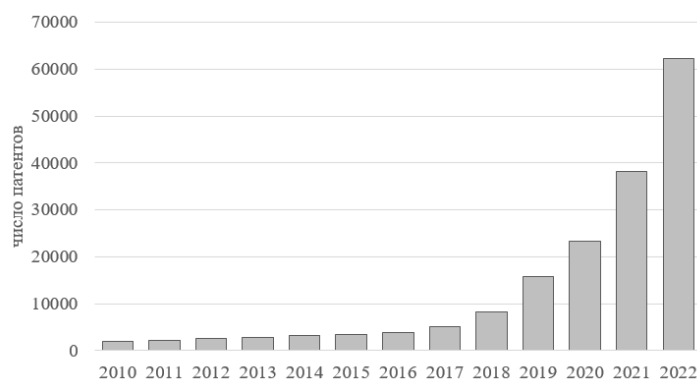
Во многих странах защита авторского права распространяется только на программное обеспечение; для алгоритмов подобная защита не предусмотрена.



Источник: составлено авторами по материалам [10]

Рис. 2. Число публикаций российских авторов по тематике ИИ в научных изданиях, индексируемых в Scopus

Fig. 2. Number of publications by Russian authors on AI in scientific journals indexed in Scopus



Источник: составлено Б.Ш. Собировым по материалам²

Рис. 3. Число патентов в сфере ИИ

Fig. 3. Number of patents in the field of AI

Правило 3 (3) Патентной инструкции к Евразийской патентной конвенции³ прямо устанавливает, что не признаются изобретением научные теории и математические методы, представление информации, методы выполнения умственных операций, алгоритмы и программы для вычислительных машин. Таким образом, системы ИИ неразрывно связаны с неохраняемыми объектами (математическими методами, алгоритмами и программами для вычислительных машин). Машинное обучение основано на вычислительных моделях и алгоритмах для целей классификации, кластеризации, регрессии и снижения размерности пространства, которые могут рассматриваться как математические методы. Более того, хотя нельзя отрицать важность данных для машинного обучения, данные как таковые, которые представляют собой простую информацию, не являются патентоспособным изобретением.

Патенты могут быть выданы в том случае, когда ИИ применяется для решения технической проблемы и имеет технических эффект, выходящий за рамки обычного физического

² Lu M. (2024) *Visualizing AI Patents by Country*. [online] Available at: <https://www.visualcapitalist.com/visualizing-ai-patents-by-country/> [Accessed: 06.09.2025].

³ Евразийское патентное ведомство. *Патентная инструкция к Евразийской патентной конвенции*. – [online] Available at: <https://www.eapo.org/documents/voprosy-pravovoj-ohrany-izobretenij/patentnaya-instrukciya-k-evrazijskoj-patentnoj-konvenczii/> [Accessed: 31.08.2025]. (in Russian)



взаимодействия между компьютерным оборудованием и программным обеспечением [12]. Так, например, в Китае в 2024 г. вступило в действие пересмотренное руководство по патентной экспертизе с обновленными критериями экспертизы изобретений, относящихся к ИИ [13]. В целом, согласно новым критериям, такие изобретения могут патентоваться, если алгоритм непосредственно технически связан с внутренней структурой компьютерной системы и предназначен для решения технических задач по повышению эффективности работы аппаратного обеспечения или улучшения получаемых результатов.

Большое количество публикаций и патентов свидетельствует об активных исследованиях в сфере ИИ, проводимых в Китае, но не о достигнутых возможностях. Для оценки уровня развития необходимо рассматривать другие показатели — в частности, количество значимых ИИ-моделей.

В исследованиях Epoch AI значимые модели выделяются на основе таких критериев, как инновационность на момент создания (передовые достижения), историческое влияние и высокая цитируемость. Примерами значимых моделей могут служить GPT-4o, Claude 3.5 и AlphaGeometry.

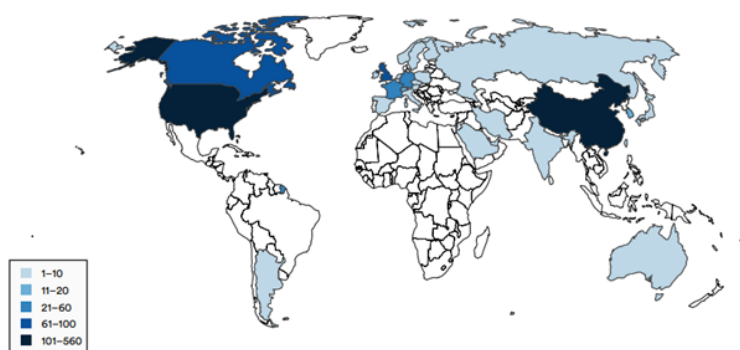
В 2024 г. США лидировали с 40 значимыми моделями ИИ, далее следовал Китай с 15 и Франция с тремя. Все лидеры выпустили меньше значимых моделей, чем в 2023 г., что может быть связано с такими факторами, как растущая сложность технологий, рост масштаба тренировки моделей и усложнение разработки новых подходов к моделированию. Распределение стран по суммарному количеству значимых моделей за период с 2003 по 2024 г. представлено на рис. 4.

Значимым на различных этапах жизненного цикла ИИ является процесс инженерии данных для ИИ. Как указано в ГОСТ Р 71539-2024 (ИСО/МЭК 5338:2023)⁴, он заключается в обеспечении возможности использования данных для создания моделей ИИ и их верификации. Данные занимают центральное место в инженерии моделей машинного обучения, поскольку они используются для их обучения. Для эвристических моделей роль данных при создании модели более вторична, поскольку в этом случае они могут использоваться для поддержки инженерии знаний.

В результате успешного выполнения процесса инженерии данных для ИИ должны быть достигнуты следующие результаты:

- выявлены требуемые данные и наборы данных, проведен анализ выборок из них и организовано их получение;
- обучающие данные и при необходимости валидационные (проверочные) данные подготовлены, отформатированы и сделаны доступными для моделей машинного обучения;
- подготовлены тестовые данные для валидации и/или верификации;
- подготовлены данные для ручного анализа, проводимого ради достижения более глубокого понимания с целью поддержки процессов инженерии данных для ИИ и инженерии моделей;
- выявлены автоматизированные процессы (если таковые имеются) для извлечения, преобразования и загрузки данных;
- любая запись и любое использование персональных данных в составе данных соответствуют применимым законам и нормативно-правовым требованиям;
- подготовлены артефакты (такие как метаданные) для отслеживания, документирования и поддержки данных и автоматизированных процессов, включая процесс управления конфигурацией;
- данные своевременно удаляются;
- обеспечено управление мультимодальными данными.

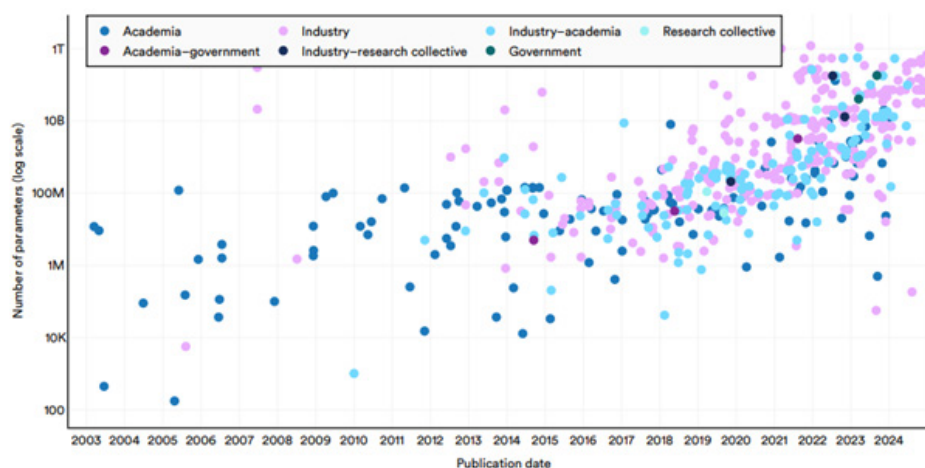
⁴ ГОСТ Р 71539-2024 (ИСО/МЭК 5338:2023) (ISO/IEC 5338:2023) (2024) Искусственный интеллект. Процессы жизненного цикла системы искусственного интеллекта. Artificial intelligence. AI system life cycle processes (ISO/IEC 5338:2023, Information technology – Artificial intelligence – AI system life cycle processes, MOD), М.: Российский институт стандартизации.



Источник: [16]

Рис. 4. Количество значимых моделей ИИ по странам (суммарно за 2003–2024 гг.)

Fig. 4. Number of significant AI models by country (cumulative for 2003–2024)



Источник: [16]

Рис. 5. Динамика изменения числа параметров моделей ИИ (по секторам)

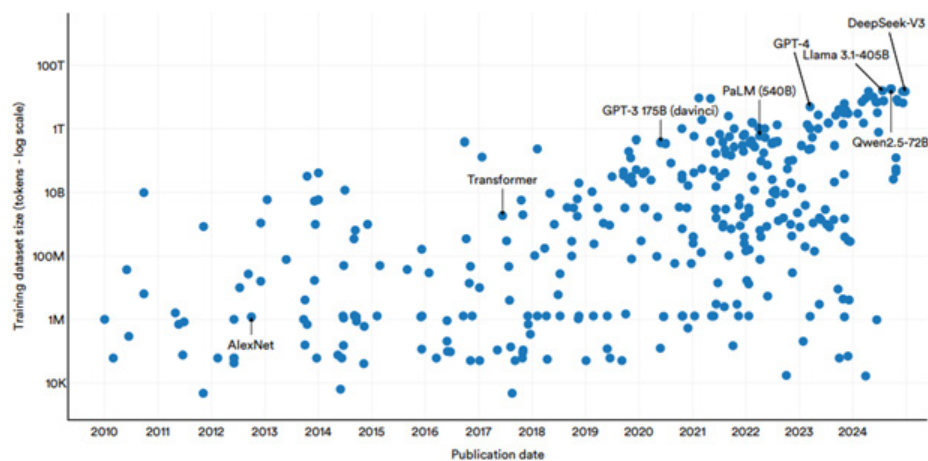
Fig. 5. Dynamics of changes in the number of parameters of AI models (by sector)

Реализация обучения модели и процесса инженерии данных в значительной степени определяет продолжительность этапов жизненного цикла ИИ.

Среди ключевых факторов, определяющих развитие цифровой инновации, основанной на ИИ, необходимо указать количество параметров модели.

Параметры в моделях машинного обучения — это числовые значения, полученные в ходе обучения и определяющие, как модель интерпретирует входные данные и делает прогнозы. Модели с большим количеством параметров требуют больше данных для обучения, но могут выполнять больше задач и, как правило, превосходят модели с меньшим количеством параметров.

На рис. 5 представлена динамика количества параметров моделей. С 2010 г. начинается резкое увеличение количества параметров, что связано с ростом сложности архитектуры моделей, развитием аппаратного обеспечения и инфраструктуры для хранения данных, повышением доступности данных. Эта тенденция более ярко проявляется в промышленном секторе. Каждый сектор выделяет значительные финансовые ресурсы на вычислительные затраты для обучения моделей.



Источник: [16]

Рис. 6. Динамика изменения размеров наборов данных, используемых для обучения ИИ

Fig. 6. Dynamics of changes in the sizes of data sets used for AI training

Увеличение числа параметров модели сопровождается ростом объема данных, используемых для обучения. Динамика изменения размеров наборов данных, использованных для обучения, представлена на рис. 6. Модель Transformer, выпущенная в 2017 г. и ставшая революционной в области больших языковых моделей, была обучена примерно на 2 млрд токенов. К 2020 г. GPT-3 175B — одна из моделей, лежащих в основе оригинальной модели ChatGPT, — была обучена примерно на 374 млрд токенов. Модель Llama 3.3, выпущенная летом 2024 г., была обучена примерно на 15 трлн токенов. По данным Epoch AI, наборы данных для обучения больших языковых моделей удваиваются примерно каждые восемь месяцев [16].

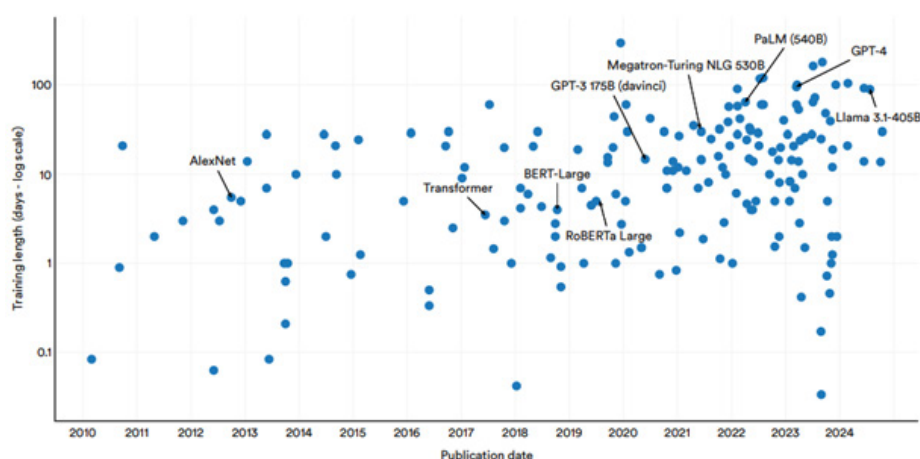
Обучение моделей на все более обширных наборах данных привело к значительному увеличению времени обучения (рис. 7).

Современным моделям, таким как Llama 3.1, требуется около 90 дней на обучение. Обучение Gemini 1.0 Ultra от Google, выпущенной в конце 2023 г., заняло около 100 дней. Это значительно отличается от срока обучения AlexNet, одной из первых моделей, использующих графические процессоры для повышения производительности, которая в 2012 г. обучилась всего за 5–6 дней. При этом обучение AlexNet проходило на гораздо менее совершенном оборудовании.

Как правило, сложность модели и размер обучающего набора данных напрямую влияют на объем необходимых вычислений. Чем сложнее модель и чем больше объем обучающих данных, тем больше вычислительных ресурсов требуется. До финального тренировочного запуска исследователи на этапе НИОКР проводят множество тестовых запусков. Совокупная стоимость нескольких запусков и подготовки необходимых наборов данных определяет высокие затраты на полное обучение модели. Однако для сопоставимости результатов целесообразно рассматривать потребность в ресурсах для одного запуска (финального). На рис. 8 представлены объемы обучающих вычислений, необходимые для моделей машинного обучения в разрезе секторов.

Потребность в вычислительных ресурсах растет экспоненциально. Удвоение происходит каждые пять месяцев — быстрее, чем растет объем наборов данных для обучения. Например, AlexNet (2012) требовала для обучения примерно 470 петафлопс, Transformer (2017) — около 7400 петафлопс, GPT-4o от OpenAI, одна из современных базовых моделей, — 38 млрд петафлопс (рис. 9).

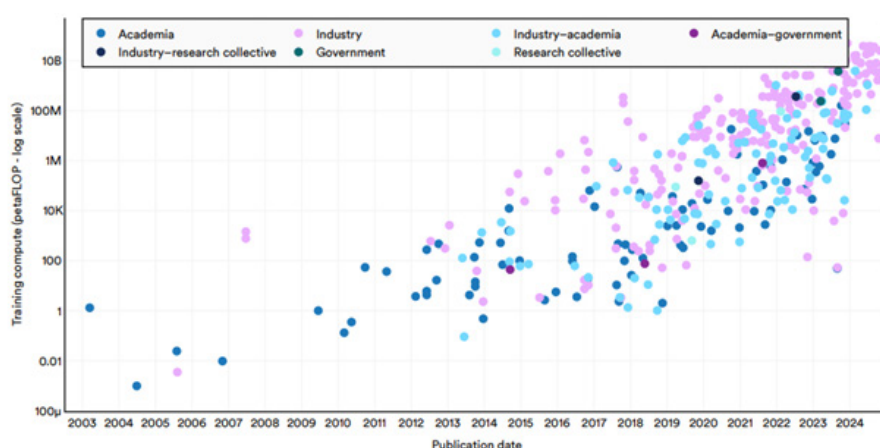
Существует прямая корреляция между стоимостью обучения моделей ИИ и их вычислительными требованиями. Как показано на рис. 10, модели с более высокими вычислительными потребностями в обучении стоят значительно дороже.



Источник: [16]

Рис. 7. Продолжительность обучения моделей

Fig. 7. Duration of model training



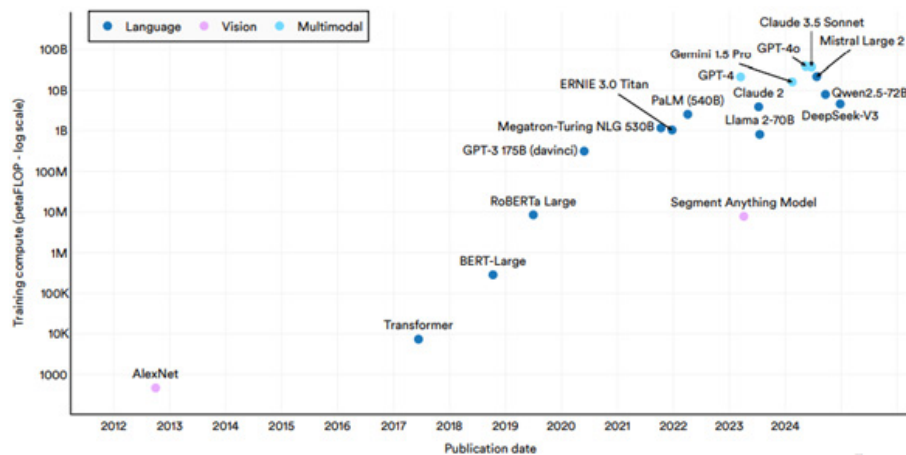
Источник: [16]

Рис. 8. Потребность в вычислительных ресурсах для обучения моделей ИИ (по секторам)

Fig. 8. Computational resource requirements for training AI models (by sector)

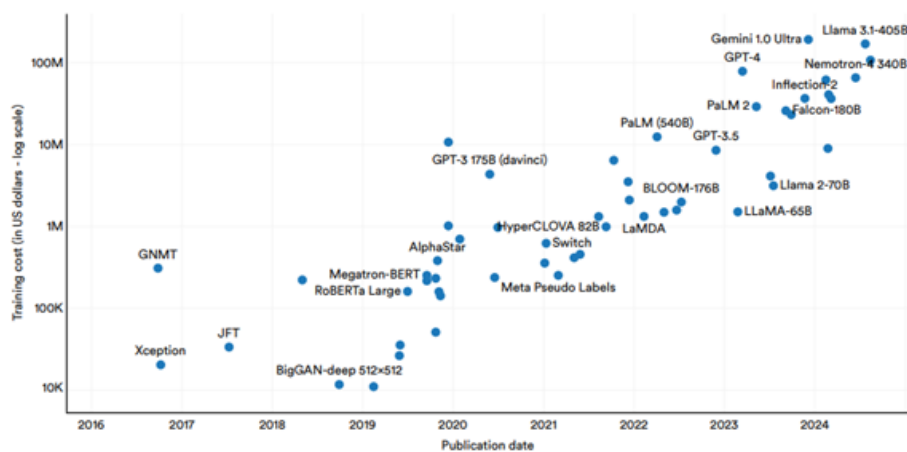
Быстрый рост спроса на вычислительные ресурсы (и, как следствие, рост стоимости обучения модели) имеет важные последствия. Корпорации, как правило, имеют больший доступ к вычислительным и финансовым ресурсам, чем академические учреждения. Это приводит к изменению списка ключевых акторов в сфере инноваций, основанных на ИИ. В последние годы большая часть ведущих моделей ИИ разрабатывается в промышленности.

Erosch AI классифицирует модели на основе их источника: промышленность включает такие компании, как Google, Meta и OpenAI; академический сектор — такие университеты, как Цинхуа, Массачусетский технологический институт и Оксфорд; правительственный сектор — такие государственные исследовательские институты, как Институт ИИ Алана Тьюринга в Великобритании и Институт технологических инноваций Абу-Даби; исследовательские коллективы включают такие некоммерческие исследовательские организации в области ИИ, как Институт ИИ Аллена и Институт Фраунгофера. На рис. 11 показано отраслевое происхождение значимых релизов ИИ по году выпуска моделей.



Источник: [16]

Рис. 9. Потребность в вычислительных ресурсах для обучения значимых моделей ИИ
Fig. 9. Computational resource requirements for training meaningful AI models



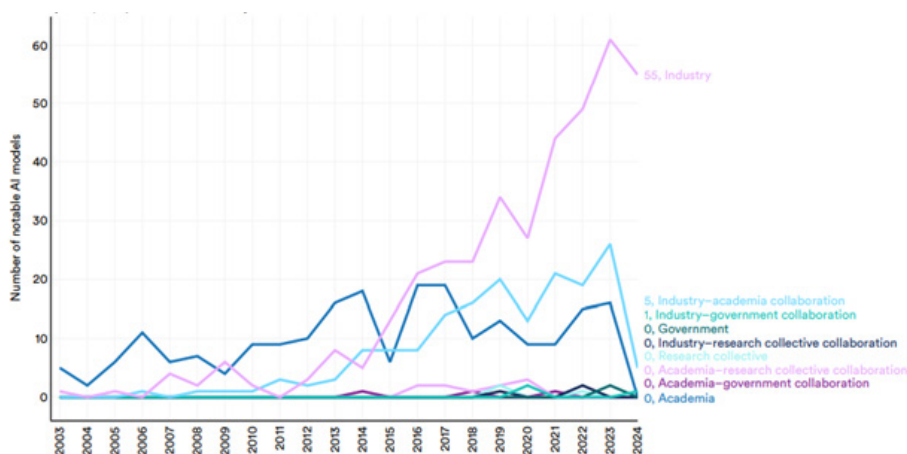
Источник: [16]

Рис. 10. Затраты на обучение моделей ИИ
Fig. 10. Costs of training AI models

До 2014 г. академический сектор лидировал по выпуску моделей машинного обучения. В последующие годы промышленность вышла на первое место. По данным Epoch AI, в 2024 г. промышленность выпустила 55 заметных моделей ИИ. В том же году Epoch AI не выявила ни одной заметной модели ИИ, созданной в академической среде. Со временем сотрудничество между промышленностью и наукой способствовало появлению все большего числа моделей. Доля известных моделей ИИ, созданных в промышленности, неуклонно росла за последнее десятилетие, достигнув 90,2% в 2024 г.

Факторы, влияющие на продолжительность этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на ИИ, представлены в табл. 3.

Для автоматизации и стандартизации процессов на протяжении всего жизненного цикла модели машинного обучения (от разработки и тестирования до развертывания, мониторинга и управления) применяется методология MLOps. MLOps устраняет разрыв между этапами разработки и эксплуатации цифровой инновации, основанной на ИИ [17–19].



Источник: [16]

Рис. 11. Распределение значимых моделей ИИ (по секторам)

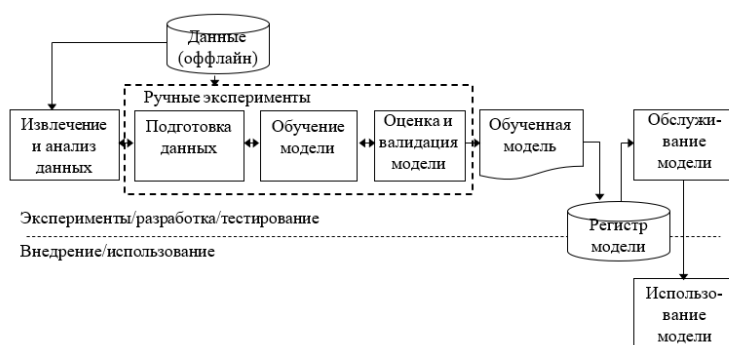
Fig. 11. Distribution of significant AI models (by sector)

**Таблица 3. Факторы, влияющие на продолжительность этапов
жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на ИИ**

Table 3. Factors influencing the duration of life cycle stages of digital innovations based on AI

Фактор	Характеристика
Наличие и доступность исходных данных	Инновации, предназначенные для решения различных задач, требуют различных исходных данных (тексты, изображения, видеозаписи и т.д.). Степень доступности информации отличается. Например, для языковых моделей могут использоваться тексты, размещенные в свободном доступе в интернете. Для специализированных моделей (таких, как медицинские) необходимо предварительно собрать результаты наблюдений или исследований.
Качество исходных данных	Подготовка данных предусматривает выборку, очистку, генерацию признаков, интеграцию, форматирование, разделение на обучающий, валидационный и тестовый датасеты.
Количество параметров модели	Увеличение числа параметров приводит к росту продолжительности обучения.
Доступные вычислительные ресурсы [14]	Большие вычислительные мощности позволяют ускорить процессы (в частности, обучения).
Уровень компетенций сотрудников, их релевантность задачам [15]	Компетенции ответственных сотрудников определяют результативность деятельности на каждом этапе жизненного цикла, скорость выполнения процессов, риски ошибок.
Организационная зрелость	Эффективность процессов зависит от корпоративной культуры, коммуникаций между участниками, методологии разработки.
Степень автоматизации процессов и повторного использования результатов	Уровень развития инфраструктуры в организации.
Используемый технологический стек	Применение библиотек, модулей, языков программирования, технологических платформ и прочих средств.
Факторы внешней среды	Факторы макроуровня (политические, экономические, социальные).

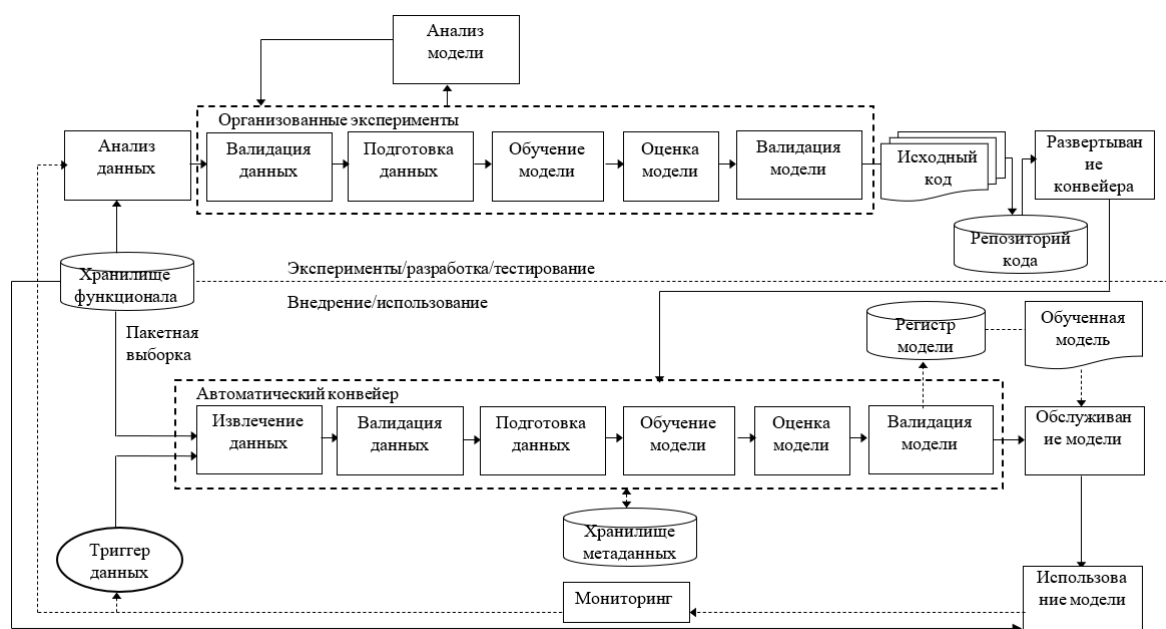
Источник: составлено Б.Ш. Собировым



Источник: составлено Б.Ш. Собировым

Рис. 12. Процессы жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на ИИ, на нулевом уровне зрелости MLOps

Fig. 12. Lifecycle processes of digital innovations based on AI at zero level of MLOps maturity



Источник: составлено Б.Ш. Собировым

Рис. 13. Процессы жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на ИИ, на первом уровне зрелости MLOps

Fig. 13. Life cycle processes of digital innovations based on AI at the first level of MLOps maturity

Нулевой уровень зрелости MLOps – ручной [20] – предполагает отсутствие автоматизации процессов обработки данных, проведения экспериментов и развертывания модели. Все процессы выполняют data-специалисты, инженеры по обработке данных и разработчики, отвечающие за интеграцию модели с бизнес-процессами и другими программными продуктами. Специалисты по данным передают обученную модель в качестве артефакта команде инженеров для развертывания. Из-за этого высок риск несогласованности этапов обучения и эксплуатации [21]. Схема процессов на нулевом уровне зрелости представлена на рис. 12.

Первый уровень зрелости характеризуется автоматизацией конвейера машинного обучения (рис. 13). Благодаря внедрению инструментов автоматизации проверки данных и модели, а также управления метаданными производится автоматизация процессов использования новых данных для повторного обучения в рабочей среде [22].

На первом уровне зрелости этапы эксперимента четко организованы, а переход между этапами автоматизирован. Модель автоматически обучается в рабочем процессе на основе свежих данных. Конвейер обеспечивает связь между средой разработки или эксперимента, препродуктивной и продуктивной средами. Как правило, процесс построения подобного конвейера представляет собой очень сложную задачу, решаемую многократно, методом проб и ошибок [23]. Информация о каждом выполнении конвейера машинного обучения регистрируется, что позволяет выявлять ошибки и аномалии.

Второй уровень зрелости позволяет быстро исследовать новые идеи в области проектирования признаков, архитектуры и параметров моделей. Он характеризуется особенностями, представленными в табл. 4.

Таблица 4. Характеристики этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на ИИ, на втором уровне зрелости MLOps
Table 4. Characteristics of the life cycle stages of digital innovations based on AI at the second level of MLOps maturity

Процесс	Характеристика
Разработка и эксперименты	Итеративное тестирование новых алгоритмов машинного обучения и новых моделей. Результат этапа – исходный код этапов конвейера машинного обучения.
Интеграция конвейера	Осуществляется непрерывная сборка исходного кода и тестирование [24]. Результат этапа – компоненты конвейера для последующего развертывания.
Поставка по конвейеру	Непрерывное развертывание артефактов в целевую среду. Результат этапа – развернутый конвейер с новой реализацией модели.
Запуск	Автоматизированный запуск конвейера в рабочей среде по расписанию или при наступлении определенных событий (триггер). Результат этого этапа – обученная модель, которая помещается в реестр моделей.
Мониторинг	Сбор статистики эффективности модели в режиме реального времени. Результат этого этапа – триггер запуска конвейера или нового цикла эксперимента. Непрерывный мониторинг и обратная связь гарантируют, что модели остаются эффективными и адаптируются к изменяющимся данным [25, 26].

Источник: составлено Б.Ш. Собировым

Оценка уровня зрелости необходима для совершенствования процессов разработки, тестирования и внедрения [27], что способствует сокращению продолжительности подготовительных (предшествующих использованию инновации) этапов жизненного цикла. Для обеспечения гибкости процесса MLOps и его компонентов целесообразно использовать комбинацию инструментов с открытым кодом и корпоративных решений [28, 29].

Таким образом, цифровые инновации на основе ИИ имеют четко выраженную структуру жизненного цикла, состоящую из нескольких ключевых этапов. Успешность внедрения и эксплуатации цифровых инноваций зависит от множества факторов, включая факторы внешней и внутренней среды. На структуру и продолжительность этапов жизненного цикла цифровой инновации, основанной на использовании ИИ, действуют как внешние, так и внутренние факторы – от макросреды до организационной зрелости, специфики организации процессов и доступных ресурсов в организации и характеристик самой рассматриваемой инновации (таких, как число параметров модели). Существование поддерживающей экосистемы (инвесторы, стартапы, научные учреждения) является ключевым фактором для развития и успешного внедрения ИИ-решений.

Заключение

Структура жизненного цикла цифровой инновации в значительной степени определяется жизненным циклом базовой для нее информационной системы. В то же время необходимо учитывать, что цифровая инновация не ограничивается технологической платформой.

Цифровая инновация предполагает выполнение цикла повторяющихся шагов, ориентированных на непрерывное совершенствование и гибкую реакцию на изменение условий внешней среды.

Анализ тенденции развития цифровых инноваций, основанных на ИИ, показал, что зафиксирован значительный рост числа патентов в сфере ИИ – с 1999 в 2010 г. до 62264 в 2022 г. Лидером по этому показателю является Китай – так, в 2022 г. было выдано 35315 патентов, что больше, чем суммарно во всех остальных странах.

Среди ключевых факторов, определяющих развитие цифровой инновации, основанной на ИИ, необходимо указать количество параметров модели. С 2010 г. начинается резкое увеличение количества параметров, что связано с ростом сложности архитектуры моделей, развитием аппаратного обеспечения и инфраструктуры для хранения данных, повышением доступности данных. Эта тенденция более ярко проявляется в промышленном секторе. Отрасль выделяет значительные финансовые ресурсы на вычислительные затраты для обучения моделей.

Среди факторов, влияющих на продолжительность различных этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на ИИ, мы выделили факторы внешней и внутренней среды (качество исходных данных, количество параметров модели, доступные вычислительные ресурсы, уровень компетенций сотрудников, организационная зрелость, степень автоматизации процессов, используемый технологический стек).

На различных этапах жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на ИИ, протекают разные процессы, зависящие от уровня развития методологии управления. Оценка уровня зрелости необходима для совершенствования процессов разработки, тестирования и внедрения, что способствует сокращению продолжительности предшествующих использованию инновации этапов жизненного цикла.

Для автоматизации и стандартизации процессов на протяжении всего жизненного цикла модели машинного обучения (от разработки и тестирования до развертывания, мониторинга и управления) применяется методология MLOps, уровнем зрелости которой в значительной степени определяется продолжительность этапов жизненного цикла цифровой инновации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Шагеев А.Э. (2023) Цифровые инновации в современном мире: отличительные черты, предпосылки и возможности использования. *Российские регионы в фокусе перемен*, 845–848.
2. Силкина Г.Ю., Шабан А.П. (2023) Цифровые инновации: сущностные характеристики и особенности. *π-Economy*, 16 (5), 51–62. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16504>
3. Абрамов И.В., Лукина Ю.Д., Абрамов В.И. (2022) Обеспечение развития аддитивных технологий в России в условиях санкций. *Российский экономический вестник*, 5 (4), 198–204.
4. Рыжкова А. (2023) *Тренды цифровой трансформации отраслей, в том числе с помощью технологий ИИ*. Опыт России, М.: МГИМО.
5. Мальцева И.Ф., Шульгина Ю.В. (2024) Использование систем искусственного интеллекта в управленческих и производственных процессах. *Естественно-гуманитарные исследования*, 5 (55), 220–228.
6. Ватлина Л.В., Плотников В.А. (2023) Цифровизация и инновационное развитие экономики. *Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета*, 1 (139), 106–113.

7. WIPO (2020) *WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence*. [online] Available at: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf [Accessed 24.08.2025].
8. Rai A., Constantinides P., Sarker S. (2019) Next-Generation Digital Platforms: Toward Human-AI Hybrids. *MIS Quarterly*, 43, 1, iii–ix.
9. Агентство промышленного развития Москвы (2025) *Технологии искусственного интеллекта*. [online] Available at: <https://apr.moscow/content/data/6/11%20Технологии%20искусственного%20интеллекта.pdf> [Accessed 31.08.2025].
10. ИСИЭЗ (2024) *Публикационная активность в области ИИ: основные тренды*. [online] Available at: <https://issek.hse.ru/news/954002759.html> [Accessed 5.09.2025].
11. Mariani M.M., Machado I., Magrelli V., Dwivedi Y.K. (2023) Artificial intelligence in innovation research: A systematic review, conceptual framework, and future research directions. *Technovation*, 122, art. no. 102623. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102623>
12. Бледнов К. (2024) Патентование изобретений, включающих в себя системы искусственного интеллекта. *Инженер*, 6, 14–16.
13. CNIPA (2023) *The Fourth Interpretation of the Revisions to the Patent Examination Guidelines (2023) – Examination of Patent Applications for Invention Involving Computer Programs*. [online] Available at: https://www.cnipa.gov.cn/art/2024/1/18/art_2199_189877.html [Accessed 4.09.2025].
14. Попова О.Б., Кокоуров П.В. (2025) Исследование зависимости скорости и качества работы модели машинного обучения от заранее выбранных параметров. *Машиностроение: сетевой электронный научный журнал*, 12 (2), 24–29. DOI: <https://doi.org/10.24892/RIJIE/20250205>
15. Вертакова Ю.В., Плотников В.А. (2024) Организационно-управленческий подход к формированию и развитию цифровых компетенций работников в условиях Индустрии 5.0. *Экономическое возрождение России*, 4 (82), 71–92. DOI: <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2024-4-82-71-92>
16. Maslej N., Fattorini L., Perrault R. et al. (2025) *The AI Index 2025 Annual Report*. [online] Available at: https://hai.stanford.edu/assets/files/hai_ai_index_report_2025.pdf [Accessed 6.09.2025].
17. Fitzgerald B., Stol K.-J. (2017) Continuous software engineering: A roadmap and agenda. *Journal of Systems and Software*, 123, 176–189. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.06.063>
18. Sundberg L., Holmström J. (2023) Democratizing artificial intelligence: How no-code AI can leverage machine learning operations. *Business Horizons*, 66 (6), 777–788. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2023.04.003>
19. Liu Y., Ling Z., Huo B., Wang B., Chen T., Mouine E. (2020) Building A Platform for Machine Learning Operations from Open Source Frameworks. *IFAC-PapersOnLine*, 53 (5), 704–709. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.04.161>
20. Ямиков Р.Р., Григорян К.А. (2022) Анализ и разработка конвейера MLOps для развертывания моделей машинного обучения. *Электронные библиотеки*, 25 (2), 177–196. DOI: <https://doi.org/10.26907/1562-5419-2022-25-2-177-196>
21. Google Cloud: Cloud Architecture Center (2025) *MLOps: Continuous delivery and automation pipelines in machine learning*. [online] Available at: <https://cloud.google.com/architecture/mlops-continuous-delivery-and-automation-pipelines-in-machine-learning?ref=hackernoon.com> [Accessed 8.09.2025].
22. Бадулин А.С. (2022) Принципы автоматизации процесса разработки и построения конвейера машинного обучения. *Вопросы устойчивого развития общества*, 6, 844–849.
23. Болодурина И.П., Парфенов Д.И., Шухман А.Е., Забродина Л.С. (2021) Автоматизированное машинное обучение: обзор возможностей современных платформ анализа данных. *Системная инженерия и информационные технологии*, 3 (1 (5)), 50–57.
24. Куприянов С.И., Радченко И.А. (2023) О подходе к построению интеллектуальных систем на основе парадигмы MLOps. *Научно-технический вестник Поволжья*, 9, 158–161.
25. Vänskä S., Kemell K.-K., Mikkonen T., Abrahamsson P. (2024) Continuous Software Engineering Practices in AI/ML Development Past the Narrow Lens of MLOps: Adoption Challenges. *e-Informatica Software Engineering Journal*, 18 (1), art. no. 240102. DOI: <https://doi.org/10.37190/e-Inf240102>
26. Zarour M., Alzabut H., Al-Sarayreh K.T. (2025) MLOps best practices, challenges and maturity models: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 183, art. no. 107733, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2025.107733>



27. Marquez R., Rodriguez M., Verdugo J., Romero F.P., Piattini M. (2025) An Artificial Intelligence maturity assessment framework based on international standards. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 159 (B), art. no. 111637. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2025.111637>
28. Kreuzberger D., Kühl N., Hirschl S. (2023) Machine Learning Operations (MLOps): Overview, Definition, and Architecture. *IEEE Access*, 11, 31866–31879. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3262138>
29. Amrit C., Narayanappa A.K. (2025) An analysis of the challenges in the adoption of MLOps. *Journal of Innovation & Knowledge*, 10 (1), art. no. 100637. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100637>

REFERENCES

1. Shageev A. (2023) Digital Innovations in the Modern World: Distinctive Features, Prerequisites and Possibilities of Use. *Rossiiskie regiony v fokuse peremen [Russian regions in the spotlight of change]*, 845–848.
2. Silkina G.Yu., Shaban A.P. (2023) Digital innovation: essential characteristics and features. *π-Economy*, 16 (5), 51–62. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16504>
3. Abramov I.V., Lukina Yu.D., Abramov V.I. (2022) Prospects and problems of the use of additive technologies in Russia under the anti-Russian sanctions. *Russian Economic Bulletin*, 5 (4), 198–204.
4. Ryzhkova A. (2023) *Trendy tsifrovoy transformatsii otraslei, v tom chisle s pomoshch'iu tekhnologii II. Opyt Rossii [Trends in digital transformation of industries, including through AI technologies. The Russian experience]*, Moscow: MGIMO.
5. Maltseva I.F., Shulgina Yu.V. (2024) The use of artificial intelligence systems in management and production processes. *Natural-Humanitarian Studies*, 5 (55), 220–228.
6. Vatlina L.V., Plotnikov V.A. (2023) Digitalization and innovative development of the economy. *Izvestiâ Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo èkonomicheskogo universiteta*, 1 (139), 106–113.
7. WIPO (2020) *WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence*. [online] Available at: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf [Accessed 24.08.2025].
8. Rai A., Constantinides P., Sarker S. (2019) Next-Generation Digital Platforms: Toward Human-AI Hybrids. *MIS Quarterly*, 43, 1, iii–ix.
9. Agentstvo promyshlennogo razvitiia Moskvyy [Moscow Industrial Development Agency] (2025) *Tekhnologii iskusstvennogo intellekta [AI Technologies]*. [online] Available at: <https://apr.moscow/content/data/6/11%20Технологии%20искусственного%20интеллекта.pdf> [Accessed 31.08.2025].
10. ISIEZ (2024) *Publikatsionnaya aktivnost' v oblasti II: osnovnye trendy [Publication activity in the field of AI: main trends]*. [online] Available at: <https://issek.hse.ru/news/954002759.html> [Accessed 5.09.2025].
11. Mariani M.M., Machado I., Magrelli V., Dwivedi Y.K. (2023) Artificial intelligence in innovation research: A systematic review, conceptual framework, and future research directions. *Technovation*, 122, art. no. 102623. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102623>
12. Blednov K. (2024) Patentovaniye izobreteniy, vklyuchayushchikh v sebya sistemy iskusstvennogo intellekta. *Inzhener*, 6, 14–16.
13. CNIPA (2023) *The Fourth Interpretation of the Revisions to the Patent Examination Guidelines (2023) – Examination of Patent Applications for Invention Involving Computer Programs*. [online] Available at: https://www.cnipa.gov.cn/art/2024/1/18/art_2199_189877.html [Accessed 4.09.2025].
14. Popova O.B., Kokourov P.V. (2025) Study of the Dependence of the Speed and Quality of the Machine Learning Model on Pre-Selected Parameters. *Russian Internet Journal of Industrial Engineering*, 12 (2), 24–29. DOI: <https://doi.org/10.24892/RIJIE/20250205>
15. Vertakova Y.V., Plotnikov V.A. (2024) Organizational and Managerial Approach to Defining and Developing Digital Competences of Employees in the Context of Industry 5.0. *Economic Revival of Russia*, 4 (82), 71–92. DOI: <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2024-4-82-71-92>
16. Maslej N., Fattorini L., Perrault R. et al. (2025) *The AI Index 2025 Annual Report*. [online] Available at: https://hai.stanford.edu/assets/files/hai_ai_index_report_2025.pdf [Accessed 6.09.2025].
17. Fitzgerald B., Stol K-J. (2017) Continuous software engineering: A roadmap and agenda. *Journal of Systems and Software*, 123, 176–189. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.06.063>

18. Sundberg L., Holmström J. (2023) Democratizing artificial intelligence: How no-code AI can leverage machine learning operations. *Business Horizons*, 66 (6), 777–788. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2023.04.003>
19. Liu Y., Ling Z., Huo B., Wang B., Chen T., Mouine E. (2020) Building A Platform for Machine Learning Operations from Open Source Frameworks. *IFAC-PapersOnLine*, 53 (5), 704–709. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.04.161>
20. Yamikov R.R., Grigorian K.A. (2022) Analysis and development of the MLOps pipeline for ml model deployment. *Russian Digital Libraries Journal (RDLJ)*, 25 (2), 177–196. DOI: <https://doi.org/10.26907/1562-5419-2022-25-2-177-196>
21. Google Cloud: Cloud Architecture Center (2025) *MLOps: Continuous delivery and automation pipelines in machine learning*. [online] Available at: <https://cloud.google.com/architecture/mlops-continuous-delivery-and-automation-pipelines-in-machine-learning?ref=hackernoon.com> [Accessed 8.09.2025].
22. Badulin A.S. (2022) Principles of automation of the process of development and building ml-pipeline. *Voprosy ustoichivogo razvitiia obshchestva [Issues of sustainable development of society]*, 6, 844–849.
23. Bolodurina I.P., Parfenov D.I., Shukhman A.E., Zabrodina L.S. (2021) Automated machine learning: overview of the capabilities of modern data analysis platforms. *Systems Engineering and Information Technologies*, 3 (1 (5)), 50–57.
24. Kupriianov S.I., Radchenko I.A. (2023) O podkhode k postroeniiu intellektual'nykh sistem na osnove paradigmy MLOps [On the approach to building intelligent systems based on the MLOps paradigm]. *Scientific and Technical Volga region Bulletin*, 9, 158–161.
25. Vänskä S., Kemell K.-K., Mikkonen T., Abrahamsson P. (2024) Continuous Software Engineering Practices in AI/ML Development Past the Narrow Lens of MLOps: Adoption Challenges. *e-Informatica Software Engineering Journal*, 18 (1), art. no. 240102. DOI: <https://doi.org/10.37190/e-Inf240102>
26. Zarour M., Alzabut H., Al-Sarayreh K.T. (2025) MLOps best practices, challenges and maturity models: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 183, art. no. 107733, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2025.107733>
27. Marquez R., Rodriguez M., Verdugo J., Romero F.P., Piattini M. (2025) An Artificial Intelligence maturity assessment framework based on international standards. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 159 (B), art. no. 111637. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2025.111637>
28. Kreuzberger D., Kühl N., Hirschl S. (2023) Machine Learning Operations (MLOps): Overview, Definition, and Architecture. *IEEE Access*, 11, 31866–31879. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3262138>
29. Amrit C., Narayanappa A.K. (2025) An analysis of the challenges in the adoption of MLOps. *Journal of Innovation & Knowledge*, 10 (1), art. no. 100637. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100637>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ВЕРТАКОВА Юлия Владимировна

E-mail: vertakova7@yandex.ru

Yulia V. VERTAKOVA

E-mail: vertakova7@yandex.ru

ШУЛЬГИНА Юлия Валерьевна

E-mail: jvl@inbox.ru

Yulia V. SHULGINA

E-mail: jvl@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7619-9579>



СОБИРОВ Бежан Шукриллович

E-mail: bejan.sobirov@gmail.com

Bezhan Sh. SOBIROV

E-mail: bejan.sobirov@gmail.com

Поступила: 30.09.2025; Одобрена: 21.10.2025; Принята: 21.10.2025.

Submitted: 30.09.2025; Approved: 21.10.2025; Accepted: 21.10.2025.

Научная статья

УДК 004.8

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18507>

EDN: <https://elibrary/DDBOJU>



ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК КЛЮЧЕВОЙ ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Н.В. Барсегян , А.И. Шинкевич  

Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Казань, Российская Федерация

 ashinkevich@mail.ru

Аннотация. Актуальность данного исследования обусловлена острой необходимостью обеспечения технологического суверенитета и экономической устойчивости России в контексте глобальных экологических вызовов и беспрецедентного санкционного давления. Ответом на эти системные риски является переход к новой парадигме экономического развития, основанной на глубокой интеграции искусственного интеллекта (ИИ) и природоподобных технологий (ППТ). Эта связка рассматривается как ключевой драйвер для преодоления сырьевой зависимости, повышения конкурентоспособности и перехода к модели циркулярной экономики. Целью исследования является систематизация и анализ ключевых ролей и функций ИИ как катализатора и интеграционной платформы для реализации принципов ППТ в различных секторах экономики. Методологическая основа исследования включает комплексный подход, объединяющий методы системного и сравнительного анализов, а также экономико-статистическую обработку данных официальных источников (Росстат, Минцифры России) и отраслевой аналитики РАЭК. В результате исследования предложена структурная модель, демонстрирующая синергетические эффекты интеграции ИИ и ППТ. На микроуровне подтверждено снижение операционных затрат предприятий на 15–30% за счет оптимизации ресурсопотребления. На мезоуровне выявлен потенциал формирования новых рынков вторичных ресурсов с объемом до 3–5% ВРП. На макроуровне прогнозируется снижение энергоемкости ВВП на 15–20%, что напрямую усилит экономическую безопасность страны. Оценен значительный рыночный потенциал сектора ИИ–ППТ, прогнозируемый к росту с 158 млрд руб. в 2024 г. до 450–600 млрд руб. к 2030 г. При этом идентифицированы ключевые барьеры, сдерживающие развитие: структурный кадровый дефицит (25–30 тыс. специалистов ежегодно), критический износ основных фондов (45–60%) и хронический недостаток венчурного финансирования. Сделан вывод, что интеграция ИИ и ППТ формирует новую технологическую и экономическую парадигму, а их ускоренное развитие является безусловным стратегическим императивом для диверсификации экономики и обеспечения долгосрочного технологического суверенитета Российской Федерации.

Ключевые слова: искусственный интеллект, природоподобные технологии, устойчивое развитие, технологический суверенитет, цифровая экосистема, индустрия 5.0

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Академии наук Республики Татарстан, предоставленного молодым кандидатам наук (постдокторантам) с целью защиты докторской диссертации, выполнения научно-исследовательских работ, а также выполнения трудовых функций в научных и образовательных организациях Республики Татарстан в рамках государственной программы Республики Татарстан «Научно-технологическое развитие Республики Татарстан» (соглашение №109/2024-ПД).

Для цитирования: Барсегян Н.В., Шинкевич А.И. (2025) Искусственный интеллект как ключевой инструмент развития природоподобных технологий. П-Economy, 18 (5), 100–112. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18507>

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18507>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A KEY TOOL FOR THE DEVELOPMENT OF NATURE-LIKE TECHNOLOGIES

N.V. Barsegyan , **A.I. Shinkevich**  Kazan National Research Technological University,
Kazan, Russian Federation ashinkevich@mail.ru

Abstract. The relevance of this study is driven by the acute need to ensure Russia's technological sovereignty and economic resilience in the context of global environmental challenges and unprecedented sanctions pressure. The response to these systemic risks is a transition to a new paradigm of economic development based on the deep integration of artificial intelligence (AI) and nature-like technologies (NLT). This combination is considered a key driver for overcoming resource dependency, enhancing competitiveness and transitioning to a circular economy model. The aim of the research is to systematize and analyze the key roles and functions of AI as a catalyst and integration platform for implementing the principles of NLT across various economic sectors. The methodological framework of the study involves a comprehensive approach, combining methods of systemic and comparative analysis, as well as economic and statistical processing of data from official sources (Rosstat, the Russian Ministry of Digital Development) and industry analytics from RAEC. As a result of the study, a structural model is proposed, demonstrating the synergistic effects of integrating AI and NLT. At the micro-level, a 15–30% reduction in corporate operating costs through the optimization of resource consumption is confirmed. At the meso-level, the potential for the formation of new secondary resource markets with a volume of up to 3–5% of the GRP is identified. At the macro-level, a 15–20% reduction in the GDP energy intensity is forecasted, which will directly enhance the country's economic security. The significant market potential of the AI–NLT sector is assessed, with projections indicating growth from 158 billion rubles in 2024 to 450–600 billion rubles by 2030. Key barriers hindering development have been identified: a structural personnel shortage (25–30 thousand specialists annually), critical wear and tear of fixed assets (45–60%) and a chronic lack of venture financing. It is concluded that the integration of AI and NLT is forming a new technological and economic paradigm, and their accelerated development is an unconditional strategic imperative for diversifying the economy and ensuring the long-term technological sovereignty of the Russian Federation.

Keywords: artificial intelligence, nature-like technologies, sustainable development, technological sovereignty, digital ecosystem, industry 5.0

Acknowledgements: This research was financially supported by a grant from the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, awarded to young candidates of science (postdoctoral researchers) for the purpose of preparing a doctoral dissertation, conducting scientific research and fulfilling professional duties at scientific and educational institutions in the Republic of Tatarstan. The grant is provided within the framework of the state program of the Republic of Tatarstan "Scientific and Technological Development of the Republic of Tatarstan" (Agreement No. 109/2024-PD).

Citation: Barsegyan N.V., Shinkevich A.I. (2025) Artificial intelligence as a key tool for the development of nature-like technologies. *П-Economy*, 18 (5), 100–112. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18507>

Введение

Актуальность проведенного исследования обусловлена комплексом стратегических, научных и технологических факторов. На государственном уровне разработка и внедрение природоподобных технологий признаны одним из ключевых приоритетов, что закреплено в соответствующем Указе Президента РФ, а также напрямую связано с решением задач Стратегии научно-технологического развития, направленной на переход к передовым производственным

технологиям и достижение технологического суверенитета страны. В условиях глобальных вызовов способность создавать высокотехнологичные, замкнутые и ресурсоэффективные производственные системы, аналогичные природным, становится вопросом национальной конкурентоспособности и безопасности. Параллельно в мировом научном сообществе наблюдается экспоненциальный рост числа публикаций на стыке искусственного интеллекта (ИИ) и устойчивого развития, что свидетельствует о формировании новой междисциплинарной парадигмы.

Антропогенное воздействие на биосферу, выраженное в истощении природных ресурсов, нарастании экологического дисбаланса и изменении климата, актуализирует поиск принципиально новых путей технологического развития. Сложившаяся линейная экономическая модель «добыть – произвести – выбросить» демонстрирует свою исчерпанность, требуя перехода к парадигме устойчивого развития. Ответом на этот глобальный вызов становится концепция природоподобных технологий (ППТ), которые не противопоставляются природе, а напротив, функционируют по ее законам, обеспечивая высокую ресурсоэффективность, замкнутость материальных и энергетических потоков и минимальное негативное воздействие на окружающую среду. Философской основой данной концепции служит учение В.И. Вернадского о ноосфере [4] – сфере разума, где человеческая деятельность становится определяющим геологическим фактором, что накладывает особую ответственность за гармонизацию взаимоотношений техносферы и биосферы.

Технологическим воплощением этого подхода являются принципы биомиметики [18], предлагающей заимствовать у природы проверенные временем паттерны и стратегии, и «циркулярной экономики» [27], ориентированной на создание безотходных производственных циклов по аналогии с природными экосистемами. Однако практическая реализация ППТ сталкивается с фундаментальной сложностью: природные системы обладают нелинейностью, сверхсложностью и способностью к адаптации, что традиционно превосходит возможности классических инженерных методов управления.

Именно здесь на первый план выходит ИИ, выступающий ключевым фактором, позволяющим перейти от теоретической концепции ППТ к их практической реализации. Способность ИИ к обработке больших данных, самообучению, распознаванию сложных паттернов и многокритериальной оптимизации делает его идеальным инструментом для проектирования и управления системами, сопоставимыми по сложности с природными. Современные исследования демонстрируют эффективность ИИ в таких областях, как создание интеллектуальных энергосистем, генеративный дизайн новых материалов, оптимизация производственных процессов и автономное управление экологическими параметрами на основе обучения с подкреплением. Таким образом, формируется новая исследовательская область на стыке наук, требующая системного анализа и обобщения.

Литературный обзор

Проведение литературного обзора требует комплексного подхода, объединяющего теоретико-методологические основы, сформулированные в работах российских ученых, с конкретными технологическими решениями и прикладными исследованиями, широко представленными в международной научной периодике. Настоящий обзор синтезирует эти два пласта, выстраивая целостную систему взглядов на роль ИИ как драйвера развития ППТ.

Современное развитие концепции В.И. Вернадского [9] актуализирует ее для решения глобальных вызовов XXI века, таких как экологические кризисы и истощение ресурсов, что напрямую перекликается с взглядами В.В. Полякова, определяющего ППТ как инновационный ответ на эти вызовы [12].

На международном уровне концепция получает воплощение в виде принципов биомиметики [18] и «циркулярной экономики» «от колыбели до колыбели» [27]. Эти подходы, как и исследования А. Лебдиуи [26] об «инновационной политике, ориентированной на природоподобие»,

смещают акцент с минимизации вреда на создание безотходных, регенеративных систем, полностью интегрированных в природные циклы.

В российском контексте эта тема напрямую увязана с задачами технологического суверенитета [8] и переходом к Индустрии 5.0 [5, 17], где антропоцентричность и устойчивость выходят на первый план. Таким образом, ППТ становятся не только экологическим императивом, но и стратегическим национальным приоритетом [6].

Роль ИИ как системообразующего элемента ППТ раскрывается на всех уровнях — от создания новых материалов до управления сложными эколого-экономическими системами.

На микроуровне ИИ выступает как катализатор открытия новых решений. В то время как Т. Берталья и др. [19] и Д.К. Селвам, Ю. Девараджан [31] демонстрируют создание природоподобных материалов для энергохранилищ и гибридных систем, именно алгоритмы генеративного дизайна и машинного обучения позволяют ускорить этот процесс, находя оптимальные, бионические структуры. На уровне энергосистем работа Н.К. Гайтан и др. [23] является наглядным примером «природоподобного» управления, где ИИ обеспечивает устойчивость и эффективность гетерогенных сетей, основанных на возобновляемых источниках энергии, что коррелирует с трендами «зеленой» трансформации, отмечаемыми в нефтегазовом секторе [10].

Уровень производства и управления наиболее ярко иллюстрирует тезис об ИИ как о ядре ППТ. Исследования интеллектуального планирования [28] и Data-Driven управления [32] показывают, как ИИ создает гибкие, самонастраивающиеся производственные цепочки. Это прямое воплощение принципов, заложенных в концепции цифровых экосистем [7] и клиентоориентированных стратегий в цифровой экономике [16].

Ключевым примером является применение обучения с подкреплением (Reinforcement Learning) для автономного контроля параметров окружающей среды, как в работе Д.А. Гудларчи, Х.Д. Перейры [24]. Это природоподобное управление: система не следует жесткому алгоритму, а учится на взаимодействии со средой, подобно живому организму. Данный подход может быть экстраполирован на задачи природоподобного управления регионом [13], где ИИ, анализируя большие данные, может моделировать и оптимизировать социально-экономические и экологические процессы.

Классическая работа М.Р. Чертов [20] описывает промышленный симбиоз как готовую модель ППТ в масштабе региона. Однако ее потенциал может быть радикально усилен ИИ. Алгоритмы оптимизации [30] и роевого интеллекта [25] позволяют перейти от статичных синергий к динамическому поиску новых связей и оптимальному управлению материальными потоками в реальном времени. Это создает основу для устойчивого социально-экономического развития [1] и новой прорывной экономики [11], основанной на принципах замкнутых циклов.

Синтез идей показывает, что синергия ИИ и ППТ порождает качественно новый эффект: технологии перестают быть просто эффективными и становятся «живыми» в смысле их адаптивности, устойчивости и интеграции в природу.

Однако этому препятствуют системные вызовы:

1. Технологические и кадровые — «цифровой разрыв» в компетенциях, отмеченный в контексте технологического суверенитета, и сложность интеграции разнородных систем.
2. Методологические — необходимость развития комплексного подхода к определению ИИ [2] и методологии целеполагания [3] для цифровой эпохи.
3. Экономические — высокие первоначальные инвестиции и риски, требующие новых моделей управления, ориентированных на долгосрочную устойчивость, а не сиюминутную прибыль.

Таким образом, проведенный литературный обзор демонстрирует, что ИИ является не просто инструментом оптимизации в рамках старой парадигмы, а ключевым элементом технологического перехода к принципиально новой модели — природоподобной. Российские исследования

задают мощный концептуальный и стратегический каркас для этого перехода, в то время как международные прикладные работы предоставляют богатый арсенал конкретных методов и решений (машинное обучение, обучение с подкреплением, роевой интеллект). Их объединение позволяет создать теоретическую и практическую базу для реализации ППТ, что является критически важным условием для обеспечения устойчивого развития и технологического суверенитета России в XXI веке.

Цель и задачи исследования

Целью исследования является систематизация и анализ ключевых ролей и функций ИИ как катализатора и интеграционной платформы для реализации принципов ППТ в различных секторах экономики.

Задачи исследования:

- определить ключевую роль ИИ в реализации парадигмы ППТ;
- выявить системные вызовы внедрения связки ИИ–ППТ;
- предложить модель, отражающая синергетические эффекты интеграции ИИ и ППТ;
- оценить рыночный потенциал технологий ИИ и ППТ на основе комплексного анализа статистических данных.

Объектом исследования выступает процесс развития ППТ.

Предмет исследования — методы и механизмы ИИ, обеспечивающие его ключевую роль в развитии ППТ.

Методы и материалы

Для достижения поставленной цели и решения сформулированных задач в исследовании применялся комплекс взаимодополняющих методов, образующих единый методологический аппарат. Его ядро составили:

- 1) системный анализ — рассмотрение объекта изучения системы «ИИ– ППТ» как целостного комплекса взаимосвязанных элементов, что позволило выявить структуру системы, определив ее ключевые компоненты: концептуально-философский базис (ноосфера, биомиметика), технологический инструментарий (алгоритмы ИИ) и предметные области применения;
- 2) сравнительно-сопоставительный метод — проведение критического анализа и сопоставления различных подходов, представленных в источниках; сравнение трактовок базовых понятий в российских и международных исследованиях для выявления общих черт и специфики;
- 3) моделирование — разработка многоуровневой модели, структурирующей взаимосвязи между ИИ и ППТ для графического и концептуального представления системы, где ИИ выступает интеграционной платформой, связывающей концептуальный, технологический и прикладной уровни.

Таким образом, примененный комплекс методов обеспечил необходимую глубину, системность и обоснованность исследования, позволив не просто описать существующие разработки, а выйти на уровень теоретического обобщения и построения целостной научной концепции.

Результаты и обсуждение

Интеграция ИИ и ППТ переопределяет источники конкурентного преимущества, трансформирует структуру издержек и создает новые рынки. Для России ускоренное развитие этого направления является не экологическим выбором, а стратегической экономической необходимостью для диверсификации экономики, обеспечения суверенитета.

Внедрение связки ИИ–ППТ создает значительные возможности для обеспечения технологического суверенитета России, однако сопряжено с системными вызовами. Анализ позволяет выделить следующие критические аспекты.

Технологические риски включают зависимость от импорта вычислительного оборудования и программного обеспечения, что создает уязвимости в условиях санкционных ограничений. Особую озабоченность вызывает отставание в разработке отечественных программных решений для обучения нейросетей. Кадровый дефицит проявляется в недостатке специалистов, способных работать на стыке экологии, компьютерных наук и экономики – по оценкам, потребность в таких кадрах составляет 25–30 тыс. человек ежегодно.

Регуляторные барьеры связаны с отсутствием стандартов и методик оценки эффективности природоподобных решений, что затрудняет их внедрение в госзакупках и промышленности.

Экономические риски включают высокую капиталоемкость проектов – средняя стоимость внедрения ИИ-решений в ППТ составляет 150–200 млн руб., при этом срок окупаемости превышает 5–7 лет. Дополнительную сложность создает недостаточность данных для обучения ИИ-моделей – по оценкам, российские компании обладают в 3–5 раз меньшими объемами размеченных данных по сравнению с международными аналогами.

Внедрение ППТ формирует новую экономическую реальность, переход к которой характеризуется снижением ресурсоемкости ВВП, созданием рынков «замкнутого цикла» и изменением конкурентных преимуществ на глобальной арене. Нами предлагается структурная модель применения ИИ и ППТ на трех уровнях хозяйственной деятельности (рис. 1).

1. Микроуровень (уровень компании и продукта): экономика замкнутого цикла и снижение операционных издержек. На данном уровне ИИ и ППТ напрямую воздействуют на структуру издержек предприятия и формируют новые бизнес-модели:

- снижение материало- и энергоемкости продукции – использование генеративного дизайна и бионических конструкций, оптимизированных ИИ, позволяет радикально сократить количество сырья, необходимого для производства, без потери функциональности, что приводит к прямому снижению переменных издержек и уменьшению зависимости от волатильности цен на сырьевых рынках;

- переход от линейной к циркулярной бизнес-модели – ИИ делает возможным реализацию моделей «продукт-как-услуга»: производитель, используя цифрового двойника и предиктивную



Рис. 1. Структурная модель применения ИИ и ППТ на уровнях хозяйственной деятельности

Fig. 1. Structural model of the application of AI and NLT at the levels of economic activity

аналитику, может управлять всем жизненным циклом изделия, оптимизируя его ремонт, модернизацию, возврат и утилизацию компонентов;

- оптимизация операционной деятельности — самоорганизующиеся цепочки и прескриптивная аналитика сокращают простои оборудования, перерасход энергии и брак, что ведет к снижению операционных издержек и повышению производительности капитала.

2. Мезоуровень (уровень отрасли и региона) — формирование новых рынков и промышленный симбиоз. На этом уровне эффекты проявляются в изменении отраслевой структуры и региональной специализации:

- формирование рынков вторичных ресурсов и «зеленых» технологий — интеллектуальные платформы на базе ИИ, управляющие промышленным симбиозом, создают спрос и предложение на побочные продукты производства, формализуя и делая ликвидными те материальные потоки, которые ранее считались отходами, что ведет к созданию новых рыночных ниш и субъектов хозяйствования;

- повышение устойчивости и конкурентоспособности региональных кластеров — регионы, внедряющие такие интегрированные решения, снижают свои риски, связанные с удаленными поставками ресурсов и утилизацией отходов, что повышает их инвестиционную привлекательность и создает основу для устойчивого регионального развития, что напрямую коррелирует с концепцией «образа будущего» для промышленных регионов России;

- снижение транзакционных издержек — децентрализованные автономные организации на базе блокчейна и ИИ автоматизируют сложные взаимодействия между множеством независимых участников экосистемы (заключение контрактов, верификация поставок, платежи), снижая транзакционные издержки и повышая доверие между контрагентами.

3. Макроуровень (уровень национальной экономики) — технологический суверенитет и новая парадигма роста. На макроуровне комбинация ИИ и ППТ становится фактором стратегического позиционирования страны в мировой экономике:

- обеспечение технологического суверенитета — способность самостоятельно разрабатывать и производить критически важные технологии (например, новые материалы, системы управления энергосетями) снижает зависимость от импорта и укрепляет экономическую безопасность страны;

- структурная перестройка экономики — активное развитие данного направления стимулирует спрос на высококвалифицированные кадры, фундаментальные и прикладные исследования, что ведет к сдвигу экономики от сырьевой модели к инновационной, основанной на знаниях и «зеленых» технологиях;

- снижение экологических издержек — минимизация негативного воздействия на окружающую среду приводит к значительному сокращению экстерналий (внешних издержек), которые сегодня ложатся бременем на систему здравоохранения и бюджеты всех уровней, что повышает качество человеческого капитала — ключевого фактора долгосрочного экономического роста в XXI веке.

Перспективные направления для прорыва включают развитие специализированных отечественных решений в области энергоэффективности, биотехнологий и циркулярной экономики. Создание отраслевых цифровых платформ для управления природоподобными системами может стать точкой роста для российского IT-сектора. Ключевое значение имеет формирование технологических коридоров — скоординированное развитие нормативной базы, образовательных программ и инфраструктуры поддержки.

Институциональные меры должны включать создание специализированного фонда финансирования ИИ–ППТ-проектов с объемом капитализации 50–70 млрд руб., разработку отраслевых дорожных карт и запуск пилотных проектов в нефтегазовом секторе. Критически важным является формирование системы технических стандартов и сертификации природоподобных решений.

Реализация указанных мер позволит к 2030 г. обеспечить отечественными разработками до 40% рынка решений в области ППТ, создать 80–100 тыс. высокотехнологичных рабочих мест и снизить ресурсоемкость ВВП на 15–20%. Это создаст основу для устойчивого технологического суверенитета России в условиях глобальной трансформации экономики.

Проведены комплексный анализ данных Росстата о структуре инвестиций в основной капитал и динамике рынка ИТ-услуг, официальных показателей реализации программы «Искусственный интеллект» Минцифры России и отраслевых исследований РАЭК, зафиксировавших текущий рост рынка ИИ на уровне 22% годовых, а также оценка рыночного потенциала технологий ИИ и ППТ (табл. 1).

Таблица 1. Оценка рыночного потенциала технологий ИИ и ППТ
 Table 1. Assessment of the market potential of AI and NLT

Направление	Объем рынка в 2024 г., млрд руб.	Прогноз на 2030 г., млрд руб.	Темп роста, % в год
Интеллектуальные энергосистемы	120	450	25
Цифровые двойники	85	320	22
Умное ЖКХ	180	600	18
Промышленный симбиоз	45	200	28
Биотехнологии	95	350	20

Прогнозные значения сформированы с учетом целевых показателей Стратегии научно-технологического развития России и скорректированы на основе сравнительного анализа доли рынка ИИ к ВВП в развитых экономиках.

Заключение

По итогам проведенного исследования сделаны следующие основные выводы:

1. Определено, что ИИ выступает не просто инструментом, а системообразующим элементом в реализации парадигмы ППТ. ИИ служит интеграционной платформой для междисциплинарных знаний и является катализатором для создания сложных, адаптивных и устойчивых экономических, технических, технологических систем, имитирующих эффективность природных экосистем, способствуя созданию конкретных конкурентоспособных решений в различных отраслях экономики.
2. Проведен комплексный анализ, позволивший выявить ключевые проблемы в нескольких взаимосвязанных блоках: идентифицированы технологические риски, выражающиеся в критической зависимости от импорта вычислительной инфраструктуры и отставании в создании отечественного программного обеспечения для обучения нейросетей; выявлен дефицит междисциплинарных специалистов, сочетающих компетенции в области экологии, компьютерных наук и экономики; установлено, что регуляторные барьеры связаны с отсутствием стандартов и методик оценки эффективности, что блокирует включение решений в госзакупки и промышленные процессы; определены экономические риски, включая высокую капиталоемкость проектов и недостаточность объемов размеченных данных у российских компаний для обучения ИИ-моделей.
3. Разработана структурная модель, которая отражает, что интеграция ИИ и ППТ формирует новую экономическую реальность, характеризующуюся переходом к замкнутым производственным циклам, снижением ресурсоемкости ВВП и созданием новых рынков. На микроуровне доказана экономическая эффективность решений на основе ИИ–ППТ, выражающаяся в снижении операционных затрат на 15–30%, повышении производительности капитала и

формировании новых циркулярных бизнес-моделей. На мезоуровне выявлен потенциал создания рынков вторичных ресурсов с оборотом до 5% ВРП и повышения инвестиционной привлекательности регионов за счет развития промышленного симбиоза. На макроуровне обоснована стратегическая значимость связки ИИ–ППТ для обеспечения технологического суверенитета и структурной перестройки экономики.

4. На основе комплексного анализа данных Росстата о структуре инвестиций в основной капитал и динамике рынка IT-услуг, официальных показателей реализации программы «Искусственный интеллект» Минцифры России, а также отраслевых исследований РАЭК, оценен значительный рыночный потенциал сектора ИИ–ППТ, прогнозируемый к росту с 158 млрд руб. в 2024 г. до 450–600 млрд руб. к 2030 г.

Направления дальнейших исследований

Дальнейшие исследования будут сосредоточены на разработке методик оценки экономической эффективности природоподобных решений, анализе отраслевых эффектов внедрения и формировании системы подготовки кадров для цифровой экологической трансформации. Ускоренное развитие направления ИИ–ППТ является не только экологической необходимостью, но и стратегическим императивом для обеспечения долгосрочной конкурентоспособности российской экономики в условиях глобальной технологической трансформации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Авдейчик О.В. (2021) Интеллектуальное обеспечение стратегии Устойчивого социально-экономического развития. *Восточно-Европейский научный журнал*, 11 (75) (3), 22–30. DOI: <https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.75.164>
2. Арзамасов Ю.Г. (2022) Комплексный подход к определению искусственного интеллекта. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Право*, 3 (50), 242–262. DOI: <https://doi.org/10.17308/law/1995-5502/2022/3/242-262>
3. Бойченко А.В., Лукинова О.В. (2018) Методологические аспекты целеполагания при переходе к цифровой экономике. *Открытое образование*, 22 (4), 74–83. DOI: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-4-74-83>
4. Вернадский В.И. (1944) Несколько слов о ноосфере. *Успехи современной биологии*, 18 (2), 113–120.
5. Гудяева Л.А. (2021) Оценка научно-инновационного потенциала Республики Татарстан в глобальном и национальном контекстах: наукометрическое позиционирование региона в технологических парадигмах Индустрий 4.0 и 5.0. *Теоретическая и прикладная экономика*, 4, 53–63. DOI: <https://doi.org/10.25136/2409-8647.2021.4.36949>
6. Гурен Т.В., Шамков А.Ю. (2023) Научный потенциал в обеспечении технологического суверенитета России. *Технико-технологические проблемы сервиса*, 3 (65), 63–72.
7. Жукова Т.И. (2021) Цифровые экосистемы: природоподобные технологии в корпоративной среде. *Восточно-Европейский научный журнал*, 1 (65) (3), 29–34.
8. Ильина И.Е., Дегтярев А.Н. (2024) СНТР-2.0. Триггеры и драйверы технологического суверенитета России. *Управление наукой и наукометрия*, 19 (3), 486–499. DOI: <https://doi.org/10.33873/2686-6706.2024.19-3.486-499>
9. Казначеев В.П. (2023) Учение В.И. Вернадского о ноосфере в связи с современными проблемами экологии человека. *Ноосферные исследования*, 4, 6–16. DOI: <https://doi.org/10.46724/NOOS.2023.4.06-16>
10. Куклина Е.А., Дементьев К.И. (2023) ESdiGital-трансформация российских нефтегазовых компаний: риски и оценки. *Управленческое консультирование*, 7 (175), 53–71. DOI: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2023-7-53-71>
11. Мацкуляк И.Д., Сапожникова Н.Т., Харчилава Г.П. (2019) Прорывная экономика: к теории управления изменениями экономических систем, *Управленец*, 10 (4), 75–84. DOI: <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2019-10-4-7>

12. Поляков В.В. (2024) Природоподобные технологии как инновационный ответ на вызовы XXI века. *Экономика и экология территориальных образований*, 8 (3), 27–33. DOI: <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2024-8-3-27-33>
13. Горбов Н.М., Горбова Т.М., Погонышев В.А., Погонышева Д.А. (2019) Природоподобное управление регионом с использованием технологии блокчейн. *Вестник Брянского государственного университета*, 1 (39), 168–173.
14. Развадовская Ю.В. (2021) Применение ресурсного подхода к исследованию параметров новой индустриализации экономики. *Экономическая наука современной России*, 4 (95), 20–35. DOI: [https://doi.org/10.33293/1609-1442-2021-4\(95\)-20-35](https://doi.org/10.33293/1609-1442-2021-4(95)-20-35)
15. Романова О.А., Сиротин Д.В. (2022) Базовые отрасли промышленных регионов России: образ будущего. *Journal of New Economy*, 23 (2), 9–28. DOI: <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2022-23-2-1>
16. Яковлев Г.И. (2018) Развитие клиенториентированных стратегий предприятий в условиях цифровой экономики. *Территория науки*, 6, 141–147.
17. Barsegyan N.V., Galimulina F.F., Shinkevich A.I. (2025) Digital Transformation and Modeling of Nature-Inspired Systems. *Systems*, 13 (9), art. no. 793. DOI: <https://doi.org/10.3390/systems13090793>
18. Benyus J.M. (1997) *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, New York: William Morrow.
19. Bertaglia T., Costa C.M., Lanceros-Méndez S., Crespilho F.N. (2024) Eco-friendly, sustainable, and safe energy storage: a nature-inspired materials paradigm shift. *Materials Advances*, 5 (19), 7534–7547. DOI: <https://doi.org/10.1039/d4ma00363b>
20. Chertow M.R. (2000) Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. *Annual Review of Environment and Resources*, 25, 313–337. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.313>
21. Chin M.H.W., Linke J., Coppens M.-O. (2023) Nature-inspired sustainable medical materials. *Current Opinion in Biomedical Engineering*, 28, art. no. 100499. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cobme.2023.100499>
22. Dao V.-D., Nguyen H.T.K. (2024) Nature-inspired design for high-efficiency solar-driven water evaporation. *Journal of Power Sources*, 609, art. no. 234676. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2024.234676>
23. Gaitan N.C., Ungurean I., Corotinschi G., Roman C. (2023) An Intelligent Energy Management System Solution for Multiple Renewable Energy Sources. *Sustainability*, 15 (3), art. no. 2531. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15032531>
24. Goulart D.A., Pereira R.D. (2020) Autonomous pH control by reinforcement learning for electroplating industry wastewater. *Computers & Chemical Engineering*, 140, art. no. 106909. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2020.106909>
25. Kumar A., Jaiswal A. (2021) A Deep Swarm-Optimized Model for Leveraging Industrial Data Analytics in Cognitive Manufacturing. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17 (4), 2938–2946. DOI: <https://doi.org/10.1109/TII.2020.3005532>
26. Lebdioui A. (2022) Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development. *Ecological Economics*, 202, art. no. 107585. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107585>
27. McDonough W., Braungart M. (2002) *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, New York: North Point Press.
28. Momenikorbekandi A., Kalganova T. (2025) Intelligent Scheduling Methods for Optimisation of Job Shop Scheduling Problems in the Manufacturing Sector: A Systematic Review. *Electronics*, 14 (8), art. no. 1663. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics14081663>
29. Oguntona O. (2025) Developing a Nature-Inspired Sustainability Assessment Tool: The Role of Materials Efficiency. *Materials Proceedings*, 22 (1), art. no. 3. DOI: <https://doi.org/10.3390/materials2025022003>
30. Rao R.V., Davim J.P. (2025) Single, Multi-, and Many-Objective Optimization of Manufacturing Processes Using Two Novel and Efficient Algorithms with Integrated Decision-Making. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 9 (8), art. no. 249. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmmp9080249>
31. Selvam D.C., Devarajan Y. (2025) Bio-inspired hybrid materials for sustainable energy: Advancing bioresource technology and efficiency. *Materials Today Communications*, 46, art. no. 112647. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2025.112647>

32. Zhang L., Hu Y., Tang Q., Li J., Li Z. (2021) Data-Driven Dispatching Rules Mining and Real-Time Decision-Making Methodology in Intelligent Manufacturing Shop Floor with Uncertainty. *Sensors*, 21 (14), art. no. 4836. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21144836>

REFERENCES

1. Avdeychik O. (2021) Intellectual support of the strategy of sustainable socio-economic development. *East European Scientific Journal*, 11 (75) (3), 22–30. DOI: <https://doi.org/10.31618/ES-SA.2782-1994.2021.3.75.164>
2. Arzamasov Yu.G. (2022) An integrated approach to the definition of the concept artificial intelligence. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Law*, 3 (50), 242–262. DOI: <https://doi.org/10.17308/law/1995-5502/2022/3/242-262>
3. Boychenko A.V., Lukinova O.V. (2018) Methodological aspects of goal-setting upon transition to digital economy. *Open Education*, 22 (4), 74–83. DOI: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-4-74-83>
4. Vernadskij V.I. (1944) Neskol'ko slov o noosfere [A few words about the noosphere]. *Uspekhi sovremennoj biologii* [Advances in modern biology], 18 (2), 113–120.
5. Gulyaeva, L.A. (2021) The assessment of the scientific and innovation potential of the Republic of Tatarstan in the global and national contexts: scientometric positioning of the region in the technological paradigms of the Industries 4.0 and 5.0. *Theoretical and Applied Economics*, 4, 53–63. DOI: <https://doi.org/10.25136/2409-8647.2021.4.36949>
6. Guren T.V., Shamkov A.Yu. (2023) Scientific potential in ensuring technological sovereignty of Russia. *Technical and technological problems of the service*, 3 (65), 63–72.
7. Zhukova T.I. (2021) Cifrovye ekosistemy: prirodoподобnye tekhnologii v korporativnoj srede [Digital Ecosystems: Nature-Like Technologies in the Corporate Environment]. *East European Scientific Journal*, 1 (65) (3), 29–34.
8. Degtyarev A.N., Ilina I.E. (2024) SSTD 2.0. Triggers and Drivers of Russia's Technological Sovereignty. *Science Governance and Scientometrics*, 19 (3), 486–499. DOI: <https://doi.org/10.33873/2686-6706.2024.19-3.486-499>
9. Kaznacheyev V.P. (2023) Teaching of V.I. Vernadsky about the noosphere in connection with modern problems of human ecology, *Noospheric Studies*, 4, 6–16. DOI: <https://doi.org/10.46724/NOOS.2023.4.06-16>
10. Kuklina E.A., Dementiev K.I. (2023) ESdiGital-Transformation of Russian Oil and Gas Companies: Risks and Assessments. *Administrative Consulting*, 7 (175), 53–71. DOI: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2023-7-53-71>
11. Matskulyak I.D., Sapozhnikova N.T., Kharchilava G.P. (2019) A breakthrough economy: On the theory of economic systems change management. *Upravlenets – The Manager*, 10 (4), 75–84. DOI: <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2019-10-4-7>
12. Polyakov V.V. (2024) Nature-Like Technologies as an Innovative Feedback to the Challenges of the XXI Century. *Economy and Ecology of Territorial Formations*, 8 (3), 27–33. DOI: <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2024-8-3-27-33>
13. Gorbov N.M., Gorbova T.M., Pogonyshev V.A., Pogonysheva D.A. (2019) Nature similar management of the region with use of blockchain technology. *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Bryansk State University], 1 (39), 168–173.
14. Razvadovskaya Yu.V. (2021) Application of the New Resource Approach to the Study of the Parameters of the Industrialization Economy. *Economics of Contemporary Russia*, 4 (95), 20–35. DOI: [https://doi.org/10.33293/1609-1442-2021-4\(95\)-20-35](https://doi.org/10.33293/1609-1442-2021-4(95)-20-35)
15. Romanova O.A., Sirotin D.V. (2022) Basic industries of Russia's industrial regions: The image of the future. *Journal of New Economy*, 23 (2), 9–28. DOI: <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2022-23-2-1>
16. Yakovlev G.I. (2018) Razvitie klientorientirovannyh strategij predpriyatij v usloviyah cifrovoj ekonomiki [Developing customer-centric enterprise strategies in the digital economy]. *Territoriya nauki* [Territory of Science], 6, 141–147.

17. Barsegyan N.V., Galimulina F.F., Shinkevich A.I. (2025) Digital Transformation and Modeling of Nature-Inspired Systems. *Systems*, 13 (9), art. no. 793. DOI: <https://doi.org/10.3390/systems13090793>
18. Benyus J.M. (1997) *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, New York: William Morrow.
19. Bertaglia T., Costa C.M., Lanceros-Méndez S., Crespilho F.N. (2024) Eco-friendly, sustainable, and safe energy storage: a nature-inspired materials paradigm shift. *Materials Advances*, 5 (19), 7534–7547. DOI: <https://doi.org/10.1039/d4ma00363b>
20. Chertow M.R. (2000) Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. *Annual Review of Environment and Resources*, 25, 313–337. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.313>
21. Chin M.H.W., Linke J., Coppens M.-O. (2023) Nature-inspired sustainable medical materials. *Current Opinion in Biomedical Engineering*, 28, art. no. 100499. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cobme.2023.100499>
22. Dao V.-D., Nguyen H.T.K. (2024) Nature-inspired design for high-efficiency solar-driven water evaporation. *Journal of Power Sources*, 609, art. no. 234676. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2024.234676>
23. Gaitan N.C., Ungurean I., Corotinschi G., Roman C. (2023) An Intelligent Energy Management System Solution for Multiple Renewable Energy Sources. *Sustainability*, 15 (3), art. no. 2531. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15032531>
24. Goulart D.A., Pereira R.D. (2020) Autonomous pH control by reinforcement learning for electroplating industry wastewater. *Computers & Chemical Engineering*, 140, art. no. 106909. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2020.106909>
25. Kumar A., Jaiswal A. (2021) A Deep Swarm-Optimized Model for Leveraging Industrial Data Analytics in Cognitive Manufacturing. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17 (4), 2938–2946. DOI: <https://doi.org/10.1109/TII.2020.3005532>
26. Lebdioui A. (2022) Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development. *Ecological Economics*, 202, art. no. 107585. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107585>
27. McDonough W., Braungart M. (2002) *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, New York: North Point Press.
28. Momenikorbekandi A., Kalganova T. (2025) Intelligent Scheduling Methods for Optimisation of Job Shop Scheduling Problems in the Manufacturing Sector: A Systematic Review. *Electronics*, 14 (8), art. no. 1663. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics14081663>
29. Oguntona O. (2025) Developing a Nature-Inspired Sustainability Assessment Tool: The Role of Materials Efficiency. *Materials Proceedings*, 22 (1), art. no. 3. DOI: <https://doi.org/10.3390/materials-proc2025022003>
30. Rao R.V., Davim J.P. (2025) Single, Multi-, and Many-Objective Optimization of Manufacturing Processes Using Two Novel and Efficient Algorithms with Integrated Decision-Making. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 9 (8), art. no. 249. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmmp9080249>
31. Selvam D.C., Devarajan Y. (2025) Bio-inspired hybrid materials for sustainable energy: Advancing bioresource technology and efficiency. *Materials Today Communications*, 46, art. no. 112647. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2025.112647>
32. Zhang L., Hu Y., Tang Q., Li J., Li Z. (2021) Data-Driven Dispatching Rules Mining and Real-Time Decision-Making Methodology in Intelligent Manufacturing Shop Floor with Uncertainty. *Sensors*, 21 (14), art. no. 4836. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21144836>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

БАРСЕГЯН Наира Вартовна

E-mail: n.v.barsegyan@yandex.ru

Naira V. BARSEGYAN

E-mail: n.v.barsegyan@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1170-1251>

ШИНКЕВИЧ Алексей Иванович

E-mail: ashinkevich@mail.ru

Aleksey I. SHINKEVICH

E-mail: ashinkevich@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1881-4630>

Поступила: 12.09.2025; Одобрена: 20.10.2025; Принята: 20.10.2025.

Submitted: 12.09.2025; Approved: 20.10.2025; Accepted: 20.10.2025.

Развитие экономики зарубежных стран на основе искусственного интеллекта

Ai-driven economic development in western countries

Научная статья

УДК 338.24.021.8 (575.1)

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18508>

EDN: <https://elibrary/EHSWJC>



ЦИФРОВИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ АКТИВАМИ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН)

Г.Н. Махмудова , А.Х. Азизов

Ташкентский государственный экономический университет,
Ташкент, Республика Узбекистан

 guljaxon0038@gmail.com

Аннотация. В условиях глобализации и ускоренного развития цифровых технологий обеспечение экономической безопасности государств приобретает стратегическое значение. Государственные активы, включающие природные ресурсы, предприятия, объекты инфраструктуры и иные ресурсы, играют важную роль в поддержании стабильности национальной экономики. Однако традиционные механизмы управления нередко сопровождаются низкой прозрачностью и рисками коррупции, что ограничивает эффективность их использования. В данной статье рассматриваются перспективы цифровизации процессов управления государственными активами как инструмента повышения экономической безопасности Республики Узбекистан. Цель исследования заключается в выявлении возможностей укрепления экономической безопасности за счет внедрения цифровых технологий в систему управления активами. В качестве основных задач определены: установление взаимосвязи между цифровизацией и экономической безопасностью; анализ технологий, способствующих оптимизации управления; изучение международного и национального опыта цифровой трансформации; разработка практических рекомендаций. Объект исследования: процессы управления государственными активами в системе национальной экономики Республики Узбекистан. Предмет исследования: цифровые инструменты, технологии и механизмы, используемые в управлении государственными активами, а также их влияние на обеспечение экономической безопасности страны. В работе использованы методы анализа научной литературы, сопоставления, экспертных оценок и статистических данных. Проведенный анализ показал, что ключевыми технологиями являются блокчейн, искусственный интеллект, большие данные, цифровые близнецы и облачные вычисления, которые позволяют повысить эффективность управления, снизить риски и обеспечить прозрачность операций. Опыт Сингапура, Китая и Эстонии продемонстрировал эффективность цифровых платформ при управлении государственными активами. Национальные инициативы Узбекистана, такие как стратегия «Цифровой Узбекистан – 2030» и электронная платформа E-Auksion, подтверждают высокий потенциал цифровизации. Сформулированные рекомендации включают создание единой цифровой платформы, развитие инфраструктуры (5G и дата-центры), подготовку кадров и совершенствование правовой базы. Результаты исследования свидетельствуют, что комплексное внедрение цифровых технологий является ключевым условием укрепления экономической безопасности и устойчивого развития государства.

Ключевые слова: управление государственными активами, цифровизация, цифровая трансформация, экономическая безопасность, государственное управление, электронное правительство

Для цитирования: Махмудова Г.Н., Азизов А.Х. (2025) Цифровизация управления государственными активами при обеспечении экономической безопасности (на примере Республики Узбекистан). П-Economy, 18 (5), 113–129. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18508>



DIGITALIZATION OF STATE ASSET MANAGEMENT IN ENSURING ECONOMIC SECURITY (THE CASE OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN)

G.N. Makhmudova , A.Kh. Azizov

Tashkent State University of Economics, Tashkent, Uzbekistan

 guljaxon0038@gmail.com

Abstract. In the context of globalization and the accelerated development of digital technologies, ensuring the economic security of states is acquiring strategic importance. State assets, including natural resources, enterprises, infrastructure and other assets, play a vital role in maintaining the stability of the national economy. However, traditional management mechanisms are often accompanied by low transparency and risks of corruption, limiting their effectiveness. This article examines the prospects for digitalization of state asset management processes as a tool for improving the economic security of the Republic of Uzbekistan. The goal of the study is to identify opportunities for strengthening economic security through the introduction of digital technologies into the asset management system. The key objectives are: establishing the relationship between digitalization and economic security; analyzing technologies that facilitate management optimization; studying international and national experience in digital transformation; and developing practical recommendations. The object of the study includes state asset management processes in the national economy of the Republic of Uzbekistan. The subject of the study includes digital tools, technologies and mechanisms used in state asset management, as well as their impact on the country's economic security. The study utilizes literature analysis, comparison, expert assessments, and statistical data. The analysis revealed that blockchain, artificial intelligence, big data, digital twins and cloud computing are key technologies for improving management efficiency, reducing risks and ensuring operational transparency. The experiences of Singapore, China and Estonia have demonstrated the effectiveness of digital platforms in managing state assets. Uzbekistan's national initiatives, such as the "Digital Uzbekistan 2030" strategy and the E-Auksion electronic platform, confirm the high potential of digitalization. The recommendations include the creation of a unified digital platform, infrastructure development (5G and data centers), personnel training and improvement of the legal framework. The study's findings demonstrate that the comprehensive implementation of digital technologies is the key to strengthening economic security and sustainable development.

Keywords: state asset management, digitalization, digital transformation, economic security, public administration, e-government

Citation: Makhmudova G.N., Azizov A.Kh. (2025) Digitalization of state asset management in ensuring economic security (the case of the republic of Uzbekistan). *П-Economy*, 18 (5), 113–129. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18508>

Введение

В условиях глобализации и технологической революции обеспечение экономической безопасности государств становится вопросом стратегического значения. Экономическая безопасность — это способность защитить национальную экономику от внутренних и внешних угроз, рационально использовать ресурсы, поддерживать стабильность финансовой системы и противостоять кризисам. Государственные активы — природные ресурсы, объекты инфраструктуры, предприятия и другие экономические ресурсы — являются важной составляющей этой безопасности.

Объект исследования: процессы управления государственными активами в системе национальной экономики Республики Узбекистан.

Предмет исследования: цифровые инструменты, технологии и механизмы, используемые в управлении государственными активами, а также их влияние на обеспечение экономической безопасности страны.

Традиционные механизмы управления часто связаны с неэффективностью, низкой прозрачностью и риском коррупции. В этих условиях цифровизация – то есть внедрение цифровых технологий, таких как искусственный интеллект, блокчейн, большие данные, в процессы управления – открывает новый этап эффективного управления государственными активами. Благодаря этому повышаются прозрачность, оперативность, аналитический потенциал и механизмы управления рисками.

Литературный обзор

В современных условиях цифровая трансформация превращается в инструмент обеспечения национальной безопасности и одновременно в угрозу этой безопасности. Именно цифровые технологии служат основным драйвером трансформации и повышают эффективность государственного управления [1].

Технологический прорыв как элемент системы обеспечения экономической безопасности представляет собой систему защиты экономических интересов хозяйствующих субъектов, создающую условия для их устойчивого функционирования, определяющую и реализующую стратегические решения, направленные на динамичное и эффективное развитие, обеспечивающие в конечном итоге стратегическую стабильность в условиях цифровизации экономики [2].

Цифровизация играет ключевую роль в обеспечении стабильности национальной экономики через применение инновационных технологий для устойчивого развития государства. Для обеспечения экономической стабильности важно правильно разрабатывать и осмысливать стратегию инноваций. В условиях стратегической работы национальной экономики ключевой государственный актив – это инновации, формирующие основную идею ее развития. В системе обеспечения экономической стабильности государства значимым аспектом выступает стимулирование инновационного потенциала всех участников рынка, ориентированного на достижение конкурентных преимуществ, лидерства в технологиях и укрепления экономической самостоятельности [3].

В существующей литературе преобладают рассуждения о потенциале цифровизации и цифровых технологий для создания инновационных бизнес-моделей [4]. Также изучена динамика управления экономической безопасностью в регионах со слабой экономикой в условиях цифровой трансформации с помощью эмпирических анализов [5]. Авторами выявлены основные тенденции цифровизации, влияющие на экономическую безопасность региона: развитие цифровой экономики, в том числе цифровых бизнес-моделей; повышение значимости интеллектуального капитала и инновационного потенциала; распространение сетевых форм взаимодействия субъектов; формирование информационных угроз экономической безопасности; развитие цифровых инструментов управления экономической безопасностью региона [6].

Цифровизация революционизирует способы ведения бизнеса в промышленных цепочках создания стоимости благодаря использованию технологий Интернета вещей (IoT), интенсивному обмену данными и предиктивной аналитике. Однако одного лишь применения технологий недостаточно; для получения прибыли от цифровизации необходимы инновации в бизнес-моделях, например, переход к передовым сервисным бизнес-моделям [7].

В существующей литературе изучены механизмы обеспечения экономической безопасности малого и среднего бизнеса в условиях цифровизации¹. Также разработаны инструменты для обеспечения экономической безопасности цифрового предприятия в условиях нарастания новых

¹ Борок И.Г. (2021) Механизмы обеспечения экономической безопасности предприятий малого и среднего бизнеса в условиях цифровой трансформации: дисс. ... канд. экон. наук, Нижний Новгород.

вызовов и угроз². Введены системы управления рисками цифровизации бизнес-процессов при обеспечении экономической безопасности².

В существующей литературе утверждается, что для получения экономической, экологической и социальной выгоды от цифровых технологий решающее значение имеют соответствующие бизнес-модели. Действительно, появление цифровых технологий и приложений, таких как IoT, Индустрия 4.0, искусственный интеллект, автоматизация, удаленный мониторинг, предиктивное обслуживание, смарт-контракты, большие данные, облачные технологии, аналитика и интеллектуальные подключенные продукты, открывает множество возможностей для развития бизнеса [8].

В последние годы крупные и малые организации подвергаются более частым и серьезным угрозам в цифровой среде, что влияет на их экономическую безопасность [9]. С экономической точки зрения подобные угрозы могут влиять на репутацию организаций, финансовую составляющую, нанося ущерб их конкурентоспособности, подрывая их усилия по инновациям и позиции на рынке. Такие угрозы могут нарушить доступность, целостность или конфиденциальность информационных систем, на которых основывается экономическая деятельность [10].

В системе обеспечения экономической безопасности критически важную функцию выполняет мониторинг — постоянное наблюдение за состоянием и динамикой ключевых показателей деятельности [11]. Нарушение экономической безопасности может выражаться как в прямых убытках (например, через хищения, штрафные санкции, утрату активов), так и в косвенных — таких как ухудшение репутации, снижение инвестиционной привлекательности, потеря партнерских связей [12].

Цель: определить пути укрепления экономической безопасности путем внедрения цифровых инструментов управления государственными активами.

Задачи:

- выявление связи между цифровизацией и экономической безопасностью;
- анализ технологий оптимизации управления активами;
- изучение международного и национального опыта;
- разработка практических рекомендаций.

Методы и материалы

Методы исследования: анализ научной литературы, сравнение, анализ на основе статистических данных, экспертные оценки.

Экономическая безопасность относится к способности государства противостоять внутренним и внешним экономическим угрозам. Она включает в себя несколько факторов, таких как экономический суверенитет, макроэкономическая стабильность, контроль над стратегическими ресурсами и обеспечение экономической стабильности в обществе. Теоретические основы экономической безопасности лежат в экономической устойчивости государства для своих граждан, стабильных источниках дохода, прочности финансовых институтов и устойчивости к экономическим кризисам.

Экономическую безопасность можно оценить по следующим основным критериям:

- **стабильность финансовой системы** — правильное функционирование банков, страховых компаний, фондовых рынков и установление эффективного контроля над ними;
- **наличие государственного контроля за стратегическими ресурсами** — предотвращение превращения недр, энергетики, транспортной системы, крупных промышленных предприятий в частную или иностранную монополию, противоречащую интересам государства;
- **устойчивость к внешнеэкономическим воздействиям** — глобальным финансовым кризисам, импортной зависимости, международным санкциям или другому внешнему давлению;

² Графов Ю.Г. (2024) Инструменты обеспечения экономической безопасности цифровых предприятий: дисс. ... канд. экон. наук, Нижний Новгород.

- **потенциал инновационного развития** — развитие экономики в гармонии с темпами роста цифровых технологий, науки и технического прогресса.

Контроль всех этих критериев, в свою очередь, требует применения современных средств управления, в частности цифровых технологий.

Управленческая оцифровка — это процесс трансформации традиционных стилей управления путем включения в процессы управления цифровых технологий, алгоритмических моделей, искусственного интеллекта, больших данных, блокчейна и облачных технологий.

В основе оцифровки лежат следующие **научно-технические подходы**:

1. **Управление на основе данных (Data-Driven Management)** — статистика и анализ как основы прития любых решений. Благодаря этому снижается риск принятия субъективных решений.

2. **Автоматизация** — процессы принятия решений, распределение ресурсов и системы отчетности реализуются автоматически на основе алгоритмов.

3. **Мониторинг в реальном времени** — возможность в реальном времени отслеживать состояние государственных активов, финансовых ресурсов или объектов инфраструктуры.

4. **Технология блокчейн** — сохранение информации о движении активов или правах собственности неизменной и прозрачной.

5. **Искусственный интеллект и прогнозирование** — превентивный анализ колебания рынка и прогнозирование угроз, что имеет большое значение для экономической безопасности.

Связь между цифровизацией и экономической безопасностью очевидна в следующих моментах:

- **прозрачность и противодействие коррупции** — электронные системы уменьшают человеческий фактор, что значительно снижает риск коррупции [13]; каждое финансовое или управленческое решение будет иметь цифровой след;

- **скорость и эффективность** — с помощью цифровых систем управление осуществляется быстрее и точнее, обеспечивая немедленную обратную связь в кризисных ситуациях;

- **система открытых данных (Open Data)** — граждане и представители гражданского общества получают возможность самостоятельно контролировать управление государственными ресурсами, что укрепит доверие между государством и обществом;

- **заблаговременное обнаружение угроз** — на основе искусственного интеллекта и больших объемов данных можно заранее определить экономические риски и предотвратить их.

Результаты и обсуждение

Цифровизация в управлении государственными активами сегодня рассматривается не только как технологическая инновация, но и как средство обеспечения стратегической безопасности и устойчивости. Благодаря внедрению цифровых технологий будет усилен контроль над государственной собственностью, ресурсами и инфраструктурой, что обеспечит ясность и прозрачность в отношении их действий, стоимости и состояния. В этом процессе каждый этап управления — планирование, мониторинг, отчетность и анализ — переформулируется в интеграцию с технологическими решениями.

Цифровизация прежде всего резко повышает уровень прозрачности. С помощью систем электронного документооборота, реестров собственности на основе блокчейна и открытых баз данных государственных расходов данные о владельце, состоянии, стоимости, форме использования каждого актива хранятся в открытом и поддающемся проверке виде. Например, информация о том, как распределяются бюджетные средства, какая организация использует ту или иную государственную собственность или доход от активов, будет доступна в режиме реального времени на цифровых платформах. Это снижает риск коррупции, усиливает общественный контроль и поощряет активное управление.

Цифровизация также служит для оптимизации процессов управления. Аудит, отчетность и процессы планирования, которые раньше выполнялись вручную или зависели от человеческого

фактора, теперь выполняются намного быстрее и надежнее с помощью автоматизированных систем. Цифровые платформы для управления государственными закупками могут помочь значительно сократить расходы — до 20–30%, согласно исследованиям Всемирного банка. Подобные системы обеспечивают прозрачный ход закупок, выбор наиболее выгодного варианта из предложенных и эффективное использование ресурсов. В результате этого повышается эффективность государственного бюджета и увеличивается экономическая отдача активов.

Еще одно важное направление — укрепление механизмов управления рисками. Искусственный интеллект и инструменты анализа больших объемов данных позволяют на ранней стадии обнаруживать колебания рынка, глобальные экономические угрозы или признаки кризиса. Например, системы мониторинга в реальном времени постоянно отслеживают изменения в финансовых активах или инфраструктурных объектах, факторы риска и при необходимости выдают автоматические оповещения. В частности, цифровые инструменты кибербезопасности обеспечивают целостность и непрерывность государственных баз данных, что важно для сохранения государственных активов.

Важным практическим примером цифровизации управления государственными активами в Узбекистане является электронная платформа E-Auksion, структура и функционал которой представлены на рис. 1.

В 2024 году на электронные торги на площадке было выставлено 289706 лотов общей стоимостью 35,6 трлн сумов, в частности:

- приватизация и сдача в аренду государственных и казенных предприятий, земельных участков несельскохозяйственного назначения;
- долгосрочная аренда земель сельскохозяйственного назначения гражданам для ведения фермерского хозяйства и юридическим лицам;
- предоставление в аренду мобильных торговых площадей предприятиям;
- организация электронных интернет-аукционов и конкурсов по продаже имущества на основании исполнительных документов и частных распоряжений.

В отчетном периоде реализовано 233470 лотов на общую сумму 16,9 трлн сумов, что на 34% превышает их стартовую стоимость (12,6 трлн сумов). Ниже представлена структурированная информация по категориям активов (табл. 1.)

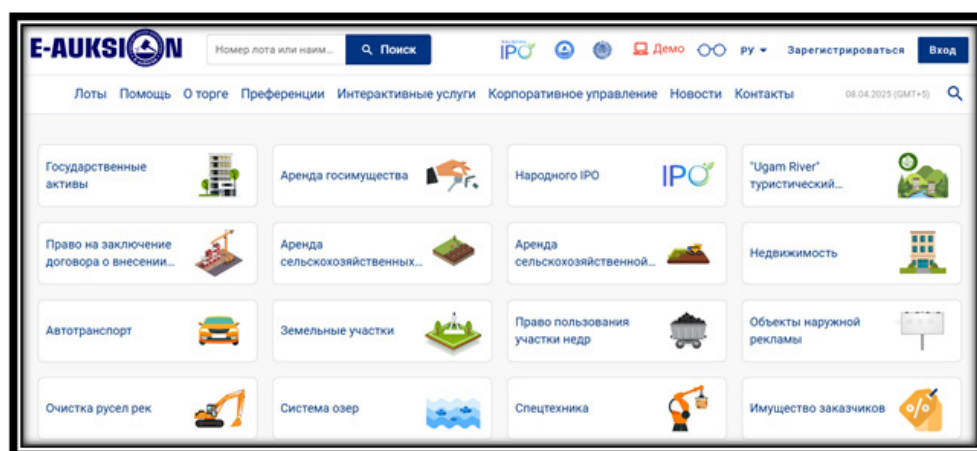


Рис. 1. Вид платформы E-Auksion

Fig. 1. View of the E-Auksion platform

Таблица 1. Результаты реализации государственного имущества и активов
Table 1. Results of the sale of state property and assets

№	Категория активов	Количество (ед.)	Стартовая стоимость, млрд сум	Фактическая сумма реализации, млрд сум	Примечание
1	Объекты государственного имущества	1655	2153	2589	Продажа госсобственности
2	Земельные участки	35358	2770	4369	Реализация земельных участков
3	Аренда государственного имущества	7759	203	306	Сдано в аренду
4	Имущество по исполнительным документам	7136	1728	1920	Исполнение судебных решений
5	Права пользования недрами	215	13	240	Права на недропользование и добычу
6	Права на очистку русел рек	—	10	—	Реализация права на очистку
7	Передвижные торговые точки	7898	—	15	Реализованные объекты торговли
	Итого	233470	12600	16900	На 4300 млрд сумов дороже стартовой цены

Таким образом, совокупный объем реализации активов превысил стартовую стоимость на 4,3 трлн сумов, что свидетельствует о росте рыночного интереса и эффективности продаж государственного имущества³.

На рис. 2 показаны основные разделы и функциональные возможности платформы E-Auksion⁴.

Технологии, используемые в процессе оцифровки, становятся фактором, меняющим не только технические возможности, но и философию управления в целом. Сегодня для эффективного управления государственными активами внедряется несколько передовых цифровых технологий, среди которых блокчейн, искусственный интеллект, цифровые двойники и облачные вычисления являются одними из основных. Благодаря этим технологиям усиливаются контроль над активами, прозрачность управления, надежность прогнозов, своевременное выявление рисков и принятие эффективных решений.

Технология блокчейн — это инновационный механизм, обеспечивающий неизменность, надежность и прозрачность информации. С помощью этой технологии все транзакции права собственности и действия с недвижимостью регистрируются в цифровом виде в последовательном цепном порядке, что исключает возможность подделки, сокрытия данных или редактирования. Ярким примером в этом отношении является эстонский опыт, где реестры земли и собственности полностью основаны на блокчейне. Это служит не только для защиты имущественных прав граждан, но и для повышения прозрачности управления имуществом со стороны государства.

³ UzSAMA. Давлат активларини бошқариш агентлиги. [online] Available at: <https://www.gov.uz/ru/davaktiv> [Accessed 6.10.2025].

⁴ E-Auksion. Лоты и функциональность единой электронной площадки. [online] Available at: <https://e-auksion.uz/home> [Accessed 6.10.2025]

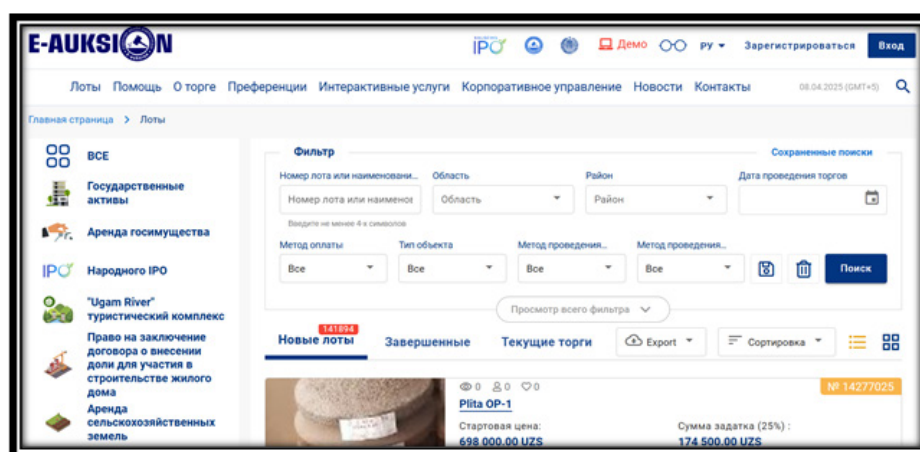


Рис. 2. Разделы платформы E-Aukcion

Fig. 2. Sections of the E-Aukcion platform

Еще одна важная технология — искусственный интеллект. Системы искусственного интеллекта проводят глубокий анализ больших объемов данных, выявляя тенденции, анализируя статистические различия и позволяя предупреждать кризисные ситуации. Например, на основе финансовых показателей государственных учреждений выявляются снижение налоговых поступлений или неэффективное расходование ресурсов и принимаются превентивные меры. Кроме того, с помощью искусственного интеллекта в режиме реального времени анализируются показатели использования активов и формируются автоматические рекомендации для лиц, принимающих решения.

Технология цифровых двойников (Digital Twins) позволяет моделировать физические объекты государственной инфраструктуры в виртуальной среде. Благодаря этому заранее тестируются различные ситуации в таких областях, как энергетические системы, транспортные сети или коммунальные услуги, а также моделируются возможные чрезвычайные ситуации. С помощью этой технологии, например, заранее определяются нагрузка на электросеть или сжатие транспортного потока, и выполняется соответствующее планирование. В результате уменьшается количество человеческих ошибок, предотвращаются аварии и повышается стабильность работы систем.

Облачные вычисления — это центральная инфраструктура, объединяющая все цифровые технологии. Эта технология позволяет хранить данные о состоянии в едином центре, быстро обрабатывать их и удаленно использовать в любой области. С помощью облачных платформ государственные служащие и организации синхронизируют свою деятельность, принятие решений на основе данных ускоряется, а административная нагрузка значительно снижается. Облачные технологии также играют важную роль в повышении уровня безопасности, создании резервных копий и обеспечении бесперебойного обслуживания.

Изучение международного опыта цифровизации государственных активов имеет важное практическое значение для Узбекистана, поскольку подходы и технологические решения, внедренные в разных странах, помогают определить, какие методы могут быть применены в местных условиях. Передовые страны добились значительных результатов в этом направлении, и их опыт может служить эффективным примером для создания цифрового управления. Например, правительство Сингапура запустило платформу GeBIZ для оцифровки государственных закупок. Через эту цифровую систему закупки осуществляются полностью в электронном виде, что позволяет отслеживать деятельность участников, обеспечивать прозрачность и предотвращать случаи коррупции. Внедрение платформы GeBIZ сэкономило до 1 млрд долларов США из

Таблица 2. Основные направления внедрения цифровых технологий и их влияние
Table 2. The main directions of digital technology implementation and their impact

Технология	Сфера основного применения	Влияние на экономическую безопасность
Блокчейн	Учет собственности и государственных активов	Неизменность и прозрачность данных
Искусственный интеллект	Анализ рынка и управленческие решения	Улучшение прогнозирования и снижение рисков
Большие данные (Big Data)	Управление ресурсами и мониторинг	Повышение эффективности ресурсов и принятие точных решений
Цифровые двойники (Digital Twins)	Мониторинг инфраструктуры цифровых двойников (энергетика, транспорт)	Повышение эффективности инфраструктуры, предотвращение несчастных случаев
Облачные вычисления	Централизация данных	Возможность безопасного хранения и быстрого анализа данных

государственного бюджета всего за пять лет. Это наглядно демонстрирует экономический эффект цифрового управления [14].

Китай широко использует систему социального кредита для оценки деятельности государственных предприятий в режиме реального времени. Эта система позволяет осуществлять постоянный контроль за соблюдением государственными организациями договоров, выполнением финансовых обязательств, дисциплиной труда и другими показателями. Благодаря такому механизму выявляются малоэффективные предприятия и пересматриваются механизмы их финансирования и управления. Такой подход, с другой стороны, способствует оптимальному распределению экономических ресурсов и повышению эффективности использования активов [15].

Эстония является одной из ведущих стран в области цифрового государственного строительства. Там все государственные услуги, включая земельный кадастр, налоги, здравоохранение, систему образования и другие области, полностью оцифрованы. Наиболее важным аспектом является то, что Эстония обеспечила неприкосновенность, неизменность и безопасность данных за счет интеграции технологии блокчейн в систему государственного управления. Благодаря этому доверие граждан к государственным системам возросло, а уровень коррупции резко снизился [16].

Сингапур и Китай считаются странами, получившими наибольшую выгоду от цифровизации (табл. 3). Благодаря масштабной инфраструктурной и политической подготовке они добились значительных успехов в этой сфере.

Таблица 3. Эффективность цифровизации в международном опыте
Table 3. The effectiveness of digitalization in international experience

Государство	Технология	Экономия затрат (%)	Повышение эффективности затрат (%)
Сингапур	Платформа GeBIZ	20–30	10–15
Китай	Система социального кредита	25–40	20–25
Эстония	Цифровой земельный реестр	15–20	5–10
Узбекистан	Цифровые государственные услуги	10–15	5–10

Такие небольшие государства, как Эстония, смогли достичь высокой эффективности за счет внедрения инновационных решений и оптимизации отдельных секторов управления.

Узбекистан, хотя и находится на переходном этапе, уже демонстрирует положительные результаты, что подтверждает высокий потенциал цифровизации для укрепления экономической безопасности.

Узбекистан в последние годы также предпринимает определенные шаги в области цифровой трансформации. На основе указов президента принята стратегия «Цифровой Узбекистан — 2030», государственные услуги переводятся в электронный вид, повышается открытость и подотчетность через платформы «Диалог с народом». Также был расширен Единый портал интерактивных государственных услуг (ЕПИГУ), созданы центры цифровой экономики и электронного правительства⁵. Что касается оцифровки государственных активов, то в некоторых сферах начаты предварительные этапы, в частности, внедряются электронные платформы в сфере земельного кадастра и государственных закупок.

Однако наряду с текущими достижениями существует ряд проблем. Одна из основных заключается в том, что цифровые системы не интегрированы, а это означает, что каждая отрасль имеет свою отдельную цифровую инфраструктуру, в которой нет обмена информацией и единых стандартов с другими инфраструктурами. Это приводит к повторяющимся вводам данных, трате ресурсов и межсистемным сбоям. Вторая проблема — нехватка квалифицированного ИТ-персонала, и эта ситуация особенно сильно ощущается на территориальном уровне. Хотя многие государственные учреждения стремятся внедрять современные технологии, не хватает профессионалов, которые могут их контролировать и развивать. Третья проблема — нормативно-правовая база в большинстве случаев не может реагировать на реальные ситуации, связанные с современными технологиями. Например, в таких областях, как умные контракты, цифровая идентификация, защита данных, отсутствуют четкие законодательные основы и процедуры.

Хотя цифровая трансформация приводит к радикальным изменениям в государственном управлении, существует ряд серьезных рисков и проблем, связанных с этим процессом, которые нельзя отрицать. Такие риски и препятствия, если их вовремя не выявить и не принять соответствующие меры, могут серьезно подорвать эффективность процессов оцифровки. Прежде всего в этом процессе актуальность приобретает вопрос кибербезопасности. Потому что с расширением цифровых систем количество и сложность киберугроз в отношении них также увеличиваются. Например, в США в результате кибератак на систему коммунальных услуг временно вышла из строя инфраструктура целого города, что напрямую повлияло на образ жизни тысяч жителей. Аналогичные случаи наблюдаются и в других странах. Это считается постоянной угрозой для систем цифрового управления государственными активами, поскольку стратегически важные ресурсы, инфраструктура и базы данных находятся в центре внимания киберпреступников.

Кроме того, существует серьезная проблема регионального неравенства. В странах с территориальными различиями, к которым можно отнести и Узбекистан, некоторые регионы отстают в технологическом развитии по сравнению с центром. Неравномерное внедрение цифровой инфраструктуры, качество и скорость работы интернета, разная техническая оснащенность, различия в уровне информационной грамотности — все это препятствует равному использованию цифрового менеджмента. Это создает ситуации некачественного предоставления государственных услуг в отдельных регионах, информационные пробелы и отставание от реформ. Инклюзивность, которая является одним из основных принципов цифровизации, то есть вовлечение всех социальных слоев и территорий в цифровые процессы, не будет полностью реализована, что может усилить несправедливость и социальное недовольство.

⁵ Единый портал интерактивных государственных услуг. [online] Available at: <https://my.gov.uz/ru/spheres/40> [Accessed 6.10.2025].

Еще одним важным препятствием являются бюрократические барьеры и консервативные взгляды на государственную систему. В большинстве случаев государственные служащие скептически относятся к внедрению новых технологий, опасаясь изменения существующих процедур и практик. Это приводит к медленному внедрению инновационных подходов, формализации процессов цифровизации. В некоторых случаях внедренные цифровые системы не интегрированы в реальный рабочий процесс или используются только для отчетности. Такие ситуации вместо повышения эффективности управления усиливают путаницу и недоверие к системе. Из-за неготовности государственных служащих к технологическим изменениям, недостаточных мер по их обучению и освоению новых компетенций цифровые реформы становятся поверхностными и неэффективными.

Поэтому в процессе цифровой трансформации необходим глубокий учет не только технологической инфраструктуры, но и институциональных и социальных факторов. В результате игнорирования этих рисков системы цифрового управления не только не справляются со своей задачей, но и могут создавать новые проблемы, представляющие угрозу экономической безопасности. Поэтому для успешного внедрения цифровой трансформации необходимо комплексное усиление факторов безопасности, справедливости и готовности к инновациям.

Цифровизация системы государственных услуг устраняет зависимость от теневой экономики и создает возможность беспрепятственного участия малого бизнеса, которому сложно конкурировать в условиях свободной торговли [17]. Для предоставления качественных государственных услуг необходим отлаженный механизм обмена данными между государственными органами [18]. В результате внедрения системы «Электронное правительство» ожидается переход к полностью транзакционному обслуживанию, что исключает необходимость физического посещения различных учреждений власти и непосредственного общения с государственными служащими для получения государственных услуг населением и представителями бизнеса, а это, в свою очередь, будет способствовать созданию дополнительных удобств для них и улучшению условий ведения бизнеса [19].

Повышение качества и эффективности ЕПИГУ основано на развитии информационно-коммуникационных технологий страны и инновационной грамотности граждан. В соответствии с законодательными актами обеспечение качества предоставления государственных услуг, гармонизация процессов цифровизации системы предоставления различных категорий государственных услуг являются приоритетными направлениями реформирования «Электронного правительства» в Узбекистане [20].

С помощью разработанной новой версии Единой информационной системы идентификации пользователей системы «Электронное правительство» (OneID) и ее мобильного приложения масштаб предоставления государственных услуг увеличится, в частности для граждан Узбекистана, находящихся за рубежом. Появится возможность дистанционной идентификации, подтверждения личности гражданина с помощью мобильного телефона в процессе пользования государственными услугами, а также отправки SMS-сообщений абонентам о статусе предоставления государственных услуг [21].

Обеспечение межведомственной интеграционной платформы системы «Электронное правительство» информацией и данными, содержащимися в ее информационных системах, ресурсах и базах данных, обеспечивает соблюдение требований кибербезопасности.

Цифровизация выдачи квалификационных свидетельств физическим лицам на право занятия отдельными видами деятельности и их сертификации позволит ускорить бизнес-процессы в стране [22].

Таким образом, цифровизация управления государственными активами является современным и эффективным средством обеспечения экономической безопасности. Сегодня глобализация и цифровые технологии вносят фундаментальные изменения во все отрасли. Управление

государственными активами не является исключением. Благодаря внедрению цифровых технологий государство сможет сделать управление своими ресурсами более эффективным, повысить прозрачность и ускорить процессы принятия решений. В то же время процессы цифрового управления играют важную роль в обеспечении экономической безопасности государства. Цифровые инструменты позволяют повысить эффективность управления государственными активами, снизить коррупцию и неэффективность, более рационально распределять ресурсы.

Однако этот процесс заключается не только в техническом обновлении. Сам по себе процесс цифровой трансформации также требует правовых, инфраструктурных и кадровых реформ. Оцифровка осуществляется не только за счет внедрения новых технологий. Этот процесс должен вызвать глубокие изменения во всех сферах жизни государства. Например, необходимы создание правовой основы, такой как цифровые подписи и смарт-контракты, повышение цифровой грамотности государственных служащих и современная инфраструктура, особенно системы кибербезопасности и высокоскоростные сети. Эти изменения дополняют друг друга и обеспечивают успешное внедрение системы цифрового управления.

Цифровые технологии повышают прозрачность во всех аспектах деятельности государства. Например, при управлении государственными закупками, контроле за использованием бюджетных средств и управлении государственной собственностью с помощью электронных систем обеспечиваются прозрачность и открытость принятия решений [23]. Это, в свою очередь, повышает экономическую стабильность и надежность государства в международном сообществе. При этом с помощью цифровых технологий расширяются возможности оценки эффективности государства и прогнозирования колебаний рынка.

Но есть и свои сложности внедрения таких систем. Процесс цифровой трансформации требует не только технологического подхода, но и системного подхода в юридической, экономической и кадровой сферах. Например, квалификация персонала важна для эффективной работы цифрового управления. Государственным служащим и специалистам в области управления необходимо обучаться навыкам работы с цифровыми инструментами, изучать новые технологии и обеспечивать их активное участие в внедрении инноваций. В то же время бюрократия, кадровое сопротивление и обновление старой нормативной базы имеют важное значение для внедрения цифровых технологий.

Только при системном и комплексном подходе можно укрепить экономическую безопасность за счет цифрового управления государственными активами. Принимая во внимание все аспекты, цифровая система государственного управления становится эффективным инструментом для обеспечения общей стабильности в обществе, снижения коррупции и повышения экономической безопасности. Процесс цифровизации при правильной и тщательной организации поможет модернизировать все системы государства, обеспечить эффективное управление и добиться устойчивого экономического роста.

Расширенное освещение рекомендаций по оптимизации управления активами имеет важное значение для обеспечения экономической безопасности государства и повышения эффективности процессов управления. Рекомендации, направленные на эффективную организацию и цифровизацию управления государственными активами, требуют взаимосвязанного и системного подхода.

В качестве первой рекомендации подчеркивается необходимость создания единой цифровой платформы для управления всеми государственными активами. Сегодня управление государственными ресурсами и активами часто осуществляется в нескольких отдельных системах и базах данных. Это приводит к чрезмерной сложности и отсутствию прозрачности в управлении ресурсами, данными и операциями. Для повышения эффективности таких систем необходимо создать единую интегрированную информационную систему, разместить все государственные

активы и процессы на одной платформе. Эта платформа позволит не только оптимизировать операционные процессы, но и эффективно распределять государственные ресурсы, а также быстро реагировать на риски при их использовании. Повысится прозрачность и точность управления, ускорятся процессы принятия решений, что будет способствовать укреплению экономической безопасности государства.

В качестве второй рекомендации следует обратить внимание на инвестиции в инфраструктуру. Важную роль в цифровизации управления государственными активами играют сети и центры обработки данных, основанные на современных информационных технологиях. Поэтому необходимо развитие сетей 5G, обеспечение высокоскоростного доступа в интернет и создание безопасных центров обработки данных. Технология 5G не только обеспечит быструю передачу данных, но и позволит отслеживать и управлять всей деятельностью государства в режиме реального времени. Центры обработки данных сыграют важную роль в обеспечении безопасности и централизованном хранении всех данных. Это необходимо для эффективного решения проблем кибербезопасности и обеспечения надежности цифровой инфраструктуры. Развитие такой инфраструктуры создаст прочную основу для модернизации деятельности государства.

Обучение персонала также является неотъемлемой частью этого процесса. Для успешного внедрения и управления цифровыми технологиями необходимы высококвалифицированные специалисты. Для государственных служащих и управленческого персонала должны быть организованы программы переподготовки для повышения цифровой грамотности и расширения знаний в области ИТ. В процессе обучения необходимо осваивать не только технические знания, но и эффективную методику цифрового управления, навыки, необходимые при работе с новыми системами. Это подготовит государственных служащих и управленческий персонал к цифровой трансформации и гарантирует правильное выполнение процессов.

Четвертая рекомендация направлена на правовую реформу. Чтобы процесс цифровой трансформации был успешным, правовая система государства должна соответствовать новым требованиям цифровой экономики. Необходимо уточнить правовой статус смарт-контрактов (smart contracts), цифровых подписей и электронных документов. Смарт-контракты представляют собой цифровые транзакции, которые выполняются автоматически и работают без сбоев. Это облегчает и делает возможным выполнение каждого процесса в государственной деятельности в определенном порядке. Правовой статус цифровых подписей и электронных документов также важен, поскольку они делают все правовые отношения между государством и отдельными лицами юридически надежными и законными.

В качестве последней рекомендации указывается необходимость укрепления международного сотрудничества. Процесс цифровой трансформации должен не только осуществляться на национальном уровне, но и быть более эффективным благодаря международному сотрудничеству и обмену опытом. В рамках международных организаций, таких как ЕС, БРИКС, важно изучать передовые методы цифровой трансформации и совместно разрабатывать новые технологии. Такое сотрудничество создаст возможность для передачи технологий и обмена инновационными идеями между странами, что поможет сделать цифровое управление более эффективным и безопасным [24].

В целом рекомендации по оптимизации управления государственными активами требуют системного подхода. Каждая рекомендация может быть эффективной сама по себе, но их совместная реализация ускорит цифровую трансформацию государственной деятельности, повысит ее эффективность и укрепит экономическую безопасность государства. Она послужит успешному осуществлению процессов, модернизации государственного управления и обеспечению безопасности.

Закключение

Проведенное исследование показало, что цифровизация управления государственными активами играет ключевую роль в укреплении экономической безопасности Республики Узбекистан. Анализ позволил установить, что использование современных цифровых инструментов обеспечивает повышение прозрачности, снижение коррупционных рисков, более рациональное распределение ресурсов и ускорение принятия управленческих решений.

В ходе работы выявлено, что применение технологий блокчейна, искусственного интеллекта, больших данных, цифровых двойников и облачных вычислений существенно повышает эффективность процессов управления активами, создавая условия для своевременного прогнозирования рисков и оптимизации расходования ресурсов.

Изучение международного опыта (Сингапур, Эстония, Китай) подтвердило высокую результативность цифровых платформ при управлении государственными активами и продемонстрировало возможности адаптации этих практик в условиях Узбекистана, где уже реализуются инициативы в рамках стратегии «Цифровой Узбекистан – 2030» и платформы E-Auksion.

На основе проведенного анализа были разработаны практические рекомендации, направленные на создание единой цифровой платформы управления государственными активами, развитие современной цифровой инфраструктуры, подготовку квалифицированных кадров и совершенствование нормативно-правовой базы. Реализация этих мер позволит комплексно повысить эффективность государственного управления и обеспечить более высокий уровень экономической безопасности страны.

Направления дальнейших исследований

В дальнейшем целесообразно углубить анализ эффективности внедренных цифровых инструментов в управлении государственными активами с использованием количественных методов оценки (например, эконометрических моделей и показателей ROI). Перспективным направлением также является изучение интеграции цифровых платформ между различными секторами экономики и уровнями государственного управления для обеспечения единого информационного пространства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Kormych L., Krasnopolska T., Zavorodnia Yu. (2024) Digital Transformation and National Security Ensuring. *Evropský Politický a Právní Diskurz*, 11 (1), 29–37. DOI: <https://doi.org/10.46340/epd.2024.11.1.4>
2. Попюк В.И., Рандин А.С. (2020) Обеспечение экономической безопасности в условиях цифровизации экономики. *Актуальные проблемы современного менеджмента*, 11, 25–30.
3. Султанов Г.С., Султанов Н.Г. (2024) Цифровизация экономики и внедрения инновации как ключевые факторы обеспечения экономической безопасности в условиях глобализации. *Региональные проблемы преобразования экономики*, 11. DOI: <https://doi.org/10.26726/rpre2024v11dotea>
4. Porter M.E., Heppelmann J.E. (2015) How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. *Harvard Business Review Magazine*, 93, 96–114. [online] Available at: <https://hbr.org/2015/10/how-smart-connected-products-are-transforming-companies> (Accessed 21.10.2025).
5. Shkarupeta E., Babkin A., Palash S., Syshchikova E., Babenyshev S. (2024) Economic Security Management in Regions with Weak Economies in the Conditions of Digital Transformation. *International Journal of Technology*, 15 (4), 1183–1193. DOI: <https://doi.org/10.14716/ijtech.v15i4.6838>
6. Balog M., Babkin A. (2023) Trends in the digitalization impact on the economic security of the region. *E3S Web of Conferences*, 458, art. no. 05009. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3s-conf/202345805009>

7. Parida V., Sjödin D., Reim W. (2019) Reviewing Literature on Digitalization, Business Model Innovation, and Sustainable Industry: Past Achievements and Future Promises. *Sustainability*, 11 (2), art. no. 391. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11020391>
8. Grubic T., Jennions I. (2018) Remote monitoring technology and servitised strategies – factors characterising the organisational application. *International Journal of Production Research*, 56 (6), 2133–2149. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1332791>
9. Попов Е.В., Семячков К.А. (2018) Проблемы экономической безопасности цифрового общества в условиях глобализации. *Экономика региона*, 14 (4), 1088–1101. DOI: <https://doi.org/10.17059/2018-4-3>
10. Scott J. (2004) Measuring dimensions of perceived e-business risks. *Information Systems and e-Business Management*, 2 (1), 31–55. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10257-003-0026-y>
11. Магомедова П.Г. (2025) Механизмы реализации проектного управления в органах власти. *Экономика и безопасность*, 6. [online] Available at: <https://voeninvestnik.ru/PDF/13ES625.pdf> (Accessed 15.10.2025).
12. Гурьянов А.В., Плотников В.А., Юсуфова А.М. (2024) Система внутреннего контроля предприятия как инструмент обеспечения экономической безопасности. *Управленческое консультирование*, 1 (181), 58–67. DOI: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2024-1-74-83>
13. OECD (2024) *Baseline Report of the Fifth Round of Monitoring of Anti-Corruption Reforms in Uzbekistan*. [online] Available at: https://www.oecd.org/en/publications/baseline-report-of-the-fifth-round-of-monitoring-of-anti-corruption-reforms-in-uzbekistan_363ba9d8-en.html (Accessed 15.10.2025).
14. OECD (2019) *Guidelines on Anti-Corruption and Integrity in State-Owned Enterprises*. [online] Available at: https://www.oecd.org/en/publications/guidelines-on-anti-corruption-and-integrity-in-state-owned-enterprises_315dab91-en.html (Accessed 15.10.2025).
15. OECD. *Anti-corruption and integrity in SOEs (overview)*. [online] Available at: <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/corporate-governance-of-state-owned-enterprises/anti-corruption-and-integrity-in-state-owned-enterprises.html> (Accessed 15.10.2025).
16. OECD (2019) *Anti-Corruption Reforms in Uzbekistan*. [online] Available at: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/03/anti-corruption-reforms-in-uzbekistan_c913fdbb/46942986-en.pdf (Accessed 15.10.2025).
17. Муминов Н.Г., Захирова Г.М. (2020) Роль государственных закупок в цифровизации экономики и внедрении электронной торговли. *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*, 13 (2), 30–39. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.13203>
18. Артемова П.В., Камолов С.Г., Константинова А.Н. (2019) Электронное правительство: динамика взаимодействия государства и российского общества в XXI в. *Власть*, 3, 2019, 57–62.
19. Mannopova S., Ishankhodjaeva D. (2018) Analysis of the Development of Electronic Government in the Republic of Uzbekistan. *International Finance and Accounting*, 2018 (3), art. no. 36.
20. Махмудова Г.Н., Разакова Б.С. (2021) Практическое значение цифровой платформы единого портала интерактивных государственных услуг. *Индустрия 5.0, цифровая экономика и интеллектуальные экосистемы (Экопром-2021)*, 169–172. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2021.3/46>
21. Махмудова Г.Н., Разакова Б.С. (2021) Развитие цифровой экосистемы в узбекистане на основе платформенной концепции. *Экосистемы в цифровой экономике: драйверы устойчивого развития* (под. ред. А.В. Бабкина), СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 28–53. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2021.4/2>
22. Махмудова Г.Н., Ашуров З.А., Разакова Б.С. (2022) Развитие цифровой экосистемы и формирование цифровых платформ в Узбекистане. *π-Economy*, 15 (2), 7–21. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15201>
23. OECD (2024) *Baseline Report of the Fifth Round of Monitoring of Anti-Corruption Reforms in Uzbekistan*. [online] https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/11/baseline-report-of-the-fifth-round-of-monitoring-of-anti-corruption-reforms-in-uzbekistan_a7d9ab4c/363ba9d8-en.pdf (Accessed 15.10.2025).
24. OECD (2024) *OECD Guidelines on Corporate Governance of State-Owned Enterprises*. [online] Available at: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-guidelines-on-corporate-governance-of-state-owned-enterprises-2024_18a24f43-en.html (Accessed 15.10.2025).

REFERENCES

1. Kormych L., Krasnopol'ska T., Zavorodnia Yu. (2024) Digital Transformation and National Security Ensuring. *European Political and Law Discourse*, 11 (1), 29–37. DOI: <https://doi.org/10.46340/eppd.2024.11.1.4>
2. Popyuk V.I., Randin A.S. (2020) Obespechenie ekonomicheskoy bezopasnosti v usloviyakh cifrovizatsii ekonomiki [Ensuring economic security in the context of digitalization of the economy]. *Aktual'nye problemy sovremennogo menedzhmenta* [Current issues of modern management], 11, 25–30.
3. Sultanov G.S., Sultanov N.G. (2024) Digitalization of the economy and the introduction of innovations as key factors of ensuring economic security in the context of globalization. *Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki* [Regional problems of economic transformation], 11. DOI: <https://doi.org/10.26726/rppe2024v11dotea>
4. Porter M.E., Heppelmann J.E. (2015) How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. *Harvard Business Review Magazine*, 93, 96–114. [online] Available at: <https://hbr.org/2015/10/how-smart-connected-products-are-transforming-companies> (Accessed 21.10.2025).
5. Shkarupeta E., Babkin A., Palash S., Syshchikova E., Babenyshev S. (2024) Economic Security Management in Regions with Weak Economies in the Conditions of Digital Transformation. *International Journal of Technology*, 15 (4), 1183–1193. DOI: <https://doi.org/10.14716/ijtech.v15i4.6838>
6. Balog M., Babkin A. (2023) Trends in the digitalization impact on the economic security of the region. *E3S Web of Conferences*, 458, art. no. 05009. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3s-conf/202345805009>
7. Parida V., Sjödin D., Reim W. (2019) Reviewing Literature on Digitalization, Business Model Innovation, and Sustainable Industry: Past Achievements and Future Promises. *Sustainability*, 11 (2), art. no. 391. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11020391>
8. Grubic T., Jennions I. (2018) Remote monitoring technology and servitised strategies – factors characterising the organisational application. *International Journal of Production Research*, 56 (6), 2133–2149. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1332791>
9. Popov E.V., Semyachkov K.A. (2018) Problems of Economic Security for Digital Society in the Context of Globalization. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 14 (4), 1088–1101. DOI: <https://doi.org/10.17059/2018-4-3>
10. Scott J. (2004) Measuring dimensions of perceived e-business risks. *Information Systems and e-Business Management*, 2 (1), 31–55. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10257-003-0026-y>
11. Magomedova P.G. (2025) Mechanisms for implementing project management in government bodies. *Economy and Security*, 6. [online] Available at: <https://voenvestnik.ru/PDF/13ES625.pdf> (Accessed 15.10.2025).
12. Guryanov A.V., Plotnikov V.A., Yusufova A.M. (2024) Internal Control System of the Enterprise as Instrument for Ensuring Economic Security. *Administrative Consulting*, 1 (181), 58–67. DOI: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2024-1-74-83>
13. OECD (2024) *Baseline Report of the Fifth Round of Monitoring of Anti-Corruption Reforms in Uzbekistan*. [online] Available at: https://www.oecd.org/en/publications/baseline-report-of-the-fifth-round-of-monitoring-of-anti-corruption-reforms-in-uzbekistan_363ba9d8-en.html (Accessed 15.10.2025).
14. OECD (2019) *Guidelines on Anti-Corruption and Integrity in State-Owned Enterprises*. [online] Available at: https://www.oecd.org/en/publications/guidelines-on-anti-corruption-and-integrity-in-state-owned-enterprises_315dab91-en.html (Accessed 15.10.2025).
15. OECD. *Anti-corruption and integrity in SOEs (overview)*. [online] Available at: <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/corporate-governance-of-state-owned-enterprises/anti-corruption-and-integrity-in-state-owned-enterprises.html> (Accessed 15.10.2025).
16. OECD (2019) *Anti-Corruption Reforms in Uzbekistan*. [online] Available at: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/03/anti-corruption-reforms-in-uzbekistan_c913fdbb/46942986-en.pdf (Accessed 15.10.2025).
17. Muminov N.G., Zakhirova G.M. (2020) The role of public procurement in the digitalization of the economy and adoption of e-commerce. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 13 (2), 30–39. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.13203>
18. Artyomova P.V., Kamolov S.G., Konstantinova A.N. (2019) E-government: the dynamics of interaction between the state and russian society in the 21st century. *Vlast'*, 3, 2019, 57–62.

19. Mannopova S., Ishankhodjaeva D. (2018) Analysis of the Development of Electronic Government in the Republic of Uzbekistan. *International Finance and Accounting*, 2018 (3), art. no. 36.
20. Makhmudova G.N., Razakova B.S. (2021) Practical significance of the digital platform of the single portal of interactive public services. *Industriya 5.0, cifrovaya ekonomika i intellektual'nye ekosistemy (Ekoprom-2021)* [*Industry 5.0, Digital Economy, and Intelligent Ecosystems (Ecoprom-2021)*], 169–172. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2021.3/46>
21. Makhmudova G.N., Razakova B.S. (2021) Development of the digital ecosystem in Uzbekistan based on digital platforms. *Ekosistemy v cifrovoj ekonomike: drayvery ustojchivogo razvitiya* [*Ecosystems in the Digital Economy: Drivers of Sustainable Development*] (ed. A.V. Babkin), St. Petersburg: Polytech-Press, 28–53. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2021.4/2>
22. Makhmudova G.N., Ashurov Z.A., Razakova B.S. (2022) Classification and systematization of approaches to the definition of technology entrepreneurship. *π-Economy*, 15 (2), 7–21. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15201>
23. OECD (2024) *Baseline Report of the Fifth Round of Monitoring of Anti-Corruption Reforms in Uzbekistan*. [online] https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/11/baseline-report-of-the-fifth-round-of-monitoring-of-anti-corruption-reforms-in-uzbekistan_a7d9ab-4c/363ba9d8-en.pdf (Accessed 15.10.2025).
24. OECD (2024) *OECD Guidelines on Corporate Governance of State-Owned Enterprises*. [online] Available at: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-guidelines-on-corporate-governance-of-state-owned-enterprises-2024_18a24f43-en.html (Accessed 15.10.2025).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

МАХМУДОВА Гулжахон Нематджоновна

E-mail: guljaxon0038@gmail.com

Guljakhon N. MAKHMUDOVA

E-mail: guljaxon0038@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1801-4326>

АЗИЗОВ Аббос Худойкулович

E-mail: azizovabbos322@gmail.com

Abbos Kh. AZIZOV

E-mail: azizovabbos322@gmail.com

Поступила: 08.09.2025; Одобрена: 06.10.2025; Принята: 10.10.2025.

Submitted: 08.09.2025; Approved: 06.10.2025; Accepted: 10.10.2025.

Научная статья

УДК 330.3

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18509>

EDN: <https://elibrary/FFUCCG>



ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭКОНОМИКУ УЗБЕКИСТАНА: РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.А. Амбарцумян ✉

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
Ташкент, Узбекистан

✉ a.anastas1960@mail.ru

Аннотация. Проблема повышения эффективности производственно-управленческих процессов становится все более актуальной в условиях внедрения в экономику страны широких возможностей цифровизации, элементов искусственного интеллекта (ИИ). Целью настоящей работы является изучение состояния и перспектив цифровой трансформации экономики Узбекистана. Указанная цель предопределила задачи исследования, заключающиеся в сборе, систематизации и анализе имеющихся источников научно-статистической информации, формулировании результатов, определении направлений дальнейших исследований данной проблемы. В этой связи предметом исследования является цифровая трансформация экономики страны. В работе автором использовались такие методы исследования, как анализ, систематизация и обобщение опубликованных по данной теме материалов; сравнительный анализ статистических данных; синтез выявленных точек зрения, результатов исследований и на их основе формулирование перспективных направлений внедрения ИИ в экономику страны. В рамках представленного исследования были использованы некоторые положения нормативно-правовых актов, актуальные научные публикации, аналитические данные, определенные показатели уровня внедрения ИИ, базовые первичные источники от органов статистики. Приводятся основные результаты исследования, а также направления дальнейших исследований данной темы. В настоящее время актуальной становится необходимость разработки современного программного обеспечения, нацеленного на повышение эффективности управления производственными процессами. Среди прочих задач она должна способствовать совместной работе структурных подразделений предприятия и решению проблемы на стыке границ их ответственности. Пользователи могут делиться в цифровом пространстве своими данными, знаниями, идеями по решению проблем. Интерес со стороны промышленных предприятий к подобным продуктам неуклонно возрастает. Также было установлено, что ИИ становится приоритетным фактором трансформации современных экономических систем. Его внедрение в производственные процессы, сферу услуг и государственное управление имеет важное научно-практическое значение, открывает широкие возможности для повышения эффективности, оптимизации ресурсов и создания новых рынков. ИИ прошел эволюцию от узкоспециализированных алгоритмов до сложных систем, способных к самообучению и принятию решений в условиях неопределенности. Страны, способные сочетать рыночные инструменты управления с государственным регулированием, получают решающее преимущество в глобальной конкуренции XXI века.

Ключевые слова: искусственный интеллект, цифровая экономика, национальная экономика, инвестиции, нормативно-правовые акты, технологии, услуги, информация, большие данные

Для цитирования: Амбарцумян А.А. (2025) Внедрение искусственного интеллекта в экономику Узбекистана: результаты и перспективы. П-Economy, 18 (5), 130–148. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18509>



DIGITAL TRANSFORMATION OF THE UZBEK ECONOMY: RESULTS AND PROSPECTS

A.A. Ambartsumyan ✉

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,
Tashkent, Uzbekistan

✉ a.anastas1960@mail.ru

Abstract. The issue of improving the efficiency of production and management processes is becoming increasingly significant in the context of the introduction of extensive digitalization opportunities and artificial intelligence (AI) elements into the country's economy. The aim of this work is to study the state and prospects of the digital transformation of the economy of Uzbekistan. This goal predetermined the objectives of the study, which consist in collecting, systematizing and analyzing available sources of scientific and statistical information, formulating results and determining directions for further research on this problem. In this regard, the subject of the study is the digital transformation of the country's economy. The author used such research methods as analysis, systematization and generalization of materials published on this topic; comparative analysis of statistical data; synthesis of identified points of view, research results and, based on them, formulation of promising areas for the introduction of AI into the country's economy. Within the framework of the presented research, some provisions of regulatory documents, relevant scientific publications, analytical data, certain indicators of the level of implementation of AI, basic primary sources from statistical authorities were used. The main results of the study, as well as directions for further research on this topic, are presented. At present, the development of advanced software aimed at enhancing the efficiency of production process management is becoming increasingly relevant. Beyond addressing operational tasks, such systems are expected to facilitate collaboration among the structural divisions of enterprises and support the resolution of issues arising at the intersection of their areas of responsibility. Within the digital environment, users are able to exchange data, knowledge and problem-solving ideas. Industrial enterprises are demonstrating steadily growing interest in such solutions. The results indicate that AI is emerging as a key driver of transformation within modern economic systems. Its integration into production processes, the service sector and public administration carries considerable scientific and practical significance, creating opportunities to improve efficiency, optimize resource utilization and generate new markets. AI has undergone an evolution from narrowly specialized algorithms to sophisticated systems capable of self-learning and decision-making under conditions of uncertainty. Countries that succeed in combining market-based management tools with effective state regulation will secure a decisive advantage in the global competition of the 21st century.

Keywords: artificial intelligence, digital economy, national economy, investments, regulations, technologies, services, information, big data

Citation: Ambartsumyan A.A. (2025) Digital transformation of the Uzbek economy: results and prospects. *П-Economy*, 18 (5), 130–148. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18509>

Введение

На протяжении многих лет философия экономического развития базировалась на субстанциональном понимании того, что человечество занято поиском механизмов улучшения условий своей жизни.

Человек всегда пытался совершенствовать свои отношения с природой, стараясь все глубже внедриться в ее тайны, использовать неизведанные ресурсы для своего развития. Научное постижение природы, человеческой жизнедеятельности на каждом этапе развития цивилизации становилось отправной точкой формирования нового технологического уклада, расширения границ научных исследований, процесса производства товаров и услуг, получения доступа к

новым не исследованным наукой объектам. При этом до последнего времени аксиоматичным остается механизм данного процесса. В нем непременно участвовали три основных элемента: сам человек (рабочая сила, труд), а также средства труда и предметы труда, перечень и качество которых полностью определялись уровнем развития сознания человека, накопленным им объемом компетенций. В настоящее время именно благодаря гению человеческого разума появился продукт его сознательной деятельности — искусственный интеллект (ИИ). В этих условиях существенно актуализировалась проблема определения содержания ИИ, возможных темпов, объемов и механизмов его внедрения, очевидных и потенциальных рисков, связанных с реформированием всего процесса управления экономикой, организации производства в отдельных хозяйствующих субъектах. В Стратегии развития технологий ИИ до 2030 года, принятой в Узбекистане, даны определения таких понятий, как ИИ, нейронная сеть, машинное обучение, технология ИИ, большие данные, а также определены задачи по внедрению технологий ИИ в социальную сферу и отрасли экономики.

Предметом исследования является комплекс вопросов, связанных с цифровой трансформацией экономики страны. Объектом исследования — национальная экономика Узбекистана. Научные публикации по исследуемой теме свидетельствуют о возрастающем интересе к проблемам цифровой трансформации экономики, ее структурных элементов, отдельных хозяйствующих субъектов.

Цель работы — изучение состояния и перспектив цифровой трансформации экономики Узбекистана, внедрения в хозяйственную деятельность элементов ИИ. В рамках поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определение места ИИ в развитии экономики Узбекистана на современном этапе;
- рассмотрение эволюции развития ИИ в Узбекистане;
- формулирование условий успешного внедрения ИИ в систему высшего образования;
- определение рисков в рамках дальнейших исследований данной проблемы;
- предложение направлений дальнейших исследований по данной теме.

Настоящий материал призван раскрыть сущность проблемы цифровой трансформации экономики страны, перспектив развития данного процесса.

Литературный обзор

Различные аспекты данной темы рассматриваются в работах А.В. Бабкина [2, 3], С.С. Гулямова [7], Х.Ш. Юнусходжаева [9], Г.Н. Махмудовой [15], А.О. Очилова [7, 20], К. Хакимовой и А.А. Амбарцумяна [24] и др.

Методы и материалы исследования

Методы исследования включают в себя анализ, систематизацию и обобщение опубликованных по теме исследования материалов; сравнительный анализ статистических данных; синтез выявленных точек зрения, результатов исследований и на их основе формулирование перспективных направлений внедрения ИИ в экономику страны.

Материалы исследования

В рамках представленного исследования были использованы некоторые положения нормативно-правовых актов, актуальные научные публикации, аналитические данные, определенные показатели уровня внедрения ИИ, базовые первичные источники от соответствующих государственных учреждений, органов статистики.

Результаты и их обсуждение

Цифровая трансформация — стратегический процесс, направленный на кардинальное изменение деятельности организаций или целых отраслей за счет внедрения цифровых технологий,

повышения эффективности, внедрения инновационных подходов и быстрого удовлетворения потребностей пользователей.

Цифровая трансформация включает в себя не только внедрение технологий, но и фундаментальные изменения в культурных, управленческих и клиентских отношениях. Данный процесс осуществляется по следующим основным направлениям:

- формирование цифровой инфраструктуры;
- взаимодействие с пользователями через цифровые интерфейсы;
- автоматизация бизнес-процессов;
- принятие решений на основе цифровых данных [20].

Трансформация механизма экономического развития Узбекистана на базе широкого внедрения возможностей цифровизации различных процессов хозяйственной деятельности, управления территориальными и отдельными хозяйствующими объектами, постепенного внедрения элементов ИИ выдвигает перед экономической наукой и практикой новые требования по определению текущих и стратегических задач, путей их реализации по развитию национальной экономики в изменяющихся условиях хозяйствования.

В целом рассмотрение темы исследования предполагает структурное разделение результатов исследования на три основные, формально не отмеченные части. В первой приводятся основные итоги цифровизации экономик стран в масштабах мировой экономики, в том числе отдельных регионов. Вторая часть посвящена раскрытию данного вопроса, его особенностей и перспектив в Республике Узбекистан на уровне национальной экономики. В третьей сделана попытка определить проблемы внедрения ИИ на уровне отдельного хозяйствующего субъекта. Цифровая экономика стала ключевым фактором глобальной конкуренции, определяя перестройку производственных цепочек, трансформацию рынков и эволюцию государственных стратегий. В 2023 году ее объем достиг 46 трлн USD, демонстрируя рост на 60% по сравнению с 2018 годом. Однако развитие остается неравномерным: если в Северной Америке доля цифровой экономики в ВВП составляет 68%, то в Африке — лишь 19%. Эти дисбалансы отражают не только технологические разрывы, но и различия в подходах. Китай, США, ЕС и Россия формируют уникальные модели цифровизации, сочетающие инвестиции в инфраструктуру, регулирование данных и геополитические амбиции.

Рост цифровой экономики обеспечивается конвергенцией технологических инноваций и государственных стратегий. Азиатско-тихоокеанский регион, на который приходится 35% глобального прироста, демонстрирует лидерство благодаря масштабным инфраструктурным проектам Китая — к 2023 году в стране развернуто 2,3 млн базовых станций 5G, что в 23 раза превышает показатели 2019 года [2].

Согласно информации, представленной на рис. 1, валовые внутренние расходы России на развитие цифровой экономики по итогам 2023 года достигли 5,5 трлн руб., что на 6% превышает уровень 2022 года в текущих ценах. Позитивная динамика заметна в объеме внутренних затрат организаций как на разработку, внедрение и использование цифровых технологий, так и на соответствующие товары и услуги, которые составили 3,3 трлн руб., что на 3% больше по сравнению с 2022 годом.

Ключевые статистические показатели затрат демонстрируют, что 33,6% расходов организаций направлены на приобретение машин и оборудования, связанных с цифровыми технологиями. Также следует отметить, что затраты домохозяйств на цифровые товары и услуги возросли до 2,2 трлн руб., что на 10,9% больше по сравнению с 2022 годом.

Наиболее заметное увеличение наблюдается в расходах на покупку аудиовизуальной техники, ремонт цифровых устройств и оплату услуг связи. Значительное количество средств также уходит на оплату труда специалистов в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), что составляет основную долю в категории «прочие затраты» (в целом 35%). В структуре



Рис. 1. Динамика валовых затрат Российской Федерации на развитие цифровой экономики, млрд руб.

Fig. 1. Dynamics of the Russian Federation's gross expenditures on the development of the digital economy, billion rubles

расходов домохозяйств на цифровые товары и услуги 56,5% занимают затраты на оплату услуг электросвязи [4].

На протяжении ряда лет особое внимание цифровой трансформации экономики, внедрению элементов ИИ уделяется в Республике Узбекистан. Это может дать стране дополнительные 7% прироста ВВП к 2030 году. Экономика Узбекистана благодаря активному внедрению ИИ может в ближайшие шесть лет вырасти дополнительно на 10 млрд USD [15].

В первую очередь создается соответствующая нормативно-правовая база. В частности, в одном из постановлений Президента Республики Узбекистан указывается, что в соответствии со стратегией «Цифровой Узбекистан – 2030» и в целях создания благоприятных условий для ускоренного внедрения технологий ИИ и их широкого применения в стране, обеспечения доступности и высокого качества цифровых данных, а также подготовки квалифицированных кадров в указанной сфере утверждается Стратегия развития технологий ИИ до 2030 года¹.

Среди ее целевых показателей развития технологий ИИ до 2030 года²:

- доведение объема созданных программных продуктов и оказываемых услуг на основе ИИ до 1,5 млрд USD;
- доведение доли услуг, оказываемых на Едином портале интерактивных государственных услуг на основе ИИ, до 10%;
- доведение количества научных лабораторий, осуществляющих деятельность в направлении ИИ, до 10 единиц, а также запуск высокопроизводительных вычислительных серверов;
- достижение вхождения Республики Узбекистан в Топ-50 государств в Индексе готовности правительства к искусственному интеллекту (Government AI Readiness Index).

Приоритетными направлениями внедрения технологий ИИ определены:

- 1) в банковско-финансовой сфере – предотвращение мошенничества, оценка платежеспособности пользователей, прогнозирование рыночных тенденций;
- 2) в налоговой и таможенной сферах – уменьшение доли теневой экономики, прогнозирование подозрительных таможенных операций и управление рисками;
- 3) в сфере здравоохранения – определение методов диагностики, лечения заболеваний, анализ медицинских снимков и управление данными о больном;
- 4) в сфере сельского хозяйства – прогнозирование урожайности, управление сельскохозяйственными ресурсами, мониторинг процессов выращивания посевов, птицы, рыбы и скота;

¹ Постановление Президента Республики Узбекистан от 17.02.2021 г., № ПП-4996 «О мерах по созданию условий для ускоренного внедрения технологий искусственного интеллекта».

² Постановление Президента Республики Узбекистан от 14.10.2024 г., № ПП-358 «Об утверждении Стратегии развития технологий искусственного интеллекта до 2030 года».

5) в сфере энергетики — управление энергоресурсами, оптимизация производства и распределения энергии, развитие использования возобновляемых источников энергии и прогнозирование спроса на них.

За прошедшие годы в стране предпринимались комплексные меры нормативно-правового, организационно-управленческого характера, направленные на цифровизацию различных секторов экономики, внедрение элементов ИИ. В этой связи заслуживает внимания попытка периодизации данного процесса, его результаты представлены ниже.

Этапы развития цифровой экономики в Узбекистане [16]

Этап 1. Формирование основ (примерно 2002–2016 годы)

Характеристика. Данный этап можно назвать «инфраструктурно-правовым». Основное внимание уделялось созданию базовой телекоммуникационной инфраструктуры, начальной компьютеризации государственных органов и предприятий, формированию первичной законодательной базы в сфере информатизации. Развитие шло относительно медленными темпами, цифровая экономика как самостоятельное направление государственной политики еще не была четко артикулирована.

Ключевые события и нормативные акты:

- закон «Об информатизации» (2003 год);
- закон «Об электронном документообороте» (2004 год);
- закон «Об электронной цифровой подписи» (2003 год);
- создание центра UZINFOCOM (Единого интегратора по созданию и поддержке государственных информационных систем Республики Узбекистан) (2002 год);
- постепенное расширение интернет-доступа, преимущественно через dial-up и позднее через ADSL;
- запуск первых государственных информационных систем и веб-сайтов госорганов.

Основные вызовы. Низкий уровень интернет-проникновения, высокая стоимость доступа, неразвитость цифровой инфраструктуры в регионах, дефицит квалифицированных ИКТ-специалистов, слабая цифровая грамотность населения, отсутствие комплексной государственной стратегии цифрового развития.

Этап 2. Ускорение реформ и стратегическое целеполагание (примерно 2017–2022 годы)

Характеристика. Этот этап ознаменован кардинальным изменением государственной политики в сторону активного форсирования цифровой трансформации. Были приняты стратегические документы, созданы новые институты, начаты масштабные проекты. Акцент сместился на развитие электронного правительства, создание благоприятных условий для ИКТ-бизнеса, либерализацию телекоммуникационного рынка и подготовку ИКТ-специалистов.

Ключевые события и нормативные акты:

- утверждение Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017–2021 годах, где вопросам ИКТ уделялось значительное внимание;
- указы Президента Республики Узбекистан «О мерах по коренному улучшению условий для развития отрасли информационных технологий в республике» (2017 год), «О мерах по дальнейшему совершенствованию сферы информационных технологий и коммуникаций» (2018 год);
- создание Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций (позднее — Министерство цифровых технологий);
- создание и активное развитие Технологического парка программных продуктов и информационных технологий (IT Park Uzbekistan) (с 2019 года) с предоставлением значительных льгот резидентам;
- утверждение стратегии «Цифровой Узбекистан — 2030» (2020 год);
- проект «Один миллион узбекских программистов» (One Million Uzbek Coders) (с 2019 года);

- значительное расширение покрытия мобильным интернетом (3G/4G), снижение стоимости доступа;

- резкий рост количества и качества электронных государственных услуг (my.gov.uz).

Основные вызовы. Необходимость дальнейшего улучшения качества интернет-инфраструктуры (особенно «последней мили»), нехватка высококвалифицированных ИКТ-специалистов и преподавателей, недостаточный уровень цифровизации реального сектора экономики, развитие национальной инновационной экосистемы, привлечение иностранных инвестиций в ИКТ-сектор.

Этап 3. Углубление трансформации и масштабирование воздействия (примерно 2023–2025 годы)

Характеристика. Текущий этап направлен на качественное углубление цифровой трансформации, охватывающее все сферы экономики и общественной жизни. Приоритетами становятся развитие экспортоориентированного ИКТ-сектора, массовая подготовка и переподготовка кадров, создание полноценной цифровой экосистемы (стартапы, венчурное финансирование, R&D), внедрение технологий ИИ, больших данных, облачных вычислений, а также обеспечение кибербезопасности и защиты данных.

Ключевые события и нормативные акты (включая планируемые и текущие, на сентябрь 2025 года):

- принятие Стратегии «Узбекистан — 2030», где цифровизация является сквозным приоритетом;
- акцент на экспорте ИКТ-услуг (цель — несколько миллиардов USD в ближайшие годы);
- развитие региональных филиалов IT Park и создание специализированных ИКТ-кластеров;
- запуск программ по поддержке стартапов и венчурного финансирования;
- проекты по созданию национальных дата-центров и развитию облачной инфраструктуры;
- внедрение элементов ИИ в государственное управление, экономику и социальную сферу;
- усиление законодательства и правоприменительной практики в области защиты персональных данных и кибербезопасности (в соответствии с законом «О кибербезопасности» (новая редакция) и с законом «О персональных данных»);
- расширение программ цифровой грамотности для населения и бизнеса.

Основные вызовы (на сентябрь 2025 года). Обеспечение качества массовой подготовки ИКТ-специалистов, развитие внутренней инновационной культуры и R&D, привлечение значительных частных и иностранных инвестиций в высокотехнологичные проекты, создание конкурентоспособных национальных цифровых продуктов и платформ, обеспечение инклюзивной цифровизации (преодоление цифрового разрыва), эффективное управление данными и развитие data-driven экономики, адаптация к быстро меняющимся глобальным технологическим трендам (ИИ, Web3 и др.). В целом за годы независимости страны были достигнуты ощутимые результаты в сфере информатизации экономической жизни, внедрения продуктов цифровизации хозяйственной деятельности в функционирование органов управления, отраслей экономики, отдельных хозяйствующих субъектов и домохозяйств. Так, за период с 2015 по 2024 год в десять раз увеличился объем оказанных в стране рыночных услуг связи и информатизации (табл. 1).

За эти годы в два раза возросло число абонентов, подключенных к сети передачи данных, включая интернет (табл. 2).

Очень важным является показатель, характеризующий число абонентов с доступом в интернет, в расчете на 100 человек населения. Он увеличился в более чем три раза (табл. 3).

В 2025 году был опубликован комплексный аналитический обзор текущего состояния цифровой экономики Узбекистана, развития стартап-экосистемы и внедрения ИИ. Публикация содержит актуальные данные, включая статистику по ИКТ-экспорту, числу стартапов, занятости в цифровом секторе и уровне проникновения технологий [18].

Исходя из целей публикуемого нами исследования, приоритетными выделены три важных момента. Первый касается проблемы занятости, числа лиц, работающих в данной сфере (рис. 2).

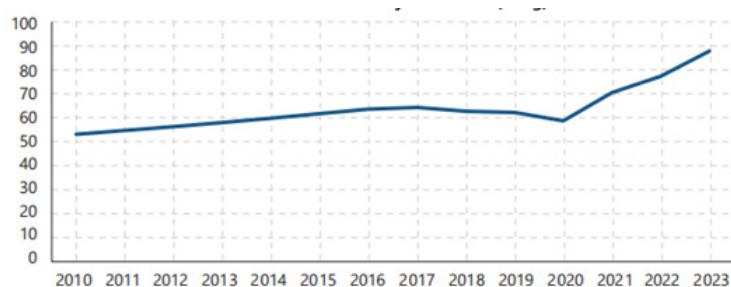


Рис. 2. Рост числа занятых в секторе информации и коммуникаций
Fig. 2. Growth in the number of employees in the information and communications sector

Таблица 1. Объем оказанных в Республике Узбекистан рыночных услуг связи и информатизации, млрд сум³
Table 1. Volume of market communication and informatization services provided in the Republic of Uzbekistan, billion Uzbek Soums⁴

Годы	2015	2020	2020 в % к 2015	2024	2024 в % к 2020	2024 в % к 2015
Объем	5181,5	13852,3	267,4	56812,1	410,1	1096,4

Таблица 2. Число абонентов, подключенных к сети передачи данных, включая интернет, тыс. ед.⁵
Table 2. Number of subscribers connected to data transmission networks, including the Internet, thousand units⁶

Годы	2015	2020	2020 в % к 2015	2024	2024 в % к 2020	2024 в % к 2015
Число	18339,7	26437,4	144,2	38406,0	145,3	209,4

Таблица 3. Число абонентов с доступом в интернет, на 100 человек населения⁷
Table 3. Number of subscribers with Internet access per 100 population⁸

Годы	2015	2020	2020 в % к 2015	2024	2024 в % к 2020	2024 в % к 2015
Число	26,6	58,4	219,5	86,5	148,1	325,2

Данный график отражает динамику занятости в ИКТ-секторе за последние годы. Наблюдается устойчивая положительная тенденция: количество работников в отрасли увеличивается в среднем на 6–8% ежегодно, что свидетельствует о высоких темпах цифровизации экономики и возрастающем спросе на квалифицированные кадры в сфере информационных технологий. Особенно заметен рост в последние два года, что может быть связано с активным внедрением цифровых сервисов и развитием ИКТ-экосистемы страны.

В 2023 году в секторе информации и коммуникаций было занято 87,8 тыс. человек. Совокупный прирост занятости в отрасли за период с 2010 по 2023 год составил 65,4%, что позволяет

³ Национальный комитет Республики Узбекистан по статистике. [online] Available at: <https://stat.uz/ru> [Accessed 28.10.2025]. (in Russian)

⁴ Ibid.

⁵ Там же.

⁶ Ibid.

⁷ Там же.

⁸ Ibid.

отнести ее к числу наиболее динамично развивающихся по показателю роста занятости секторов экономики, уступая лишь сфере «Деятельность по управлению и предоставлению вспомогательных услуг», где прирост составил 69,8% за тот же период.

Среди резидентов IT Park Uzbekistan численность работников достигла 36,3 тыс. человек, что на 10 тыс. больше по сравнению с 2023 годом; из них 17 тыс. заняты в компаниях, ориентированных на экспорт. В 2023 году наивысший средний месячный уровень заработной платы был зафиксирован в финансовом и страховом секторе — около 1100 USD, на втором месте находился сектор информации и коммуникаций со средним показателем около 875 USD в месяц. Наименьший средний уровень заработной платы наблюдался в секторе здравоохранения и социального обслуживания — порядка 248 USD в месяц.

В целом ИКТ-сектор Узбекистана демонстрирует значительный рост, увеличивая свою долю в национальной экономике и показывая высокие темпы развития в отдельных подсекторах, таких как электронная коммерция и ИКТ-услуги. Тем не менее страна продолжает занимать относительно низкие позиции в мировых рейтингах по экспорту и импорту ИКТ-услуг, а также по объемам расходов на программное обеспечение, что свидетельствует о том, что, несмотря на расширение, сектор еще не реализовал свой полный потенциал в области международной торговли и внедрения технологий.

На рис. 3 представлено распределение технологических направлений, применяемых молодыми инновационными компаниями страны.

Лидирующие позиции занимают облачные вычисления (Cloud Computing) и технологии больших данных и аналитики (Big Data and Analytics), которые используются более чем половиной опрошенных стартапов. На втором плане находятся ИИ (Artificial Intelligence (AI)) и машинное обучение (МО) (Machine Learning (ML)), а также технологии блокчейн (Blockchain), применяемые преимущественно в финансовых и логистических проектах. Это указывает на ориентацию стартапов на создание цифровых продуктов с высокой масштабируемостью.

При опросе о применяемых технологиях было установлено, что наиболее широко используемым инструментом среди опрошенных стартапов являются платформы SaaS (Software as a Service), на которые указали 50% участников, что свидетельствует о высокой зависимости бизнеса от облачных сервисов в операционной деятельности. На втором месте находятся технологии разработки мобильных приложений (Mobile Applications Development), применяемые 40% стартапов (8 упоминаний). Примечательно, что решения в области ИИ и МО также занимают значительное место: 35% и 30% респондентов соответственно отметили их использование, что подчеркивает растущую роль инноваций, основанных на ИИ.

Недавно произведенная модель ИИ DeepSeek-R1, относящаяся к категории открытого программного обеспечения (open-source), по прогнозам, будет способствовать ускорению развития ИИ-технологий. Ее открытый код предоставляет разработчикам свободу использования, модификации и коммерциализации, что, как ожидается, приведет к стимулированию инноваций, снижению затрат на разработку и повышению доступности технологий в профессиональном сообществе.

Анализ технологий, используемых стартапами, был проведен в увязке с ключевыми техническими ролями, необходимыми для их роста. Наиболее востребованной позицией оказались разработчики/инженеры-программисты (Software Developers/Engineers), которых 70% стартапов считают критически важными. Это напрямую коррелирует с высокой распространенностью SaaS-платформ (50%), что подтверждает ориентацию стартапов на облачные программные решения. Аналогично, 40% компаний применяют технологии разработки мобильных приложений, что согласуется с 35%-ным спросом на специалистов в этой области и отражает возращение значения мобильных решений в цифровых бизнес-моделях. Четкая корреляция наблюдается и между спросом на инженеров в области ИИ и МО (35%) и уровнем использования

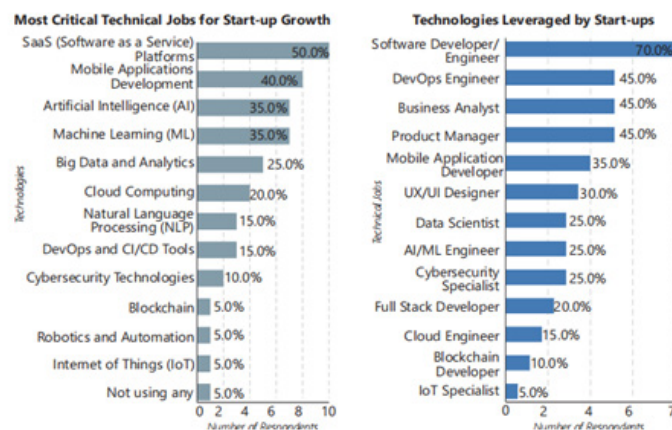


Рис. 3. Технологии, используемые стартапами
Fig. 3. Technologies used by startups

технологий ИИ и МО (35%), что указывает на активную интеграцию решений на базе ИИ и признание важности таких компетенций для инновационного развития и масштабирования.

Вместе с тем при анализе потребности в DevOps-инженерах выявляется заметный разрыв: 45% стартапов считают эту роль ключевой, однако лишь 15% сообщают о применении инструментов DevOps и CI/CD. Это может свидетельствовать о том, что, несмотря на признание важности DevOps для автоматизации, развертывания и управления инфраструктурой, компании пока сталкиваются с трудностями в их полномасштабной реализации. Потенциальные причины включают дефицит квалифицированных кадров, ограниченные ресурсы (особенно в стартапах на ранней стадии развития, которые могут пока не нуждаться в полной DevOps-автоматизации), а также приоритетное внимание к технологиям ИИ и SaaS, получающим больше инвестиций по сравнению с DevOps. Еще одной важной технической ролью для развития стартапов являются бизнес-аналитики, которых 45% компаний считают необходимыми. Это отражает возрастающую зависимость от принятия решений, основанных на данных, и от инструментов бизнес-аналитики. Однако при этом лишь 25% стартапов заявили о применении технологий больших данных и аналитики, что указывает на разрыв между осознанием ценности аналитических функций и наличием соответствующей инфраструктуры. Этот дисбаланс демонстрирует то, что, несмотря на понимание потенциала бизнес-аналитики, часть компаний все еще находится на стадии формирования своих аналитических возможностей.

В рамках исследования стартапам также был задан вопрос о барьерах внедрения новых технологий. Наиболее значимой проблемой был назван дефицит квалифицированных специалистов (50%), далее следуют высокие затраты и ограниченный доступ к ресурсам (по 35%). Примечательно, что лишь 10% респондентов отметили сложность новых технологий как препятствие, что говорит о высоком уровне осведомленности и понимания основателями стартапов современных технологических трендов.

На рис. 4. выведена диаграмма, свидетельствующая о приоритетах компаний в распределении инвестиций на ближайший год.

Наибольший объем средств планируется направить на привлечение и обучение специалистов в области ИИ (43% компаний), развитие инфраструктуры и управление данными (39%), а также проведение исследований и разработок (35%). Менее значительные, но все же важные направления – развитие этических стандартов и управление ИИ (27%), а также коммерциализация продуктов на базе ИИ (22%). Это свидетельствует о стратегическом акценте на формирование внутреннего потенциала и технологической базы.

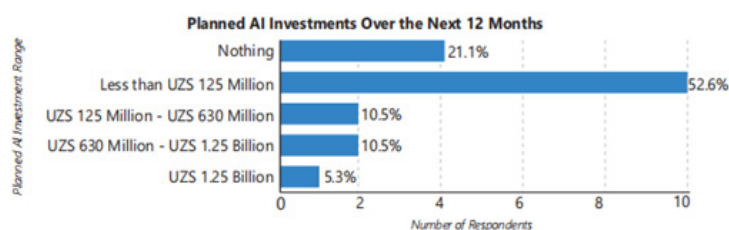


Рис. 4. Планируемые инвестиции в ИИ в течение года

Fig. 4. Planned investments in AI over the year

Несмотря на то, что большинство компаний заявляют о намерении внедрять технологии ИИ, значительная их часть выделяет на эти цели крайне ограниченные средства или вовсе их не выделяет. Так, 21,1% респондентов не имеют бюджета на внедрение ИИ, а 52,6% планируют инвестировать не более 125 млн сум (приблизительно 10 тыс. USD). Среди компаний этой категории три заявили о намерении внедрить ИИ более чем в семи направлениях деятельности, что вызывает сомнения в реализуемости и серьезности их инвестиционных планов.

Отдельная компания, планирующая инвестировать свыше 1,25 млрд сум (около 100 тыс. USD), ранее не использовала ИИ, но обозначила конкретные планы по применению его технологий для прогнозирования урожайности. Среди четырех компаний, намеренных вложить от 125 млн до 1,25 млрд сум (10–100 тыс. USD), три уже интегрировали ИИ в свою деятельность. Из них две сообщили, что 10–25% их процессов автоматизированы с его использованием, а одна компания отметила, что более 75% процессов от него зависят И. Оставшиеся участники данной группы указали, что находятся на стадии разработки и подготовки к внедрению ИИ. В то же время среди 19 опрошенных компаний 47,4% считают, что ИИ станет значимым фактором роста и инноваций, что отражает высокие ожидания в отношении его трансформационного потенциала. Кроме того, 42,1% полагают, что ИИ в умеренной степени повысит эффективность, но не приведет к кардинальным изменениям в их отрасли. Одна компания выразила сомнение в том, принесет ли ИИ умеренное повышение эффективности или окажет минимальное влияние, а еще одна прямо заявила, что ИИ окажет незначительное воздействие на отрасль. Примечательно, что ни одна из компаний не полагает, что внедрение ИИ создаст больше проблем, чем преимуществ.

В целом последние десятилетия свидетельствуют о сокращении ручного, недостаточно эффективного труда человека и расширении участия в производственном процессе технических средств управления, продуктов человеческого интеллекта. Даная тенденция проявляется, среди прочих, в широкой цифровизации различных сфер жизнедеятельности человека, в том числе экономической [1].

Представляется важным, что проводимые в стране экономические реформы и процессы цифровой трансформации воспринимаются по-разному в разных регионах. Это способствует быстрому развитию одних предприятий, в то время как другие остаются без подобных возможностей. Кроме того, бюрократические барьеры, правовые несоответствия и ограниченный доступ к информации также способствуют усилению экономических различий между предприятиями [19].

При этом потенциал использования ИИ в Узбекистане остается чрезвычайно высоким. ИИ может быть эффективно применен для интеллектуального анализа больших данных, оптимизации налогового и таможенного администрирования, развития цифровых двойников предприятий, прогнозирования макроэкономических показателей и управления рисками. При этом успешная интеграция ИИ невозможна без системного подхода, который включает развитие нормативно-правовой базы, подготовку квалифицированных кадров, инвестиции в исследовательскую инфраструктуру и локализацию программных решений [8].

В рамках настоящего исследования отдельно были рассмотрены некоторые положения цифровизации, внедрения элементов ИИ на уровне отдельного предприятия.

Новые технологии в рамках цифровой экономики делают возможным осуществлять рациональное хозяйство между разными субъектами экономики, что повышает эффективность и адаптивность хозяйственных процессов [3].

Основой цифровой трансформации для отдельного хозяйствующего субъекта является осуществление кардинальных изменений в организации управления производственными процессами на различных этапах подготовки, осуществления цепочек в разработке, производстве и реализации готовой продукции.

Как известно, организация производства — это система планомерных действий, направленных на создание экономически эффективных сочетаний элементов производства между собой, во времени и в пространстве с целью снижения издержек, повышения нормы прибыли.

Цифровая трансформация экономики, ее производственных отраслей базируется на расширении и ускорении информационного обмена при организации производственных процессов, принятии управленческих решений, тестировании их результатов. Она предполагает переустройство отношений между наукой и производством на качественно новом уровне, где результаты научной деятельности становятся драйверами экономического роста — в первую очередь в результате оптимизации организации труда, усиления ее наукоемкости, снижения себестоимости производства и реализации продукции, а соответственно, и повышения ее конкурентоспособности.

Осуществляемые изменения должны охватывать все стадии жизненного цикла товара. В рамках промышленного производства он включает в себя научно-исследовательские работы, конструкторско-технологическое проектирование, испытания, внедрение в массовое производство, реализацию, потребление (эксплуатацию) и утилизацию.

На каждой стадии, в соответствии с характером и объемами выполняемых задач, наличием ресурсной базы, формируются соответствующие организационно-производственные и управленческие структуры, обеспечивающие достижение поставленных задач.

В условиях цифровизации процесса организации производства, его управления степень автоматизации зависит от имеющегося технического уровня обеспечения производства, кадрового потенциала, возможностей системного и ситуационного ресурсного обеспечения и других факторов.

Вышеизложенное свидетельствует о необходимости кардинального совершенствования системы организации производства на промышленных предприятиях, определения оптимального взаимодополняющего взаимодействия между человеком, средствами труда и ИИ. Современные тенденции осуществления экономической деятельности и производства вынуждают предприятия переосмысливать процессы управления производством, двигаться в направлении цифровизации. Деятельность производственных предприятий сегодня чрезвычайно многогранна. Новые рынки и новая номенклатура с учетом специфики импортозамещения способствуют улучшениям существующих производственных процессов. Именно своевременно проведенные элементы цифровой трансформации способны повысить устойчивость машиностроительных предприятий [12].

Этап цифровизации потребовал от промышленных предприятий проведение реорганизации и модернизации информационных систем, внедрение цифровых технологий управления, подключение к цифровым сервисам федерального и регионального уровней. Цифровизация охватила все сферы экономики, а в промышленности наиболее активно применяющимися цифровые технологии стали автомобильная, электронная и энергетическая отрасли [17].

В настоящее время необходимы анализ современных проблем организации управления производственными процессами, определение оптимальных решений с учетом возможностей, появляющихся в условиях широкого применения информационных цифровых технологий.

Проблемы. Качественно меняется характер технологий, применяемых на промышленных предприятиях. Усложнение процессов подготовки производства, его осуществления, важность гибкого оперативного реагирования на внешние условия предопределяют необходимость широкого внедрения информатизации, в том числе использования больших данных.

При этом имеющийся в этой области опыт подтверждает, что внедрение информационных систем в деятельность промышленных предприятий связано с необходимостью решения таких проблем, как:

- модернизация и технологическое перевооружение предприятия;
- внедрение современных технологий обеспечения стабильного функционирования производственных циклов;
- минимизация влияния рисков на бесперебойную работу предприятия, его структурных подразделений;
- обеспечение предотвращения утечек служебной информации;
- необходимость постоянного переобучения и повышения квалификации персонала.

В условиях цифровизации отдельного внимания требуют проблемы организации управления производственными процессами. В частности, представляется важным выделить:

- информационно-методологические проблемы, обусловленные необходимостью сбора, обработки, хранения и использования больших массивов различной информации и знаний, в том числе для решения ситуационных задач, возникающих в результате внешних изменений;
- технологические проблемы, связанные с необходимостью решения новых цифровых задач в области внедрения и использования современных технологий производства;
- определение и внедрение цепочек производства, адекватных современному характеру производства;
- материально-технические и финансовые проблемы, связанные с полным обеспечением производства — от разработки новых изделий до их реализации;
- кадровые проблемы, связанные с необходимостью наличия на предприятии специалистов, способных реализовывать различные задачи в рамках осуществляемых производственных процессов.

Здесь важно иметь в виду, что роботы и мыслящие машины в перспективе способны оказать серьезное влияние на все аспекты производства, потому что в одних областях они могут полностью заменить людей, а в других — значительно увеличить производительность или улучшить качество и надежность выпускаемой продукции [5].

Перспективы. В условиях постоянно растущего информационного рынка специалисты выделяют следующие информационные системы:

- MRP (Material Requirements Planning — планирование потребностей в материалах);
- MRP II (Manufacturing Resource Planning — планирование производственных ресурсов);
- SCM (Supply Chain Management — управление цепочкой поставок);
- ERP (Enterprise Resource Planning — планирование ресурсов предприятия);
- MES (Manufacturing Execution System — система управления производственными процессами);
- APS (Advanced Planning and Scheduling — расширенное планирование и диспетчеризация).

Объективно в рамках исследования вопросов управления производственными процессами наиболее перспективными представляются MES-системы. Именно их особенностью являются предметная ориентированность и учет технологических особенностей конкретных производственных процессов.

MES-системы, использующие различные возможности хранения больших данных, позволяют на производственно-технологическом уровне аккумулировать различные данные в единое целое. Они позволяют мониторить источники, характер, объемы информации и использовать ее при принятии управленческих решений.

Грамотное использование MES-систем может способствовать:

- совершенствованию оперативного планирования, материально-технического обеспечения производства продукции с глубокой разбивкой до посуточного планирования;
- совершенствованию механизмов организации производственных процессов, включая цепочки производства продукции, получения добавленной стоимости;
- сокращению подготовительно-заготовительного времени, непроизводительных простоев в процессе производства продукции;
- совершенствованию менеджмента на всех уровнях управления процессами разработки, производства и реализации продукции;
- сокращению издержек производства и реализации продукции, повышению ее конкурентоспособности.

Технические решения значительно расширяют возможности обработки информации и использования ее результатов, обеспечивают получение из информации знаний для принятия на их основе решений для дальнейшего воплощения в реальных действиях, соответствующих ситуации.

Некоторые технологии интернета вещей имитируют реальность, тестируют различные цифровые сценарии и используют технологию цифрового двойника. Цифровой двойник промышленного предприятия — его копия в виртуальной среде. Функция цифрового двойника — воспроизводить процессы и операции на предприятии с высокой точностью, что позволяет решать широкий круг оперативных задач. Цифровой двойник в производстве обеспечивает точное прогнозирование объемов, заказов производства и помогает определить оптимальное количество оборудования для организации производственного процесса и необходимые запасы производственных ресурсов [21].

В настоящее время актуальной становится необходимость разработки современного программного обеспечения, нацеленного на повышение эффективности управления производственными процессами. Среди прочих задач она должна способствовать структурным подразделениям предприятия работать совместно и решать проблемы на стыке границ их ответственности. Пользователи могут делиться в цифровом пространстве своими данными, знаниями по решению проблем. Интерес со стороны промышленных предприятий к подобным продуктам неуклонно возрастает. Глобальный характер перехода к цифровому производству, по существу, лишает промышленные предприятия возможности выбирать, переходить им на цифровое производство или не переходить. Безальтернативный характер развития производства на цифровой основе обусловлен тем, что, оставаясь на нецифровых технологиях, промышленные предприятия обрекают себя на неизбежное технологическое отставание, дополнительные издержки на производство и реализацию своей продукции и т.д. [11].

В настоящее время сформировалась целостная концепция ноономики, которая представляет собой сложную теорию трансформации, опирающуюся на исследование технологических изменений и вытекающих из них сдвигов в общественном устройстве. Подход, выдвинутый в теории ноономики, позволяет предвидеть и оценивать далекие горизонты общественного развития и улавливать переходы от одной ступени к следующей [18].

В концепции цифровой трансформации производства Индустрия 4.0 в качестве технологического ядра появилась концепция «Умная (цифровая, виртуальная) фабрика», характерными чертами которой являются [4]:

- максимальная автоматизация всех звеньев;
- НИОКР продукции серийного производства, которые практически приближены к удельному весу и значимости НИОКР по индивидуальному производству сложной технической продукции;
- производство, способное в максимально сжатые сроки трансформироваться, перестраиваться, включая обновление производственных линий посредством управления автономной системой;

- функциональные элементы, которые действуют в тесной взаимосвязи как единое целое на всех этапах жизненного цикла продукции, регулируемые потоками обратных онлайн-связей;
- жизненный цикл продукции в интегрированном взаимодействии с логистическим и сервисными центрами и обратными связями, выступающий объектом управления [10].

Цифровая трансформация производственных систем, обусловленная стремительным развитием технологий Индустрии 4.0 и постепенным переходом к концепции Индустрии 5.0, коренным образом меняет подходы к управлению производством. Процесс планирования ресурсов производства, обеспечивающий оптимальное использование производственных мощностей, минимизацию затрат и своевременное выполнение заказов, выступает ключевым фактором конкурентоспособности предприятий [25].

Сегодня на базе проведенных исследований формируются понимание и условия для разработки научной теоретической базы и прикладных инструментариев в области создания киберфизических экосистем Индустрии 6.0 как нового поколения киберфизического промышленного пространства, представляющих среду интеллектуального производства и являющихся основой становления будущей национальной киберфизической экосистемы Индустрии 6.0 в Российской Федерации как нового научного направления [13].

Кроме того, имеет место и такая точка зрения: ИИ не изменит работу организаций (или жизнь людей) так быстро, как многие полагают. Он станет одной из многих технологий, подчиняющихся закону Амары (по имени автора): «Мы склонны переоценивать влияние технологий в краткосрочной перспективе и недооценивать их влияние в долгосрочной перспективе» [22].

Нельзя отрицать и того, что ИИ в последние несколько лет впечатляет нас по-новому почти каждый день, порой даже творит чудеса. Значительные успехи появились в самых разных областях, от компьютерных игр до распознавания речи и идентификации лиц [14]. При этом авторы данного заключения, известные исследователи в области ИИ Г. Маркус и Э. Дэвис, утверждают, что нам еще очень далеко для создания полностью автономных автомобилей или сверхразумных роботов.

Страны, способные сочетать рыночные инструменты управления с государственным регулированием, получают решающее преимущество в глобальной конкуренции XXI века. Узбекистан, обладая уникальным опытом трансформаций и стратегическим видением, имеет все шансы занять в этом глобальном процессе достойное место.

Нельзя не согласиться с коллективом авторов известной работы в области ИИ: «Стоит стремиться к тому, чтобы технологии искусственного интеллекта использовались во благо как можно большего числа людей и приносили пользу для развития человечества» [6].

Заключение

На основе проведенных исследования отметим основные результаты исследований.

1. Установлено, что ИИ становится приоритетным фактором трансформации современных экономических систем. Его внедрение в производственные процессы, сферу услуг и государственное управление открывает широкие возможности для повышения эффективности, оптимизации ресурсов и создания новых рынков.

2. Теоретико-методологический анализ показал, что ИИ прошел эволюцию от узкоспециализированных алгоритмов до сложных систем, способных к самообучению и принятию решений в условиях неопределенности. ИИ перестает быть исключительно технологическим феноменом и превращается в инструмент обеспечения экономической эффективности экономики.

Заслуживает внимания исследование отдельных аспектов внедрения ИИ в сферу высшего образования.

3. Одним из ключевых результатов исследования является утверждение о том, что успешность внедрения искусственного интеллекта будет зависеть от степени согласованности между

технологическими, организационными и социокультурными аспектами. Государственная политика цифровизации высшего образования, наличие стратегий и программ, направленных на развитие цифровой культуры и грамотности, готовность университетов к технологическим трансформациям, уровень подготовки преподавателей и студентов — все эти факторы являются решающими для эффективного использования потенциала ИИ в образовательном процессе [23].

4. Исследование механизмов внедрения ИИ, изучение его глубинных основ, позволяет экспертам выделять и риски, проблемы, выявляющиеся в этом процессе.

Направления дальнейших исследований

Страны мира с различным временным шагом разрабатывают элементы ИИ, внедряют их в различные отрасли экономики, ожидая от данного процесса оптимизации всего процесса хозяйственной деятельности. Развитие и активное внедрение ИИ подтверждают доминирующую роль научно-технических достижений в области современных технологий производства материалов, товаров, услуг.

Поэтому авторы видят в качестве направлений дальнейших исследований анализ и совершенствование научно-методического аппарата в области экономического обоснования целесообразности внедрения технологий ИИ в деятельности предприятий и организаций Республики Узбекистан.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Амбарцумян А.А. (2024) Цифровизация как фактор повышения эффективности человеческого капитала. *Актуальные проблемы преподавания и изучения всемирной истории и экономические аспекты изучения человеческих ресурсов с исторической точки зрения*, 389–396.
2. Бабкин А.В., Чэн Ш., Дин Х. (2025) Политика развития цифровой экономики в Китае и зарубежных странах: состояние и развитие. В книге: *Развитие интеллектуальной экономики и промышленности на основе искусственного интеллекта*, монография (под ред. А.В. Бабкина), СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 62–74. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/3>
3. Бабкин А.В., Буркальцева Д.Д., Костень Д.Г., Воробьев Ю.Н. (2017) Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*, 10 (3), 9–25. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.10301>
4. Белоусов Д.Р., Аблаев Э.Ю., Абрамова Е.А., Артеменко В.Г., Ипатова И.Б., Михайленко К.В., Солнцев О.Г. (2025) О сценариях и количественных параметрах прогноза развития сектора ИКТ в России. *Проблемы прогнозирования*, 2 (209), 98–117. DOI: <https://doi.org/10.47711/0868-6351-209-98-117>
5. Бутл Р. (2024) *Искусственный интеллект и экономика: Работа, богатство и благополучие в эпоху мыслящих машин*, М.: Альпина ПРО.
6. Бурцев М.С., Бухвалов О.Л., Ведяхин А.А., Витяев Е.Е. и др. (2021) *Сильный искусственный интеллект: На подступах к сверхразуму* (под ред. А.С. Потапова), М.: Интеллектуальная литература.
7. Гулямов С.С., Очилов А.О., Аликулов М.Г. (2025) Интеграция инструментов искусственного интеллекта в стратегическое управление предприятиями в условиях цифровой экономики. В книге: *Развитие интеллектуальной экономики и промышленности на основе искусственного интеллекта*, монография (под ред. А.В. Бабкина), СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 231–249. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/10>
8. Жаббаров К.Й., Муминов С.Ю., Нуржонов А.О., Очилова М.Н. (2025) Применение искусственного интеллекта в формировании цифровой экономики Узбекистана: возможности и направления развития. В книге: *Развитие интеллектуальной экономики и промышленности на основе искусственного интеллекта*, монография (под ред. А.В. Бабкина), СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 280–296. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/12>
9. Юнусходжаев Х.Ш., Хакимов И.Ш. (2022) *Цифровая экономика и стратегии развития промышленных предприятий Узбекистана*, Ташкент: Fan.

10. Квинт В.Л., Бодрунов С.Д. (2021) *Стратегирование трансформации общества: знание, технологии, ноономика*, монография, СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте.
11. Курегян С.В., Мелешко Ю.В. (2021) Механизмы взаимодействия цифрового производства, цифровых услуг и цифровых бизнес-моделей. *Технико-технологические проблемы сервиса*, 2 (56), 90–94.
12. Ладошин М.П. (2024) Трансформация форм и методов организации производства на предприятии машиностроения в условиях цифровизации. *Экономинфо*, 19 (4), 19–29.
13. Либерман М., Либерман И.В., Качек П.М. (2025) Индустрия 6.0: создание национальных киберфизических экосистем в России. В книге: *Развитие интеллектуальной экономики и промышленности на основе искусственного интеллекта*, монография (под ред. А.В. Бабкина), СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 334–354. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/15>
14. Маркус Г., Дэвис Э. (2021) *Искусственный интеллект: Перегрузка. Как создать машинный разум, которому действительно можно доверять*, М.: Альпина ПРО.
15. Махмудова Г.Н., Бахшалиева У.Ф., Бабкин А.В. (2025) Тенденции и перспективы развития искусственного интеллекта в Узбекистане. В книге: *Развитие интеллектуальной экономики и промышленности на основе искусственного интеллекта*, монография (под ред. А.В. Бабкина), СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 250–280. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/11>
16. Муминов К.Б. (2025) Этапы трансформации: Эволюция цифровой экономики в Узбекистане – достижения, вызовы и перспективы (по состоянию на май 2025 г.). *Свет науки*, 1 (9 (44)), 138–149.
17. Никонорова А.В. (2022). Проблемы организации управления производственными процессами в условиях цифровизации экономики и пути их решения. *Вестник университета*, 11, 145–152. DOI: <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2022-11-145-152>
18. Norkulov I., Fujii A. (2025) *Digital Economy of Uzbekistan: The State of Digital Entrepreneurship and Artificial Intelligence*, Tashkent: Ministry of Economy and Finance of the Republic of Uzbekistan.
19. Останова М.Э., Мусурмонова М.О. (2025) Факторы, влияющие на гетерогенность и диспропорции между предприятиями в регионе. В книге: *Развитие интеллектуальной экономики и промышленности на основе искусственного интеллекта*, монография (под ред. А.В. Бабкина), СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 648–664. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/30>
20. Очилов А.О., Раимова М.Д. (2025). Технологические решения, реализуемые в сфере туризма Узбекистана в рамках цифровой трансформации. В книге: *Развитие интеллектуальной экономики и промышленности на основе искусственного интеллекта*, монография (под ред. А.В. Бабкина), СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 139–174. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/7>
21. Ташкинов А.Г. (2025) Интегрированный подход к управлению предприятием в контексте индустрии 4.0 с использованием интеллектуальных технологий. В книге: *Развитие интеллектуальной экономики и промышленности на основе искусственного интеллекта*, монография (под ред. А.В. Бабкина), СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 568–585. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/26>
22. Дэвенпорт Т. (2021) *Внедрение искусственного интеллекта в бизнес-практику*, М.: Альпина.
23. Филиппов О.А. (2025) Искусственный интеллект и концепция интеллектуального университета в Узбекистане: философский подход. *Interpretation and Researches*, 1 (5 (51)), 13–21.
24. Хакимова К., Амбарцумян А.А. (2022) Цифровизация, как драйвер экономического роста. *Современные проблемы физики, энергетики и теплотехники*, 229–232.
25. Цыцына А.Р., Барбаш И.П., Колосова О.В. (2025) Показатели качества процесса планирования ресурсов производства в условиях цифровой трансформации. В книге: *Развитие интеллектуальной экономики и промышленности на основе искусственного интеллекта*, монография (под ред. А.В. Бабкина), СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 398–418. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/18>

REFERENCES

1. Ambartsumian A.A. (2024) Tsifrovizatsiia kak faktor povysheniia effektivnosti chelovecheskogo kapitala [Digitalization as a factor in increasing the efficiency of human capital]. *Aktual'nye problemy prepodavaniia i izucheniia vsemirnoi istorii i ekonomicheskie aspekty izucheniia chelovecheskikh resursov s istoricheskoi tochki zreniia* [Current issues in teaching and studying world history and economic aspects of studying human resources from a historical point of view], 389–396.

2. Babkin A.V., Cheng Sh., Ding H. (2025) Digital economy development policy in China and foreign countries: Status and development. In: *Razvitie intellektual'noi ekonomiki i promyshlennosti na osnove iskusstvennogo intellekta* [Development of an intelligent economy and industry based on artificial intelligence], monograph (ed. A.V. Babkin), St. Petersburg: POLITEKH-PRESS, 62–74. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/3>
3. Babkin A.V., Burkaltseva D.D., Vorobey D.G., Kosten Yu.N. (2017) Formation of digital economy in Russia: essence, features, technical normalization, development problems. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 10 (3), 9–25. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.10301>
4. Belousov D.R., Ablaev E.IU., Abramova E.A., Artemenko V.G., Ipatova I.B., Mikhailenko K.V., Solntsev O.G. (2025) O stsensariikh i kolichestvennykh parametrakh prognoza razvitiia sektora IKT v Rossii [On scenarios and quantitative parameters for the forecast of the ICT sector development in Russia]. *Studies on Russian Economic Development*, 2 (209), 98–117. DOI: <https://doi.org/10.47711/0868-6351-209-98-117>
5. Bootle R. (2020) *The AI Economy: Work, Wealth and Welfare in the Age of the Robot*, Boston, MA, London, UK: Nicholas Brealey Publishing.
6. Burtsev M.S., Bukhvalov O.L., Vediakhin A.A., Vitiaev E.E. et al. (2021) *Sil'nyi iskusstvennyi intellekt: Na podstupakh k sverkhrazumu* [Strong Artificial Intelligence: Towards Superintelligence] (ed. A.S. Potapov), Moscow: Intellektual'naia literatura.
7. Gulyamov S.S., Ochilov A.O., Alikulov M.G. (2025) Integration of artificial intelligence tools into strategic enterprise management in the context of the digital economy. In: *Razvitie intellektual'noi ekonomiki i promyshlennosti na osnove iskusstvennogo intellekta* [Development of an intelligent economy and industry based on artificial intelligence], monograph (ed. A.V. Babkin), St. Petersburg: POLITEKH-PRESS, 231–249. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/10>
8. Jabbarov K.Y., Muminov S.Yu., Nurjonov A.O., Ochilova M.N. (2025) The use of artificial intelligence in the formation of the digital economy of Uzbekistan: opportunities and directions of development. In: *Razvitie intellektual'noi ekonomiki i promyshlennosti na osnove iskusstvennogo intellekta* [Development of an intelligent economy and industry based on artificial intelligence], monograph (ed. A.V. Babkin), St. Petersburg: POLITEKH-PRESS, 280–296. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/12>
9. Iunuskhodzhaev Kh.Sh., Khakimov I.Sh. (2022) *Tsifrovaia ekonomika i strategii razvitiia promyshlennykh predpriatii Uzbekistana* [Digital Economy and Development Strategies for Industrial Enterprises in Uzbekistan], Tashkent: Fan.
10. Kvint V.L., Bodrunov S.D. (2021) *Strategirovanie transformatsii obshchestva: znanie, tekhnologii, noonomika* [Strategizing the transformation of society: knowledge, technology, and noonomics], monograph, St. Petersburg: INIR im. S.IU. Vitte.
11. Kuregyan S.V., Meleshko Yu.V. (2021) Interaction mechanisms of digital production, digital services and digital business models. *Technico-tehnologicheskie problemy servisa*, 2 (56), 90–94.
12. Ladoshin M.P. (2024) Transformation of forms and methods of organization production in the machine-building enterprise in the digital world. *Ekonominfo*, 19 (4), 19–29.
13. Liberman M., Liberman I.V., Klachek P.M. (2025) Industry 6.0: Creation of national cyber-physical ecosystems in the Russian Federation. In: *Razvitie intellektual'noi ekonomiki i promyshlennosti na osnove iskusstvennogo intellekta* [Development of an intelligent economy and industry based on artificial intelligence], monograph (ed. A.V. Babkin), St. Petersburg: POLITEKH-PRESS, 334–354. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/15>
14. Marcus G., Davis E. (2020) *Rebooting AI: Building Artificial Intelligence We Can Trust*, NY: Knopf Doubleday Publishing Group.
15. Makhmudova G.N., Bakshalieva U.F., Babkin A.V. (2025) Trends and prospects for the development of artificial intelligence in Uzbekistan. In: *Razvitie intellektual'noi ekonomiki i promyshlennosti na osnove iskusstvennogo intellekta* [Development of an intelligent economy and industry based on artificial intelligence], monograph (ed. A.V. Babkin), St. Petersburg: POLITEKH-PRESS, 250–280. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/11>
16. Muminov K.B. (2025) Etapy transformatsii: Evoliutsiia tsifrovoi ekonomiki v Uzbekistane – dostizheniia, vyzovy i perspektivy (po sostoianiiu na mai 2025 g.) [Stages of Transformation: Evolution of the Digital Economy in Uzbekistan – Achievements, Challenges, and Prospects (as of May 2025)]. *Science Shine*, 1 (9 (44)), 138–149.

17. Nikonorova A.V. (2022) Problems and solutions for the management of production processes in a digitalised economy. *Vestnik Universiteta*, 1 (11), 145–152. DOI: <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2022-11-145-152>
18. Norkulov I., Fujii A. (2025) *Digital Economy of Uzbekistan: The State of Digital Entrepreneurship and Artificial Intelligence*, Tashkent: Ministry of Economy and Finance of the Republic of Uzbekistan.
19. Ostanova M.E., Musurmonova M.O. (2025) Factors influencing the heterogeneity and disproportions among enterprises in the region. In: *Razvitie intellektual'noi ekonomiki i promyshlennosti na osnove iskusstvennogo intellekta [Development of an intelligent economy and industry based on artificial intelligence]*, monograph (ed. A.V. Babkin), St. Petersburg: POLITEKH-PRESS, 648–664. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/30>
20. Ochilov A.O., Raimova M.Dj. (2025). Technological solutions implemented in the field of tourism in uzbekistan within the framework of digital transformation. In: *Razvitie intellektual'noi ekonomiki i promyshlennosti na osnove iskusstvennogo intellekta [Development of an intelligent economy and industry based on artificial intelligence]*, monograph (ed. A.V. Babkin), St. Petersburg: POLITEKH-PRESS, 139–174. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/7>
21. Tashkinov A.G. (2025) An integrated approach to enterprise management in the context of industry 4.0 using intelligent technologies. In: *Razvitie intellektual'noi ekonomiki i promyshlennosti na osnove iskusstvennogo intellekta [Development of an intelligent economy and industry based on artificial intelligence]*, monograph (ed. A.V. Babkin), St. Petersburg: POLITEKH-PRESS, 568–585. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/26>
22. Davenport T.H. (2018) *The AI Advantage: How to Put the Artificial Intelligence Revolution to Work*, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. DOI: <https://doi.org/10.7551/mitpress/11781.001.0001>
23. Filippov O.A. (2025) Iskustvennyi intellekt i kontseptsii intellektual'nogo universiteta v Uzbekistane: filosofskii podkhod [Artificial Intelligence and the Concept of an Intellectual University in Uzbekistan: A Philosophical Approach]. *Interpretation and Researches*, 1 (5 (51)), 13–21.
24. Khakimova K., Ambartsumian A.A. (2022) Tsifrovizatsiia, kak draiver ekonomicheskogo rosta [Digitalization as a driver of economic growth]. *Sovremennye problemy fiziki, energetiki i teplotekhniki [Modern problems of physics, energy and heat engineering]*, 229–232.
25. Tsytsyna A.R., Barbash I.P., Kolosova O.V. (2025) Quality indicators of the manufacturing resource planning process in the context of digital transformation. In: *Razvitie intellektual'noi ekonomiki i promyshlennosti na osnove iskusstvennogo intellekta [Development of an intelligent economy and industry based on artificial intelligence]*, monograph (ed. A.V. Babkin), St. Petersburg: POLITEKH-PRESS, 398–417. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2025.3/18>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

АМБАРЦУМЯН Анастас Алексеевич

E-mail: a.anastas1960@mail.ru

Anastas A. AMBARTSUMYAN

E-mail: a.anastas1960@mail.ru

Поступила: 09.09.2025; Одобрена: 24.10.2025; Принята: 24.10.2025.

Submitted: 09.09.2025; Approved: 24.10.2025; Accepted: 24.10.2025.