ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ТЕНДЕНЦИИ, УПРАВЛЕНИЕ, СТРАТЕГИИ



# ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ТЕНДЕНЦИИ, УПРАВЛЕНИЕ, СТРАТЕГИИ

22 31 десятилетие науки и технологий

Российская академия наук
Уральское отделение
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ

300 Лет Российская Академия Наук

Изображения: freepik.com

Российская академия наук
Уральское отделение
Институт экономики

# ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ТЕНДЕНЦИИ, УПРАВЛЕНИЕ, СТРАТЕГИИ

Сборник научных статей

Екатеринбург
2024

УДК 339.137.21
ББК 65.9(2)29
Ц75

Издание подготовлено в соответствии с планом НИР
для ФГБУН «Институт экономики УрО РАН»

**Рецензенты:**
д. э. н. проф. Ершова И. В.,
д. э. н. Урасова А. А.

Ц75 **Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии: сборник научных статей** / отв. ред. член-корреспондент РАН, д. э. н., профессор Акбердина В. В. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2024. — Электрон. текст. дан. (3,18 Мб). — 377 с. — 1 опт. компакт-диск (CD-ROM). — Текст: электронный.

ISBN 978-5-94646-697-4

Авторы сборника научных статей ставят своей целью оценить возможности и перспективы цифрового перехода промышленности и индустриальных рынков, сформировать представление о механизмах реализации процессов цифровизации, выявить успешные цифровые стратегии отраслей промышленности и промышленных предприятий.

Тематика статей в рамках сборника направлена на оценку возможностей и перспектив цифрового перехода промышленности и индустриальных рынков, а также формирование представления о механизмах реализации процессов цифровизации, выявление успешных цифровых стратегий отраслей промышленности и промышленных предприятий. Фокус настоящего сборника нацелен на исследования развития искусственного интеллекта в промышленности как основного тренда цифровой трансформации в ближайшие десятилетия.

Сборник научных статей предназначен для научных работников, преподавателей высшей школы, а также для широкого круга читателей, интересующихся экономикой промышленности и вопросами цифровизации.

УДК 339.137.21
ББК 65.9(2)29

ISBN 978-5-94646-697-4 © Институт экономики УрО РАН, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

Аренков И. А., Трапезникова И. С., Удовиченко А. С., Шевазуцкий И. Р. Перспективы беспилотных транспортных средств на основе роевого интеллекта и цифровизация промышленности ..... 5

Барыбина А. З. Комплексная типология цифровых промышленных платформ на мировом рынке ..... 25

Губайдуллина Ф. С. Влияние цифровизации на развитие креативных индустрий в странах Юго-Восточной Азии ..... 45

Гумеров В. Ф. Применение технологий искусственного интеллекта для обучения финансовой грамотности ..... 57

Доржиева В. В. ИИ в фармацевтической промышленности как инструмент обеспечения технологического лидерства ..... 70

Иванченко А. В. Формирование промышленных экосистем и цифровых платформ в РФ: отраслевые особенности, состояние и перспективы развития ..... 82

Колезнев Д. В. Международный опыт использования современных цифровых технологий для противодействия корпоративному мошенничеству ..... 96

Котляров И. В. Системы распознавания лиц для идентификации преступников: опыт Китая ..... 110

Лесик А. Н., Калабина Е. Г. Особенности управления технической информацией в построении моделей автоматизации бизнес-процессов организаций ..... 124

Матушкина Н. А. Тенденции цифровизации индустриально развитых регионов России ..... 137

Мезенцева Е. С. Тренды изменения системной устойчивости промышленного комплекса России в условиях формирования промышленных экосистем и платформизации .. 156

Мельников А. С., Калабина Е. Г. Распространение технологии искусственного интеллекта в деятельности организаций РФ ..... 175

Мокроносов А. Г., Асылгужин Т. Р. Патентно-информационные услуги как фактор устойчивого конкурентоспособного развития промышленности ..... 187

Наугольнова И. А. Применение искусственного интеллекта в космической отрасли: международный опыт и перспективы России в условиях санкционного давления ..... 206

Панчайкин А. А., Калабина Е. Г. Разработка сервисных моделей в отрасли нефтегазового машиностроении и на рынке строительных материалов для цифровизации сервиса в условиях западных санкций ..... 217

Пономарева А. О. Структурно-технологическая трансформация промышленности: оценка по профилю цифровизации ..... 229

Романова О. А., Сиротин Д. В. Индустрия 4.0 и Индустрия 5.0 как стратегический ориентир развития металлургии Урала ..... 245

Ротова А. О., Петров Ю. В. ESG-ценности в нефтегазовой отрасли ..... 259

Сагатгареев Э. Р., Ларина Т. Н. Инновационно-инвестиционный процесс как фактор развития региональной экономики (на примере крупных промышленных регионов ПФО) ..... 273

Сарвари Р. Дж. Генезис искусственного интеллекта как драйвера трансформации потенциала человеческого капитала . 285

Сюсюра Д. А. Региональные стратегии управления научно-технологическим развитием ..... 302

Ташкинов А. Г. Анализ уникальных особенностей цифровых предприятий в киберфизическом мире ..... 317

Фаттахов Х. И. Современные тенденции развития стратегического управления организацией в контексте цифровой трансформации ..... 332

Шевченко О. В. Стратегические приоритеты цифровой трансформации промышленности региона ..... 346

Шориков А. Ф. Сетевая экономико-математическая модель оптимизации управления реализацией проекта цифровой промышленной экосистемы ..... 362

**УДК 303.3**
**JEL classification: O31, Q01**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-1**

# Перспективы беспилотных транспортных средств на основе роевого интеллекта и цифровизация промышленности[1]

*И. А. Аренков[а)], И. С. Трапезникова[б)], А. С. Удовиченко[в)], И. Р. Шевазуцкий[г)]*

[а, б, в, г)] Санкт-Петербургский государственный университет (г. Санкт-Петербург, Россия).

[а)] https://orcid.org/0000-0002-4707-2437

[б)] https://orcid.org/0000-0002-2244-8370

[в)] https://orcid.org/0009-0006-5896-3135

[г)] https://orcid.org/0009-0003-5892-3465

Автор для корреспонденции: И. Р. Шевазуцкий (shevazutckii_igor@mail.ru)

**Аннотация.** *Статья посвящена перспективам развития рынков беспилотных транспортных систем (воздушных, наземных, подземных, водных, подводных, космических). Рассмотрен опыт последнего десятилетия в использовании беспилотников всех видов для повышения эффективности отраслей, первоначальные ожидания и фактические результаты. Подробнее всего изучены практика и проблемы развития отрасли авиационных беспилотников как наиболее развитой в настоящее время отрасли беспилотного транспорта. Выявлены проблемы роста беспилотной авиации, сделан вывод о необходимости ее самостоятельного развития, отдельно от пилотируемой авиации. Это даст возможность получить значимый экономический, социальный и экологический эффект. Статья основана на гипотезе, что это возможно при применении подхода, известного как роевой интеллект, или система с коллективным поведением децентрализованной самоорганизующейся системы. Этот подход противопоставляется попыткам скоординировать в одном пространстве работу роевых систем и диспетчерских наземных служб. Сделан вывод, что транспортные системы с роевым интеллектом расширят потенциал для цифровизации в отраслях промышленности, в которых он в настоящий момент ограничен техническими условиями производства.*

**Ключевые слова:** беспилотные транспортные средства; цифровизация промышленности; роевой интеллект; устойчивое развитие

[1] © Аренков И. А., Трапезникова И. С., Удовиченко А. С., Шевазуцкий И. Р. Текст. 2024.

# Prospects for unmanned vehicles based on swarm intelligence and industrial digitalization

*I. Arenkov[a], I. Trapeznikova[b], A. Udovichenko[c], I. Shevazutskii[d]*

[a, b, c, d] St Petersburg University (St. Petersburg, Russia).

[a] https://orcid.org/0000-0002-4707-2437

[b] https://orcid.org/0000-0002-2244-8370

[c] https://orcid.org/0009-0006-5896-3135

[d] https://orcid.org/0009-0003-5892-3465

Corresponding author: I. Shevazutskii (shevazutckii_igor@mail.ru)

**Abstract.** *The article is devoted to the prospects for the development of markets for unmanned transport systems (air, ground, underground, water, underwater, space). The experience of the last decade in the use of drones of all kinds to increase the efficiency of industries, initial expectations and actual results are considered. The practice and problems of the development of the aerial drone industry, as the most developed industry of unmanned transport at present, are examined in detail. The problems of the growth of unmanned aviation are identified, and a conclusion is made that it should be developed independently, separately from manned aviation. This will make it possible to achieve a significant economic, social and environmental impact. The article is based on the hypothesis that this is possible using an approach known as swarm intelligence, or a system with the collective behavior of a decentralized self-organizing system. his approach is contrasted with attempts to co-ordinate swarm systems and ground dispatch in the same space. It is concluded that transport systems with swarm intelligence will expand the potential for digitalization in industries where it is currently limited by the technical conditions of production.*

**Keywords:** unmanned transport systems; industrial digitalization; swarm intelligence; sustainable development

## *Введение*

К настоящему времени в технической литературе основополагающее определение роевых систем звучит как «системы с коллективным поведением децентрализованной самоорганизующейся системы». Это определение сформулировано еще в конце XX в. (Beni & Wang, 1989) и является методом оптимизации движения распределенных объектов по критерию затраты / результаты. Также применяется термин «роевой интеллект».

В настоящей статье используются термины «беспилотные транспортные средства» (БТС) и «роевые беспилотные транспортные средства» (РБТС). В первом случае имеются в виду транспортные средства (летательные, наземные, водные, подводные, космиче-

ские), управляемые либо оператором дистанционно, либо программой-автопилотом, которая ведет транспортное средство по неизменяемому маршруту (пример — шоу дронов. Как правило, сотни или тысячи беспилотников выполняют перемещения в трехмерном пространстве, маршрут которых минимально подлежит изменению в процессе исполнения). Такие виды транспорта мы и называем беспилотными транспортными средствами. Кроме них, существуют перспективные разработки беспилотников, управляемых не операторами и не автопилотами с твердо фиксированным маршрутом передвижения, а программно-аппаратными комплексами, имеющими нечетко заданное задание и возможность проявлять гибкость при его исполнении, с четко заданным результатом исполнения. Принцип здесь идентичен правилам дорожного движения автомобиля на автотрассе: водитель знает свой пункт назначения, знает правила коммуникации с другими участниками дорожного движения (сигналы поворотников и т. п.), имеет указания в виде дорожных знаков, которым он обязан подчиняться при управлении транспортным средством, и действует исходя из знания конечной цели поездки и ситуации в зоне видимости с водительского места. То есть алгоритм, управляющий движением, не содержит в себе неизменяемой траектории движения. Оператора, дистанционно управляющего транспортом, нет вообще. Таким образом, движение каждого транспортного средства определяется конечной целью и ситуацией в зоне непосредственного восприятия сенсоров и иных принимающих информацию устройств транспорта. При этом, поскольку таких транспортных средств одновременно движется множество, информация от других участников движения может быть определяющей, как в рое пчел, косяке рыб, стае птиц и т. п. Виды беспилотного транспорта, которые оптимизируют свой маршрут на основе заданной конечной цели и информации от соседних участников движения, мы называем роевыми беспилотными транспортными средствами.

Принципиальная разница между БТС и РБТС состоит в наличии (для первого) и отсутствии (для второго) и операторов, и четко заданных маршрутов движения. А значит, в наличии и отсутствии потребности еще и в диспетчерских службах, без которых невозможна работа обычной авиации. Проблема в том, что в одном и том же секторе пространства две системы (автономная роевая и подчиняющаяся диспетчерским центрам пилотируемая) не смогут эффективно работать: они за счет принципиально различных технических возможностей для принятия решений вступят в конфликт и бу-

дут создавать аварийные ситуации. Продолжая аналогию с дорожным движением в городах, можно вспомнить эффект от появления на перекрестке регулировщика: многие водители убеждены, что при нем пробка становится больше. В данном случае мы имеем рой (поток управляемых людьми на основе правил и коммуникаций с соседями по потоку движения транспортных средств, и диспетчера — в данном случае регулировщика).

Применительно к беспилотным транспортным средствам эта роевая модель в экономическом анализе еще не применялась. Первоначально, в середине 2010-х гг., когда тема дронов (прежде всего авиационных) стала привлекать к себе широкое внимание технологических предпринимателей и потому — экономистов, предметом исследования становились правовые аспекты функционирования зарождающейся отрасли (Perritt & Spraque, 2016). Это было связано с тем, что из всех возможных видов беспилотных транспортных средств — авиационных, наземных, подземных, водных, подводных, космических — развивались в основном авиационные, которые изо всех сред передвигаются в наиболее зарегулированной среде — воздушной. И движение в этой среде во всех странах подчинено указаниям диспетчерских служб, управляемых людьми, т. е. они ограничены в возможностях приема сообщений и выдачи указаний пилотам физическими возможностями человека.

Значит, была быстро осознана задача совместить в одной среде (воздушной) транспортные системы, управляемые пилотами и диспетчерами, с одной стороны, и операторами дронов и диспетчерами, с другой. Поскольку оператор, находящийся в удалении от транспортного средства, получает информацию об окружении БТС не непосредственно, а через дистанционное наблюдение и еще с задержками информации в канале передачи, он не может быть равноценен по качеству управления пилоту. Очевидно, что допущение нахождения таких разных транспортных средств в непосредственной близости друг от друга повышает аварийную опасность. Поэтому в 2010-х гг. развитие отрасли БТС ставилось в зависимость от согласования политики диспетчеризации и работы операторов (Perritt & Spraque, 2016). Имели место попытки разработок концепции управления движением БТС без диспетчеризации, а на основе эффективного распределения доступа к ограниченному воздушному пространству. Исследовалось, на каких коммерческих условиях будут обмениваться данными участники, какая наземная инфраструктура нужна, как нужно согласовывать интересы пилотируемой и беспилотной авиации (Cristofer & Chiambaretto, 2022).

При этом экономический эффект от нового транспорта ожидался от многочисленных быстрых доставок товаров заказчику в труднодоступные места (решение «проблемы последней мили»), от мониторинга местности и благодаря этому в скачкообразном повышении эффективности спасательных операций, выявлении и разрешении экологических проблем, росте онлайн-продаж, сборе больших данных в ходе авиационного мониторинга для поддержки систем принятия решений (Brom et al., 2019).

### *2. Системные проблемы рынка БТС в настоящее время*

В настоящее время эффективных решений по совмещению в одной ограниченной воздушной среде двух систем — человеческой (диспетчер — пилот) и смешанной (диспетчер — оператор либо диспетчер — искусственный интеллект) — найти не удалось. В литературе начинают появляться признания того, что проблемы с недостижением ранее ожидаемого экономического эффекта связаны с отсутствием автономности систем БТС, т. е. с их независимостью от диспетчеризации (Kolosov et al., 2020). При этом сельское хозяйство, доставка, поисково-спасательные операции, расшивка узких мест в логистике по-прежнему видятся перспективными местами применения БТС (Çetin et al., 2022). Развитие космических программ невозможно без развития программ роевого интеллекта (Elmeseiry et al., 2021). Однако эти потенциальные возможности будут реализованы лишь при решении проблемы длительности полета (т. е. продолжительности работы аккумулятора дрона) и совершенства искусственного интеллекта, управляющего им (Inder et al., 2019). Это привело к тому, что большинство стран с развитыми технологиями пошли по пути ограничений на применение БТС, прежде всего авиационных, и ожидаемого скачка применения БТС в гражданской сфере на данный момент не произошло. Исключением может считаться аграрная отрасль, в которой авиационные БТС плодотворно применяются для исследования состояния почв, точечного и потому очень эффективного применения удобрений, мониторинга роста растений, полива и т. д. (Виноходова, 2021). Это связано с тем, что в любом агрохозяйстве земельные угодья находятся в единой собственности либо по крайней мере в едином управлении, поэтому нет проблемы с разрешением вопроса о возмещении ущерба в случае аварии БТС и его падения (Виноходова, 2022). Это же касается случая с арендованными сельскохозяйственной организацией, применяющей БТС, земельными угодьями — нет проблемы с определением стороны, возмещающей или принимающей ущерб. Про-

блемы согласования действий с пилотируемой авиацией также отсутствуют— диспетчерские службы заведомо не допускают ее в этих районах на высоты, на которых возможно столкновение с БТС.

Таким образом, первоначальные ожидания сбылись на данный момент в ограниченном объеме. Можно констатировать, что вышеперечисленные ожидания взрывного распространения БТС и получения от них соответствующего экономического эффекта не сумели реализоваться в условиях, когда мы в основном имеем дело с БТС, управляемыми операторами. Это произошло потому, что вопросы безопасности одновременных полетов множества бортов в одном и том же секторе воздушного пространства, решаемые в пилотируемой авиации диспетчерскими службами, плохо решаются этими же службами для БТС. И вообще не решаются, если БТС применяются для многочисленных доставок мелких заказов и количество БТС в воздухе растет на несколько порядков. Ответом на этот вызов, как ожидается, станет развитие роевых БТС, не требующих диспетчерских служб.

### *3. Вызревание технологий роевого интеллекта и перспективы применения РБТС*

Процесс удаления человека из управления транспортом постепенно углубляется, а не ограничивается превращением пилота, сидящего в кабине и сотрудничающего с диспетчером, в оператора, управляющего удаленно и сотрудничающего с диспетчером. Причина понятна: диспетчер имеет ограничение на количество принимаемых и генерируемых сообщений, а экономический эффект от применения новых транспортных средств достигается при их массовом применении. Это означает, что необходимо разделить воздушную среду на доступную пилотируемой авиации и доступную беспилотной, но при этом второй сегмент не может координироваться диспетчерскими службами, работающими с пилотируемой авиацией в силу многочисленности БТС. В зоне ответственности диспетчера самолетов могут быть десятки, а беспилотников — тысячи и в перспективе десятки тысяч.

Постепенная подготовка к переходу к роевым — т. е. децентрализованным и самоорганизующимся — транспортным системам видна при обзоре как диссертационных работ, так и научной литературы.

1. Так, совершенствуются алгоритмы позиционирования элемента роя в трехмерном пространстве с учетом своей позиции и позиций остальных элементов роя (метод Particle Swarm Optimization, PSO) (Волков и др., 2020). При этом в рамках развития альтернатив-

ных источников энергии решается та же самая задача оптимизации работы распределенных самоорганизующихся систем, в которых необходимо за счет сочетания различных видов энергетики (например, ветровой и газовой, приливной и солнечной и т. д.) достичь решения проблемы пиков выработки энергии и ее потребления с максимальной эффективностью по критерию затраты-выпуск. Ряд современных работ показывает, что метод PSO обеспечивает повышение эффективности таких распределенных систем в энергетике и робототехнике (Давыдов, 2021; Дивеев & Шмалько, 2020; Насыров и др., 2020; Тремясов & Кенден, 2016; Ahmed et al., 2021; Bulatov et al., 2022).

2. Результаты других исследований иллюстрируют применимость метода PSO для описания деятельности киберфизических систем, таких как взаимодействие мозга и компьютера и основанных на воспроизведении биологических моделей из мира насекомых (Карпов, 2014; Кубил & Мохов, 2018).

3. Наконец, несколько работ исследуют применение того же метода для построения уже собственно робототехнических систем, включая БТС (Зенкевич и др., 2017; Леонов & Литвинов, 2018; Хо, 2019).

По всем данным направлениям применение метода роевого интеллекта признается более эффективным, чем другие методы оптимизации. Научные публикации, по данным платформы IEEE, также показывают постоянный рост внимания к тематике повышения эффективности транспортных систем за счет метода роевого интеллекта (табл.).

На фоне продемонстрированного роста интереса исследователей к роевому интеллекту в БТС, объясним, как мы видим экономический смысл перехода промышленности от БТС к РБТС. Авиационные БТС, управляемые операторами и подчиняющиеся диспетчерским службам, наиболее ограничены в своих возможностях для применения в настоящий момент, т. к. передвигаются в воздушной среде, которая подчиняется жестко регламентированным правилам поле-

Таблица

**Количество статей по роевому управлению БТС по данным платформы IEEE**

| Год | Статья в сборнике материалов конференции | Журнальная статья | Суммарно |
|---|---|---|---|
| 2021 | 39 | 9 | 48 |
| 2022 | 39 | 13 | 52 |
| 2023 | 79 | 25 | 104 |

Источник: сост. авторами.

тов авиации. Кроме того, пролет над чужой собственностью во многих странах запрещен. Техническая же сложность здесь не только в необходимости поддерживать эту связь и выполнять предписания, но и в перегруженности диспетчерской службы: цифровые средства связи не покрывают всего объема атмосферы, в которой летает авиация, т. е. там используются коммуникационные средства XX в. (рации). Это означает, что, если в районе ответственности диспетчера вместо нескольких самолетов появляется еще и несколько тысяч дронов, которые доставляют пиццу или выполняют иные задания получателей грузов, система перегружается, а значит, не способна обеспечить безопасность движения.

Таким образом, для получения экономического эффекта новый вид техники должен освоить пространство, эксплуатируемое другим видом техники, от которого человечество не собирается еще долгое время отказываться. Более того, разработки по аэродинамике, устойчивости, управляемости аппарата, по обработке собираемых данных в пилотируемой и беспилотной авиации шли настолько близкими путями, что беспилотная авиация унаследовала от пилотируемой авиации ориентированность на пилота, который просто вынесен из кабины в диспетчерский пункт (Бойко и др., 2022). Хотя смысл БТС состоит именно в отказе от человека, т. е. повышении производительности труда. Тем не менее совершенствование и приборной базы, и аппаратуры управления показало, что беспилотная авиация — это не «упрощенная» большая авиация, а вполне самостоятельная отрасль, которую можно называть «воздушная робототехника» (Бойко и др., 2022).

Эта проблема проявилась лишь для атмосферных БТС, и пока что она не решается: технологически развитые страны в качестве «пожарной меры» идут по пути запретов или серьезных ограничений на полеты БТС. Таким образом, потенциал для увеличения эффекта от цифровизации, описанный выше, пока что почти не реализуется. Однако эта же ситуация дает возможность использовать проблемы развития беспилотной авиации как перспективный задел для решения таких же проблем в иных средах: водной, подводной, наземной, т. е. тех сред, в которых нет такого регулирования движения, как в воздушной. Но спрос на эти направления пока что намного ниже, чем на создание автономной беспилотной авиации, способной на децентрализованной основе самоорганизовываться для решения поставленной задачи.

В литературе мы не нашли предложений по поводу решения проблемы одновременной работы авиации и беспилотной авиа-

ции в одном и том же районе. Однако есть предложения разделить зоны ответственности, поскольку пилотируемая авиация может выделить достаточно большие сектора воздушного пространства, которые можно отдать в эксплуатацию БТС (Бойко и др., 2022). Но регулироваться эти сектора должны не диспетчерскими службами, поскольку, как было сказано выше, это технически невозможно либо масштаб использования БТС незначителен и не дает общеэкономического эффекта.

В первую очередь такими секторами могли бы стать районы, связанные единой собственностью и ответственностью владельцев наземной инфраструктуры. Например, разрабатываемых месторождений полезных ископаемых, которые, как правило, находятся в отдалении от мест компактного проживания людей (а значит, и от маршрутов массовых пассажирских авиалиний). В литературе уже начали появляться предложения принципов для правил, лежащих в основе движения БТС именно как роевых, т. е. автономного движения в составе потока других подобных транспортных средств. Вот как формулируют такие принципы А.М. Бойко, А.А. Будза, А.Г. Кваско, П.В. Костырин, К.А. Максимов, Д.В. Ткаченко, П.Ю. Шамрай в работе «Высокопроизводительная оптоэлектронная система отслеживания положения беспилотных летательных аппаратов» (2022):

1) программно-аппаратный комплекс напрямую взаимно измеряет относительные координаты и скорости между участниками движения и наземными ориентирами. Связь осуществляется без использования третьей стороны (без GPS, без ГЛОНАСС) — габаритными огнями, стоп-сигнальными, индикаторами поворотов и аналогичных светотехнических элементов;

2) алгоритмы и средства контроля, позволяющие выполнять сложные трехмерные маневры в воздухе. Стыковка, дозаправка в воздухе, передача грузов с одного аппарата на другой в полете, посадка на движущийся транспорт, уклонение от внезапно обнаруженных препятствий. Достигается методами машинного обучения с использованием искусственного интеллекта;

3) Автономная групповая работа. Групповая работа — это возможность распределить нагрузки между бортами, а не устанавливать сразу все на единственный аппарат. Пример групповой работы без автономности — шоу дронов, но такая работа сильно снижает экономический эффект, т. к. либо получается, что задание выполняется по неизменяемому сценарию от начала и до конца, либо требуется много дополнительных усилий, чтобы с земли изменить индивидуальное задание каждому беспилотнику;

4) новый подход к созданию наземной архитектуры управления беспилотными системами. В данный момент каждый оператор осуществляет старт своего беспилотника, обеспечивает возвращение и задает полетное задание. Приемлемо, когда работают одиночные беспилотники. При групповой работе необходим новый язык описания полетного задания, подразумевающий групповое взаимодействие, старт с одной базы, возвращение на другую базу, получение и смену заданий в воздухе;

5) автономные базы наземного обслуживания. Могут быть как стационарными, так и мобильными, размещенными на подвижных наземных и морских платформах. Возможен вариант воздушной базы (летающая платформа, питающаяся энергией либо от поставляемых дронами аккумуляторов, либо по кабелю с земли). При наиболее вероятных сценариях работы межполетное обслуживание дрона можно полностью автоматизировать. Чтобы обеспечить заход на посадку и саму посадку, потребуется аппаратура из первого пункта, алгоритмы из второго, диспетчеризация — из третьего и назначение конкретной базы из четвертого.

Все пять принципов являются разворачиванием определения роевого интеллекта: децентрализованная самоорганизующаяся система в применении к авиационным РБТС.

Важно заметить, что организация авиатранспорта в соответствии с пятью перечисленными выше требованиями дает автономию не только от человеческого фактора в лице операторов и диспетчеров, но и от всей прочей инфраструктуры. Рой беспилотников не нуждается в использовании таких технологий связи, как GPS, ГЛОНАСС, поскольку он сам является инфраструктурой связи (передача информации сигналами по цепочке). Рой может концентрироваться в необходимом месте для решения задачи, не завися от транспортной инфраструктуры. И поскольку сам является транспортным средством, он сам решает задачи транспортировки необходимых ему для функционирования грузов — аккумуляторов и т. п.

Таким образом, экономический эффект от перехода от БТС к РБТС составляется из следующих слагаемых:

1) оптимизация производственных процессов в секторе ответственности РБТС (сельскохозяйственное угодье, месторождение полезных ископаемых и пути подъезда к нему, инженерная инфраструктура, транспортная инфраструктура);

2) повышение производительности труда в транспортной отрасли в целом за счет перехода от систем с операторами к автономным системам;

3) экономия на создании инфраструктуры связи в удаленных районах.

Социальный и экологический эффекты связаны с повышением возможностей спасательных и экологических служб для мониторинга и соответствующего реагирования на ситуации в зоне их ответственности. Таким образом, создание отрасли РБТС даст не только экономический, но и социальный и экологический эффекты, а значит, будет способствовать устойчивому развитию экономики.

Как отмечается в литературе, достижение описанного технического уровня требует решения двух задач: машинного обучения программно-аппаратных комплексов на основе искусственного интеллекта и проблемы энергопитания аппаратов (т. е. получения аккумуляторов, позволяющих максимально долго выполнять движение без подзарядки). Решения обоих задач можно ожидать в перспективе 10–15 лет.

### *4. РБТС и цифровизация промышленности*

К одному из важнейших факторов национального экономического роста относится цифровизация системообразующих отраслей. При этом подавляющее большинство цифровых проектов реализуется в сельском хозяйстве, лесной отрасли, финансовой сфере, создании высокоточной техники, в т. ч. для нужд здравоохранения, что соответствует областям масштабного применения передовых производственных технологий. К сожалению, приходится констатировать значительное отставание уровня цифровизации (до 40 %) горнодобывающих отраслей промышленности как в целом, так и по отдельным предприятиям (Грачева, 2023).

Цифровые преобразования сводятся к роботизации отдельных производственных процессов и контролю состояния техники с помощью различных датчиков. Основная причина в том, что отрасли тяжелой обрабатывающей и добывающей промышленностей требуют более масштабных вложений в цифровую сферу, длительного времени для запуска процесса и в целом бизнес-результат в этом случае менее чувствителен к уровню цифровизации, что снижает заинтересованность собственника. Откликаясь на современные вызовы, предприятия «тяжелой индустрии» принимают амбициозные цифровые стратегии, однако действительно их реализуют единицы (Трапезникова & Целихина, 2024).

Тем не менее в угольной промышленности применяется ряд цифровых решений, как, например, датчики и портативные устройства, позволяющие определять уровень загазованности в шахтах и

отслеживать местонахождение рабочих и техники, дронов, беспилотных летательных аппаратов, для расчета горных работ, автоматизация маркшейдерских задач. Существенное внимание уделяется развитию технологий новых вещей и сетей нового поколения. Так, компания «Эльгауголь» запустила сеть PrLTE в условиях Крайнего Севера, обеспечив бесперебойной связью тысячи людей, работающих на отдаленных месторождениях.

Используются цифровые возможности для организации онлайн-обучения, цифровой радиосвязи, активно применяются интерактивные технологии в создании систем экологического мониторинга.

Открытая добыча угля сопровождается работой дронов, беспилотных летательных аппаратов, их используют для расчета горных работ, т. к. за полчаса беспилотник способен сделать 500 фотографий любой точки разреза. Многие маркшейдерские задачи, ранее требовавшие значительного количества времени для полевых работ, решаются в оптимальные сроки, что в свою очередь ведет к сокращению производственных издержек на более чем 10 % (Трапезникова, 2020).

Расширение линейки видов цифрового оборудования, в т. ч. применение роевых беспилотных транспортных средств с целью сокращения или в перспективе полной замены водителей карьерного транспорта на угольных разрезах, позволит не только сократить время и издержки на решение производственных задач, но и существенно снизить уровень производственного травматизма. По результатам многолетних гигиенических исследований условий труда у людей, работающих при добыче угля открытым способом, проводимых Сибирским отделением РАМН на угледобывающих предприятиях Кузбасса — наибольший уровень профессиональной заболеваемости и профессиональных рисков отмечается у машинистов горно-технологического оборудования.

Рабочие условия в этой отрасли характеризуются особым негативным воздействием на занятых в ней специалистов. К основным вредным факторам относят контакты с аэрозолями преимущественно фиброгенного действия (АПФД) и токсичными веществами, необходимость работать в условиях производственного шума и вибрации (Захаренков и др., 2006). Эти факторы почти неустранимы при работе на крупногабаритной карьерной технике, где уровень вибрации часто значительно превышает допустимые нормы.

В.В. Захаренков и его соавторы (2006) отмечают, что на рабочих местах машинистов экскаваторов марки ЭКГ среднее значение за-

пыленности находится на уровне 2,2 ПДК, машинистов экскаваторов ЭШ — 3 ПДК, машинистов бульдозеров — 3,05 ПДК, машинистов тепловозов — 4,7 ПДК, машинистов вспомогательной железнодорожной техники — до 6,7 ПДК. В работе также указано, что в кабинах водителей технологического автотранспорта при различных технологических операциях и состояниях дороги концентрации АПФД составляют 4,2 ПДК, а общая запыленность атмосферного воздуха карьеров в различные периоды исследований составила 0,8–1,5 мг/м.

По количеству несчастных случаев со смертельным исходом при открытой добыче угля второе место занимают происшествия на транспорте (26 %) (рис.). Основные причины происшествий на транспорте стали падения автосамосвалов в отвал (в т. ч. случаи обрушения породы под технологическим транспортом), уход технологического транспорта под откос (дорожные условия, несоблюдение скоростных режимов, отказ узлов и агрегатов автосамосвалов), буксировка транспортных средств (нахождение персонала в зоне сцепки транспортных средств), столкновение технологического транспорта.

Обратим внимание, что описанные проблемы относятся к отрасли, которая отвечает критериям применения РБТС, данные в предыдущем пункте. Она решает многие насущные проблемы за счет обычных БТС, но переход к РБТС даст ей возможность расширить сферы применения: например, перейти к беспилотному на-

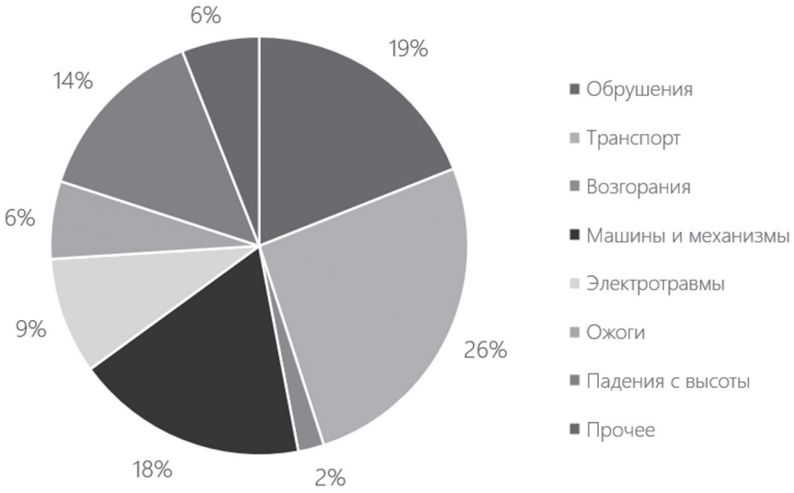



**Рис.** *Распределение основных факторов влияющих на количество смертельных случаев в процессе добычи угля открытым способом (источник: (Скударнов и др., 2018; Колчанов & Колчанова, 2024))*

земному транспорту, что исключит человеческие жертвы и травмы при транспортировке. При этом уровень цифровизации возрастет, а значит, и возможности для оптимизации бизнес-процессов.

### *Заключение*

Рынок беспилотных транспортных средств (БТС) рассматривается в литературе не только как быстро развивающийся рынок продуктов с растущим спросом, но и как рынок технологий, которым предстоит преобразовать многие отрасли промышленности, а также сферы потребления, поднять эффективность функционирования общественных служб, таких как спасательная, экологическая и некоторые другие. Считается, что со временем многие потребительские товары будут доставляться дронами, мониторинг за территориями и промышленной инфраструктурой в целях безопасности и проведения спасательных операций станет намного эффективнее (только в Ленинградской области без вести во время походов в лес пропадает более 300 чел. в год). Возможно, это число можно кардинально сократить при широком применении беспилотников спасательными службами. Резко вырастет эффективность геологоразведки и контроля за исполнением работ в удаленных от населенных пунктов территориях.

Применение мониторинга территорий на основе РБТС расширит возможности для цифровизации промышленности: информационная система, интегрирующая все бизнес-процессы компании, будет с учетом информации от этого мониторинга полнее и адекватнее отражать их узкие места. Таким образом, расширятся возможности для оптимизации процессов, управления затратами, управлению рисками и снижению неопределенности в отношении экологических и социальных факторов. То есть потенциально интеграция РБТС в процессы цифровизации промышленности должно способствовать устойчивому развитию.

### *Список источников*

Бойко, А. М., Будза, А. А., Кваско, А. Г., Костырин, П. В., Максимов, К. А., Ткаченко, Д. В., Шамрай, П. Ю. (2022). Высокопроизводительная оптоэлектронная система отслеживания положения беспилотных летательных аппаратов (БЛА). В *Труды 33-й международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника»* (29–30 сентября 2022 г.) (с. 18–24). Санкт-Петербург: Изд-во ЦНИИ РТК, 596. 10.31776/ConfER.33.2022.

Виноходова, И. Г. (2021). Цифровизация в сельском хозяйстве: основные направления и тенденции. В *Приоритетные направления развития АПК и*

*сельских территорий: материалы научно-практической конференции* (6 декабря 2021 г.) (с. 44–46). Великие Луки, 131.

Виноходова, И. Г. (2022). Тенденции развития цифровой экосистемы для сельскохозяйственных товаропроизводителей. *Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии, 1,* 71–76.

Волков, А. Н., Мутханна, А. С. А., Кучерявый, А. Е. (2020). Сети связи пятого поколения: на пути к сетям 2030. *Информационные технологии и телекоммуникации, 8* (2), 32–43. 10.31854/2307-1303-2020-8-2-32-43

Грачева, К. А. (2023). Роль цифровой трансформации в управлении предприятиями: анализ цифровых кейсов. *KANT, 1* (46), 16–23. 10.24923/2222-243X.2023-46.3

Давыдов, Д. Ю. (2021). Методика совместной оптимизации схемы расположения ветроустановок и системы сбора мощности ветроэлектростанций морского базирования. В *Новые технологии — нефтегазовому региону: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Т. 1* (17–19 мая 2021 г.) (с. 252–254). Тюмень: ТИУ, 269.

Дивеев, А. И., Шмалько, Е. Ю. (2020). Исследование синтезированного оптимального управления группой роботов при наличии неопределенностей. *Надежность и качество сложных систем, 2* (30), 10–19. 10.21685/2307-4205-2020-2-2

Захаренков, В. В., Олещенко, А. М., Михайлуц, А. П. (2006). Гигиеническое обоснование оценки профессионального риска работающих при добыче угля открытым способом. *Бюллетень СО РАМН, 3* (121), 47–51.

Зенкевич, С. Л., Чжу, Х., Чжай, М. (2021). Управление движением роботов в группе на основе сглаживания траектории. В *Экстремальная робототехника: сборник тезисов Международной научно-технической конференции* (с. 143–145). Санкт-Петербург: Издательско-полиграфический комплекс «Гангут», 272.

Карпов, В. Э. (2014). Эмоции и темперамент роботов. Поведенческие аспекты. *Известия Российской академии наук. Теория и системы управления, 5,* 126–145. 10.7868/S0002338814050096

Колчанов, А. Г., Колчанова, А. А. (2024). *Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках в мире.* Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 229. https://publishing.intelgr.com/archive/Okhrana-truda-i-bezopasnost-dvizheniya.pdf

Кубил, В. Н., Мохов, В. А. (2018). Многоколониальный муравьиный алгоритм с модификациями для решения многокритериальных задач маршрутизации транспорта. *Известия высших учебных заведений. Электромеханика, 61* (6), 94–101. 10.17213/0136-3360-2018-6-94-101

Леонов, А. В., Литвинов, Г. А. (2018). Применение алгоритма пчелиной колонии BeeAdHoc для маршрутизации в FANET. *Вестник СибГУТИ, 1* (41), 85–95.

Насыров, Р. Р., Альдженди, Р., Хербек, Т. (2020). Применение активного фильтра для нормализации качества электроэнергии в электрической сети, Сирийской Арабской Республики. *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 22* (1), 18–27. 10.30724/1998-9903-2020-22-1-18-27

Скударнов, Д. Е., Портола, В. А., Квасова, А. А., Сачков, А. В. (2018). Анализ смертельного травматизма при добыче угля открытыми горными работами. *Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности, 1,* 33–39.

Трапезникова, И. С. (2020). О некоторых аспектах цифровизации угольной промышленности. В *Цифровая экономика и финансы: Материалы III Международной научно-практической конференции* (19–20 марта 2020 г.) (с. 318–322). СПб: Центр научно-информационных технологий «Астерион», 476. 10.53115/9785001881667

Трапезникова, И. С., Целихина, И. В. (2024). Проблемы устойчивого цифрового развития предприятий угольной промышленности. *Финансовый менеджмент, 7,* 307–314.

Тремясов, В. А., Кенден, К. В. (2016). Оптимизация структуры генерирующих мощностей децентрализованной энергосистемы с фотоэлектрической установкой. *Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии, 9* (1), 39–49. 10.17516/1999-494X-2016-9-1-39-49

Хо, Ц. (2019). К вопросу о построении программной траектории робота по данным от сопровождающего дрона. *Автоматизация. Современные технологии, 73* (5), 235–240.

Ahmed, M. K., Osman, M. H., Korovkin, N. V. (2021). Optimal reactive power dispatch in power system comprising renewable energy sources by means of a multi-objective particle swarm algorithm. *Materials Science. Power Engineering, 27* (1), 5–20. 10.18721/JEST.27101

Beni, G., Wang, J. (1989). Swarm Intelligence in Cellular Robotic Systems. In *Proceedings of NATO Advanced Workshop on Robots and Biological Systems* (June 26–30, 1989).

Brom, A., Belonosov, K., Vereschagina, O. (2019). Model of system dynamics to study the effects of unmanned vehicles introduction in the economic environment. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering,* 630, 012004. 10.1088/1757-899X/630/1/012004

Bulatov, N. O., Vosheva, T. S., Khudykin, A. A., Filonov, D. S. (2022). RFID-based sensor for insect detection. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Physics and Mathematics, 15* (3.2), 393–398. 10.18721/JPM.153.272

Çetin, E., Cano, A., Deransy, R., Tres, S., Barrado, C. (2022). Implementing Mitigations for Improving Societal Acceptance of Urban Air Mobility. *Drones, 6* (2), 28. 10.3390/drones6020028

Cristofer, D., Chiambaretto, P. (2022). Economic policy choices and trade-offs for Unmanned aircraft systems Traffic Management (UTM): Insights from Europe and

the United States. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 157,* 40–58. 10.1016/j.tra.2022.01.006

Elmeseiry, N., Alshaer, N., Ismail, T. (2021). A Detailed Survey and Future Directions of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) with Potential Applications. *Aerospace, 8* (12), 363. 10.3390/aerospace8120363

Inder, K., De Silva, V., Shi, X. (2019). Learning Control Policies of Driverless Vehicles from UAV Video Streams in Complex Urban Environments. *Remote Sensing, 11* (23), 2723. 10.3390/rs11232723

Kolosov, K., Miller, A., Miller, B. (2020). Robust Data Fusion of UAV Navigation Measurements with Application to the Landing System. *Remote Sensing, 12* (23), 3849. 10.3390/rs12233849

Perritt, H., Spraque, E. (2016). Domesticating Drones. *The Technology, Law, and Economics of Unmanned Aircraft.* London, Routledge, 416. 10.4324/9781315577999

## *References*

Ahmed, M. (2022). Development and research of optimal control and planning methods for power systems with renewable energy sources (Doctoral dissertation abstract, St. Petersburg, Russia). 26 pages.

Aljenndi, R. (2020). Development of control algorithms for an active filter based on artificial intelligence to ensure power quality in distribution networks (Doctoral dissertation abstract, Moscow, Russia). 18 pages.

Beni, G., & Wang, J. (1989). *Swarm intelligence in cellular robotic systems. In Proceedings of the NATO Advanced Workshop on Robots and Biological Systems.* Tuscany, Italy, June 26–30.

Boyko, A.M., Budza, A.A., Kvaso, A.G., Kostyrin, P.V., Maximov, K.A., Tkachenko, D.V., & Shamrai, P.Y. (2022). High-performance optoelectronic system for tracking the position of unmanned aerial vehicles. *Proceedings of the 33rd International Scientific and Technical Conference «Extreme Robotics», St. Petersburg, September 29–30, CNII RTK,* 596 pages. https://doi.org/10.31776/ConfER.33.2022, pp. 18–24.

Brom, A., Belonosov, K., & Vereshchagina, O. (2019). Model of system dynamics to study the effects of unmanned vehicles introduction in the economic environment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 630,* 012004. https://doi.org/10.1088/1757-899X/630/1/012004

Cetin, E., et al. (2022). *Drones, 6* (2), 28. https://doi.org/10.3390/drones6020028

Christopher, D., & Chiambaretto, P. (2022). Economic policy choices and trade-offs for unmanned aircraft systems traffic management (UTM): Insights from Europe and the United States. *Elsevier, 157,* 40–58.

Davydov, D.Y. (2022). Increasing the efficiency of offshore wind power plants by optimizing the layout of energy equipment (Doctoral dissertation abstract, Tomsk, Russia). 22 pages.

Elmesery, N., Alshaer, N., & Ismail, T. (2021). *Aerospace, 8* (12), 363. https://doi.org/10.3390/aerospace8120363

Gracheva, K.A. (2023). The role of digital transformation in enterprise management: Analysis of digital cases. *Kant, 1* (46), 16–23.

Ho, C. (2020). Motion control of a group of robots based on visual information from an accompanying drone (Doctoral dissertation abstract, Moscow, Russia). 16 pages.

Hygienic substantiation of the professional risk assessment of workers during coal mining by open-pit mining. (2006). *Bulletin of the SB RAMS, 3* (121). Retrieved from *https://exkavator.ru/articles/disease/~id=7852* on 27.11.2024.

Inder, K., De Silva, V., & Shi, H. (2019). *Remote Sensing, 11* (23), 2723. https://doi.org/10.3390/rs11232723

Karpov, V.E. (2022). Methods of group control of artificial agents based on biologically inspired behavior models (Doctoral dissertation abstract, Moscow, Russia). 48 pages.

Kenden, K.V. (2021). Improvement of decision-making methods for the introduction of autonomous solar-diesel installations: The example of the Republic of Tuva (Doctoral dissertation abstract, Krasnoyarsk, Russia). 23 pages.

Khudykin, A.A. (2023). Study and characterization of radio frequency devices manufactured using additive technologies (Doctoral dissertation abstract, Moscow, Russia). 25 pages.

Kolosov, K., Miller, A., & Miller, B. (2020). *Remote Sensing, 12* (23), 3849. https://doi.org/10.3390/rs12233849

Kubil, V.N. (2019). Research and development of methods for solving multi-criteria transport routing problems based on the ant algorithm (Doctoral dissertation abstract, Novocherkassk, Russia). 20 pages.

Leonov, A.V. (2020). Development of an adaptive routing algorithm based on the swarm intelligence of a bee colony for self-organizing unmanned aerial vehicle networks (Doctoral dissertation abstract, Omsk, Russia). 24 pages.

Network groundwork for growth: How to accelerate digitalization in the real sector. [Electronic resource]. Retrieved from *https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/644bd2749a7947230c49399c* on 27.02.2024.

Perritt, H., & Sprague, E. (2016). *Domesticating drones: The technology, law, and economics of unmanned aircraft.* London, United Kingdom. https://doi.org/10.4324/9781315577999

Shmalko, E.Y. (2024). Principle of synthesized optimal control in robotic systems (Doctoral dissertation abstract, Moscow, Russia). 46 pages.

Skudarnov, D.E., Portola, V.A., Kvasova, A.A., & Sachkov, A.V. (2018). Analysis of fatal injuries during coal mining by open-pit mining. *Bulletin of the Research Center, 1.* Retrieved from https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-smertelnogo-travmatiz

Sotnikov, P.I. (2020). Development of methods and algorithms for the classification of multidimensional time series in the brain-computer interface (Doctoral dissertation abstract, Moscow, Russia). 16 pages.

Trapeznikova, I.S. (2020). On some aspects of digitalization of the coal industry. In *Digital Economy and Finance: Materials of the III International Scientific and*

*Practical Conference, St. Petersburg, March 19–20* / Edited by E.A. Sintcova et al. St. Petersburg: Center for Scientific and Information Technologies «Asterion», 318–322.

Trapeznikova, I.S., & Tselikhina, I.V. (2024). Problems of sustainable digital development of coal industry enterprises. *Financial Management, 7,* 307–314.

Vinokhodova, I.G. (2021). Digitalization in agriculture: Main directions and trends. In *Proceedings of the Scientific and Practical Conference «Priority Directions for the Development of the Agro-Industrial Complex and Rural Areas», Velikiye Luki, December 6.*

Vinokhodova, I.G. (2022). Trends in the development of a digital ecosystem for agricultural producers. *Proceedings of VGSHA, No. 1. Field of Opportunities: Digital Solutions for Agriculture.* Retrieved from https://rostec.ru/news/pole-vozmozhnostey-tsifrovye-resheniya-dlya-selskogo-khozyaystva on 21.10.2021

Volkov, A.N. (2021). Research and development of methods for building infrastructure and providing services for communication networks based on artificial intelligence technologies (Doctoral dissertation abstract, St. Petersburg, Russia). 20 pages.

Zhai, M. (2019). Multi-agent robotic system for earthquake rescue (Doctoral dissertation abstract, Moscow, Russia). 16 pages.

**Аренков Игорь Анатольевич** — доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики предприятия, предпринимательства и инноваций, Санкт-Петербургский государственный университет; https://orcid.org/0000-0002-4707-2437 (Российская Федерация, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9; e-mail: i.arenkov@spbu.ru).

**Трапезникова Ирина Сергеевна** — доктор экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики предприятия, предпринимательства и инноваций, Санкт-Петербургский государственный университет; https://orcid.org/0000-0002-2244-8370 (Российская Федерация, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9; e-mail: i.trapeznikova@spbu.ru).

**Удовиченко Алексей Сергеевич** — кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры экономики предприятия, предпринимательства и инноваций, Санкт-Петербургский государственный университет; https://orcid.org/0009-0006-5896-3135 (Российская Федерация, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9; e-mail: a.udovichenko@spbu.ru).

**Шевазуцкий Игорь Романович** — ассистент кафедры экономики предприятия, предпринимательства и инноваций, экономический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; http://orcid.org/0009-0003-5892-3465 (Российская Федерация, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9; e-mail: i.shevazutskii@spbu.ru).

**Igor A. Arenkov** — Dr. Sci. (Econ.), Professor, Head of the Department of Business Economics, Entrepreneurship and Innovation, St Petersburg University; https://orcid.org/0000-0002-4707-2437 (7–9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: i.arenkov@spbu.ru).

**Irina S. Trapeznikova** — Dr. Sci. (Econ.), Docent, Associate Professor at the Department of Business Economics, Entrepreneurship and Innovation, St Petersburg University; https://orcid.org/0000-0002-2244-8370 (7–9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: i.trapeznikova@spbu.ru).

**Alexei S. Udovichenko** — PhD (Econ.), Senior Lecturer at the Department of Business Economics, Entrepreneurship and Innovation, St Petersburg University; https://orcid.org/0009-0006-5896-3135 (7–9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: a.udovichenko@spbu.ru).

**Igor R. Shevazutskii** — Assistant Professor at the Department of Business Economics, Entrepreneurship and Innovation, St Petersburg University; http://orcid.org/0009-0003-5892-3465 (7–9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: i.shevazutskii@spbu.ru).

**УДК 338.433**
**JEL O14, L16**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-2**

# Комплексная типология цифровых промышленных платформ на мировом рынке[1]

*А. З. Барыбина*

Институт экономики Уро РАН (г. Екатеринбург, Россия).
https://orcid.org/0000-0003-3851-6064

Автор для корреспонденции: А. З. Барыбина (barybina.az@uiec.ru)

**Аннотация.** *В статье рассматривается быстро развивающаяся область промышленных цифровых платформ. Особое внимание уделяется их роли в интеграции данных, процессов и ресурсов для улучшения производственных процессов и бизнес-процессов. Целью исследования является определение этих платформ, изучение их бизнес-моделей и выявление проблем, с которыми они сталкиваются, таких как технические и организационные сложности. Используя всесторонний обзор существующей литературы, мы проанализировали многоуровневую архитектуру этих платформ и их значение в таких областях, как производство, управление энергопотреблением и сельское хозяйство. Основные выводы свидетельствуют об их потенциале в оптимизации процессов и стимулировании инноваций, хотя такие вопросы, как кибербезопасность и интеграция устаревших систем, по-прежнему имеют решающее значение. Исследование способствует пониманию экосистем платформ и их промышленного применения, предлагая понимание взаимодействия заинтересованных сторон. Будущие исследования должны быть сосредоточены на формировании устойчивых бизнес-моделей, технологической интеграции и стандартизации платформ, чтобы полностью раскрыть их потенциал. Ограничения включают в себя начальный уровень исследований в этой области и необходимость проведения отраслевого анализа.*

**Ключевые слова:** цифровые промышленные платформы; интеграция данных; Индустрия 4.0; экосистемы платформ; технологические вызовы

[1] © Барыбина А. З. Текст. 2024.

# A comprehensive typology of digital industrial platforms in the global market

*A. Barybina*

Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Yekaterinburg, Russian Federation).
https://orcid.org/0000-0003-3851-6064

Corresponding author: A. Z. Barybina (barybina.az@uiec.ru)

**Annotation.** *The study examines the rapidly developing field of industrial digital platforms. Special attention is paid to their role in integrating data, processes and resources to improve production processes and business processes. The purpose of the study is to identify these platforms, examine their business models and identify the problems they face, such as technical and organizational difficulties. Using a comprehensive review of the existing literature, we analyzed the layered architecture of these platforms and their importance in areas such as manufacturing, energy management and agriculture. The main findings indicate their potential in optimizing processes and stimulating innovation, although issues such as cybersecurity and the integration of legacy systems are still crucial. The research contributes to the understanding of eco-systems platforms and their industrial applications by offering insights into stakeholder interactions. Future research should focus on the formation of sustainable business models, technological integration and standardization of platforms in order to fully unlock their potential. Limitations include the initial level of research in this area and the need for industry analysis.*

**Keywords:** digital industrial platforms; data integration; industry 4.0; platform ecosystems; technological challenges

## *Введение*

В своих усилиях по внедрению Индустрии 4.0 все большее число промышленных компаний создают свои собственные цифровые платформы, такие как MindSphere от Siemens, Predix от General Electric (GE) или IoT Suite от Bosch. Однако эти промышленные игроки не единственные, кто выходит на рынок цифровых промышленных платформ. Поставщики платформ или инфраструктуры как услуги (PaaS/IaaS), такие как Amazon Web Services (AWS) или Microsoft Azure, также выходят на производственную сферу, предлагая собственные платформы или предоставляя инфраструктуру, услуги и технологии другим платформам (Pauli et al., 2021).

Быстрая цифровизация отраслей привела к распространению сложных промышленных цифровых платформ; однако немногие лидеры промышленных платформ успешно создали устойчивые бизнес-модели вокруг своих предложений. Необходимость в кон-

кретном определении промышленных цифровых платформ и их бизнес-моделей еще больше усложняет понимание проблемы.

В рамках текущего исследования была проанализирована существующая литература по промышленным цифровым платформам, чтобы выявить ключевые темы исследований и имеющиеся пробелы.

### *Основная часть*

Цифровая производственная платформа — это программная структура, которая позволяет интегрировать данные, процессы и ресурсы во всем производственном процессе. Она обеспечивает комплексное представление всего производственного процесса, от проектирования до производства, и позволяет оптимизировать ресурсы, процессы и данные. Она помогает производителям быстро и точно выявлять и решать проблемы, сокращать затраты и повышать эффективность.

Появление цифровых промышленных платформ стало возможным благодаря достижениям в сочетании таких технологий, как облачные вычисления, периферийные вычисления, аналитика больших данных и искусственный интеллект, что подпитывает развитие (промышленного) Интернета вещей (IoT). Цифровые промышленные платформы обладают характеристиками, которые похожи на концепцию IIoT, т. е. применение технологий, связанных с IoT, в промышленной среде (Boyes et al., 2018). Поэтому можно предположить, что то, что называют цифровыми промышленными платформами, некоторые исследователи называют платформой IoT (Hodapp et al., 2019; Hanelt et al., 2020) или платформой IIoT (Schermuly et al., 2019; Petrik & Herzwurm, 2020). Однако эти термины часто ассоциируются с узким фокусом на технических характеристиках, в то время как понятие цифровых платформ обычно распространяется на ценность, обеспечиваемую базовыми технологиями.

Одно из наиболее полных определений «цифровой промышленной платформы» представлено в работе Т. Паули и коллег и выглядит следующим образом: «Цифровые промышленные платформы — это платформы, которые (I) собирают и интегрируют данные из разнородного набора промышленных активов и устройств, (II) предоставляют эти данные и дополнительную технологическую поддержку экосистеме сторонних организаций, которые разрабатывают и обеспечивают дополнительные решения, которые (III) влияют на работу промышленных активов и устройств, и (IV) предоставляют рыночную площадку для облегчения взаимодействия между владельцем платформы, третьими лицами и бизнес-клиентами» (Pauli et al., 2021).

Цифровые промышленные платформы действуют как инновационные и транзакционные платформы (Cusumano et al., 2021). Во-первых, они позволяют собирать и анализировать данные из различных промышленных активов и устройств, от инструментов и машин до транспортных средств или целых складов и заводов. Эти данные обычно предоставляются экосистеме сторонних фирм, которые могут создавать дополнительные решения, такие как промышленные приложения и услуги. Во-вторых, многие платформы предлагают торговые площадки для облегчения распространения и использования созданных приложений на большом рынке промышленных клиентов. Таким образом, цифровые промышленные платформы являются важным строительным блоком для Индустрии 4.0, которая в течение последних нескольких лет влияет на обрабатывающую промышленность (Lasi et al., 2014). Однако в настоящее время фирмы сталкиваются со значительными проблемами при их создании[1].

Особенностями промышленных цифровых платформ являются:

— широкая автоматизация процессов производства;

— высокая значимость НИОКР;

— гибкость платформы (Абдикеев & Гринева, 2023).

Идея цифровых промышленных платформ заключается в централизованном сборе и интеграции данных о промышленных активах и использовании этих данных для создания интеллектуальных приложений и услуг с помощью комплементаторов (Beverungen et al., 2019; Schermuly et al., 2019). На рисунке 1 изображена предложенная Т. Паули многослойная архитектура цифровой промышленной платформы. Сама платформа располагается на уровне услуг по отношению к стеку IoT или многоуровневой модульной архитектуре цифровых инноваций (Yoo et al., 2010; Sisinni et al., 2018). Следовательно, платформа обычно выполняет роль «промежуточного программного обеспечения интеграции» (Guth et al., 2016) в смысле предоставления возможностей хранения и обработки данных, а также операционной системы для приложений (Hodapp et al., 2019). Таким образом, в широком смысле платформа действует как мост между промышленными активами и приложениями (Wortmann & Flüchter, 2015).

[1] Marx, U. (2020). Internet-plattformen: Der Maschinenbau hinkt digital hinterher. In: FAZ.NET. https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/der-maschinenbau-hinkt-digital-hinterher-16958284.html (дата обращения: 11.09.2024).

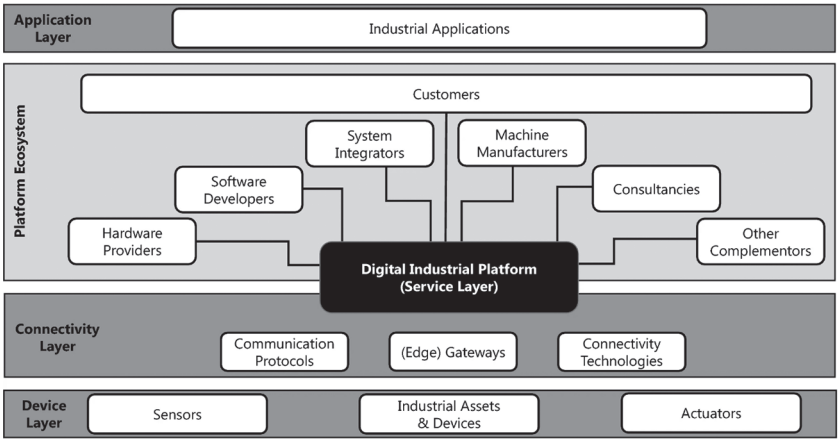



**Рис. 1.** *Архитектура цифровых промышленных платформ (источник: (Pauli, 2021) (на основе Yoo et al., 2010; International Communications Union, 2012; Guth et al., 2016; Sisinni et al., 2018))*

Первый уровень включает в себя все физические активы и устройства, в частности их датчики для сбора данных и исполнительные механизмы. Следующий уровень включает в себя все необходимое для передачи данных с датчиков на платформу, а также для передачи данных обратно, чтобы инициировать действия машин, в частности, технологии подключения, такие как Ethernet или 5G, протоколы связи, такие как Message Queueing Telemetry Transport (MQTT), а также шлюзы, которые могут обрабатывать эти стандарты и, возможно, даже обладают возможностями периферийных вычислений для приложений с низкой задержкой. Уровень приложений расположен поверх уровня платформы или сервиса. Здесь разрабатываются приложения, которые используют ранее собранные данные. Как правило, данные используются не только одной стороной, но и экосистемой комплементариев и клиентов (Petrik & Herzwurm, 2020).

Архитектура платформы относится к тому, как ее компоненты связаны и взаимодействуют друг с другом (Baldwin & Woodard, 2009). Цифровые промышленные платформы демонстрируют более сложную архитектуру, чем многие платформы, изученные на сегодняшний день. На рисунке 1 изображен пример многослойной архитектуры цифровой промышленной платформы, где платформа выступает в качестве сервисного слоя между устройствами (инфраструктурой) и приложениями.

Помимо технической сложности, цифровые промышленные платформы также демонстрируют более высокую организационную

сложность по сравнению со многими другими типами платформ. Основываясь на своей способности привлекать сторонних участников, платформы создают экосистемы в форме «совокупности фирм, взаимодействующих с вкладом в дополнения» (De Reuver et al., 2018, с. 127). В частности, интеграция сторонних решений, предоставляемых дополняющими сторонами, в операции и процессы клиентов, включая оборудование в виде различных промышленных активов и устаревшую инфраструктуру, создает потребность в разнообразном наборе участников в экосистеме (Papert & Pflaum, 2017; Hein et al., 2019; Petrik & Herzwurm, 2020). Обычно это производители машин, поставщики оборудования (например, производители датчиков), разработчики программного обеспечения, системные интеграторы и консалтинговые компании. Кроме того, для цифровых промышленных платформ все участники являются именно организациями, тогда как для многих более известных платформ (например, iOS от Apple, Android от Google, Uber и Airbnb) клиентами в основном являются отдельные лица (т. е. потребители). Это влечет за собой ряд последствий, связанных с процессами маркетинга и продаж, а также межорганизационными отношениями и обеспечением информационной безопасности.

Цифровые производственные платформы обеспечивают видимость производственного процесса в реальном времени, что позволяет принимать более обоснованные решения и улучшать обслуживание клиентов. Кроме того, их можно использовать для автоматизации процессов, сокращения ручного труда и повышения качества продукции.

В таблице 1 представлены основные типы промышленных цифровых платформ. Эти типы промышленных цифровых платформ могут работать независимо или в комбинации друг с другом, создавая мощные экосистемы для управления производственными и бизнес-процессами.

Цифровые промышленные платформы необходимы во многих областях. В подключенных интеллектуальных фабриках они берут данные с оборудования и делают их доступными для мониторинга и управления приложениями. Таким образом, третьи стороны могут разрабатывать приложения на основе этих данных.

Цифровые промышленные платформы полезны для поставщиков энергетических услуг. Они могут предлагать услуги передачи данных потребителям, чтобы позволить им использовать гибкость потребления энергии в бытовых приборах, электромобилях и ото-

Таблица 1

**Типы цифровых промышленных платформ**

| Тип платформы | Сущность | Характеристики | Отличительные особенности |
|---|---|---|---|
| Платформы для управления производственными процессами (Manufacturing Execution Systems, MES) | MES платформы предназначены для контроля и мониторинга производственных операций в реальном времени | Сбор и анализ данных с производственного оборудования; Мониторинг статуса рабочих процессов; Учет производственных затрат и управления запасами; Интеграция с ERP-системами для совместной работы | Оперативный контроль и управление; Высокая степень интеграции с оборудованием; Возможность обеспечения обратной связи между цехами и руководством |
| Платформы для анализа больших данных (Big Data Analytics Platforms) | Эти платформы обеспечивают сбор, хранение и анализ больших объемов данных из различных источников | Хранение данных в облаке или локально; Инструменты для обработки и анализа данных; Поддержка различных форматов данных (структурированные и неструктурированные) | Возможность использования алгоритмов машинного обучения для предсказательного анализа; Гибкость в работе с данными из различных источников; Интерактивные визуализации для принятия обоснованных бизнес-решений |
| Платформы для управления жизненным циклом продукта (Product Lifecycle Management, PLM) | PLM платформы помогают управлять всеми этапами жизненного цикла продукта — от разработки до утилизации | Управление проектами и документацией; Согласование и контроль изменений; Интеграция с CAD-системами для проектирования продуктов | Ориентированность на инновации и модернизацию продукта; Улучшение совместной работы между отделами; Сокращение времени вывода продукта на рынок |

*Окончание табл. 1 на след. стр.*

*Окончание табл. 1*

| Тип платформы | Сущность | Характеристики | Отличительные особенности |
|---|---|---|---|
| Интернет вещей (IoT) платформы | IoT платформы позволяют соединять устройства и сенсоры для сбора и обмена данными | Подключение к облачным сервисам или локальным серверам; Обработка данных в реальном времени Интеграция с системами аналитики для получения аналитики | Широкие возможности автоматизации и управления; Удаленный контроль за оборудованием и системами; Сбор данных с полевых устройств и их анализ для улучшения процессов |
| Платформы для разработки и интеграции приложений (Application Development and Integration Platforms) | Эти платформы предоставляют инструменты для разработки и интеграции различных программных решений | Наборы инструментов для разработки и тестирования приложений; API для интеграции с другими системами; Поддержка различных языков программирования | Упрощение процесса разработки и развертывания приложений; Модульный подход к интеграции систем; Возможность быстрой адаптации под требования бизнеса |
| Платформы для автоматизации управленческих процессов (Business Process Management Systems, BPM) | BPM платформы помогают моделировать, анализировать и оптимизировать бизнес-процессы | Визуальные инструменты для моделирования рабочих процессов; Интеграция с другими системами для автоматизации; Отслеживание производительности процессов | Ориентированность на оптимизацию и улучшение процессов; Гибкость в изменениях и адаптации под новые требования; Систематизация документирования процессов |

Источник: сост. автором.

плении. Это важный шаг в максимизации использования возобновляемых источников энергии и декарбонизации энергии.

Также эти платформы могут применяться для поддержки фермеров в управлении урожаем. Они могут интегрировать данные о местоположении и объединять их с данными с полевых датчиков, чтобы обеспечить посадку семян и оптимизировать использование воды на каждом поле.

Оснащенные соответствующими бизнес-моделями цифровые промышленные платформы могли бы стать инструментом создания экосистем рыночных субъектов на многостороннем рынке. Эти экосистемы позволяют создавать новые инновационные продукты и услуги и ускоряют разработку мировых стандартов.

Хотя цифровые промышленные платформы имеют решающее значение для интеграции ключевых цифровых технологий, для постепенного развития таких платформ необходимы масштабные пилотные проекты и эксперименты.

В таблице 2 приведены примеры цифровых промышленных платформ, функционирующих на рынке цифровых продуктов.

Отечественная платформа Zyfra Industrial Internet of Things Platform (ZIIoT) — это инструмент для автоматизации бизнес-процессов управления производством, включающий готовый набор решений и встроенную среду разработки. Помимо базовых функций, платформа позволяет реализовывать отдельные компоненты для решения локальных задач силами собственной команды предприятия — без дополнительных затрат на приобретение лицензий и техническую поддержку. А поскольку все приложения размещаются в общей экосистеме платформы, то они по умолчанию могут оперировать собранными производственными данными без необходимости реализации дополнительных модулей сбора и хранения.

Одной из важных функций цифровой промышленной платформы являются планирование и отслеживание выполнения производственного плана, выявление причин несоответствия качества партии полуфабрикатов и помощь в решении других задач. Подобный функционал реализован в отечественных системах управления производством (например, «Цифровое производство», разработанная холдингом «Росэлектроника» Госкорпорации Ростех).

Цифровая платформа Магнитогорского металлургического комбината (ММК) включает в себя базовые программные продукты по семи ключевым направлениям разработки и эксплуатации информационных систем ММК. Выбранные программные продукты позволяют унифицировать подходы, связанные с организацией сбора и хранения первичных данных из различных источников, унифицировать инструменты создания прикладных цифровых сервисов, направленных на повышение эффективности работы бизнес-подразделений предприятия. Эффективность от внедрения цифровой промышленной платформы представлена на рисунке 2.

Таблица 2

**Цифровые промышленные платформы на мировом рынке**

| Элементы операционной структуры | Виды цифровых платформ (программного обеспечения) | Примеры цифровых платформ | Ссылки на сайт разработчика |
|---|---|---|---|
| Производственные процессы | — Система управления производством (MES);<br>— Программное обеспечение для автоматизированного проектирования (САПР);<br>— Программное обеспечение для автоматизированного производства (CAM);<br>— Программируемые логические контроллеры (ПЛК);<br>— Промышленные платформы Интернета вещей (IIoT) | Siemens Digital Industries Software's Manufacturing Operations Management software | https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/manufacturing-operations-management/ |
| | | Siemens Digital Industries Software | https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/ |
| | | ABB Ability Manufacturing Operations Management | https://new.abb.com/products/enterprise-software/ability/manufacturing-operations-management |
| | | Schneider Electric EcoStruxure Plant | https://www.se.com/ww/en/work/solutions/for-business/ecostruxure-plant/ |
| Управление цепочкой поставок | — Системы общеорганизационного планирования ресурсов (ERP);<br>— Программное обеспечение для управления взаимоотношениями с поставщиками (SRM);<br>— Системы управления перевозками (TMS);<br>— Системы управления складом (WMS);<br>— Программное обеспечение для электронного обмена данными (EDI) | SAP Ariba procurement software | https://www.ariba.com/products/solutions/procurement |
| | | SAP Supply Chain Management | https://www.sap.com/products/supply-chain-management.html |
| | | Oracle Supply Chain Management Cloud | https://www.oracle.com/supplychain/ |
| | | Infor Supply Chain Management | https://www.infor.com/solutions/supply-chain-management |

*Продолжение табл. 2 на след. стр.*

*Продолжение табл. 2*

| Элементы операционной структуры | Виды цифровых платформ (программного обеспечения) | Примеры цифровых платформ | Ссылки на сайт разработчика |
|---|---|---|---|
| Контроль качества | — Программное обеспечение для статистического управления технологическими процессами (SPC);<br>— Системы менеджмента качества (CMK);<br>— Программное обеспечение для автоматизированного контроля качества (CAQ);<br>— Программное обеспечение Six Sigma;<br>— Цифровые системы контроля и измерений | InfinityQS quality management software | https://www.infinityqs.com/ |
| | | Siemens Opcenter Quality | https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/manufacturing-operations/opcenter-quality.html |
| | | IQMS Quality Management | https://www.deltek.com/en/products/project-erp/iqms-qms |
| Управление человеческими ресурсами | — Информационные системы в области людских ресурсов (HRIS);<br>— Программное обеспечение для управления талантами;<br>— Системы управления обучением (LMS);<br>— Программное обеспечение для управления заработной платой и льготами;<br>— Программное обеспечение для управления эффективностью работы сотрудников | Workday HR software | https://www.workday.com/en-us/products/human-capital-management.html |
| | | SAP SuccessFactors | https://www.sap.com/products/human-resources-hcm.html |
| | | Workday Human Capital Management | https://www.workday.com/en-us/products/human-capital-management.html |
| | | ADP Workforce Now | https://www.adp.com/what-we-offer/products/workforce-now.aspx |

*Продолжение табл. 2 на след. стр.*

*Продолжение табл. 2*

| **Элементы операционной структуры** | **Виды цифровых платформ (программного обеспечения)** | **Примеры цифровых платформ** | **Ссылки на сайт разработчика** |
|---|---|---|---|
| Финансовый менеджмент | — Системы общеорганизационного планирования ресурсов (ERP);<br>— Бухгалтерское программное обеспечение;<br>— Программное обеспечение для составления бюджета и прогнозирования;<br>— Программное обеспечение для составления финансовой отчетности;<br>— Программное обеспечение для финансового анализа | Oracle Financials Cloud | https://www.oracle.com/erp/financials/ |
| | | SAP Financial Management | https://www.sap.com/products/financial-management.html |
| | | Microsoft Dynamics 365 Finance | https://dynamics.microsoft.com/en-us/finance/ |
| Системы информационных технологий | — Программное обеспечение для управления ИТ-сервисами (ITSM);<br>— Программное обеспечение для управления ИТ-активами;<br>— Программное обеспечение для мониторинга сети;<br>— Программное обеспечение для управления конечными точками;<br>— Программное обеспечение и платформы для кибербезопасности | Microsoft Dynamics 365 | https://dynamics.microsoft.com/en-us/ |
| | | IBM Maximo | https://www.ibm.com/products/maximo |
| | | Microsoft Dynamics 365 Supply Chain Management | https://dynamics.microsoft.com/en-us/supply-chain-management/ |
| | | PTC Windchill | https://www.ptc.com/en/products/plm/windchill |

*Окончание табл. 2 на след. стр.*

| **Элементы операционной структуры** | **Виды цифровых платформ (программного обеспечения)** | **Примеры цифровых платформ** | **Ссылки на сайт разработчика** |
|---|---|---|---|
| Исследования и разработки | — Программное обеспечение для автоматизированного проектирования (САПР);<br>— Программное обеспечение для управления жизненным циклом продукта (PLM);<br>— Программное обеспечение для моделирования;<br>— Программное обеспечение для анализа данных и визуализации;<br>— Программное обеспечение для управления проектами | Siemens PLM Software's Teamcenter software for product lifecycle management | https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/teamcenter/ |
| | | Dassault Systèmes SIMULIA | https://www.3ds.com/products-services/simulia/ |
| | | Siemens Simcenter Amesim | https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/simcenter/simcenter-amesim.html |
| | | ANSYS Engineering Simulation Software | https://www.ansys.com/products |

Источник: сост. автором.




**Рис. 2.** *Эффективность использования цифровой промышленной платформы на ММК (источник: Цифровая платформа ММК. https://mmk.ru/ru/about/digital-transformation/elements/platform/ (дата обращения: 11.09.2024))*

Наблюдается общий рост исследовательского интереса к тематике цифровых платформ, при этом исследования цифровых промышленных платформ по-прежнему скудны. Платформы нельзя рассматривать как однородное явление, и выбор правильного уровня абстракции при одновременном охвате индивидуальной сложности платформ необходим для всестороннего анализа (Tilson et al., 2013). Промышленные платформы отличаются от многих других цифровых платформ, изученных на сегодняшний день, таких как мобильные платформы (Basole & Karla, 2011; Ghazawneh & Henfridsson, 2013), интернет-платформы (Muzellec et al., 2015; Täuscher & Laudien, 2018) или игровые консоли (Cennamo & Santalo, 2013; Cennamo et al., 2018; Ozalp et al., 2018). Поэтому уроки, извлеченные из других областей, не всегда могут быть легко перенесены на промышленные платформы, что создает необходимость в новых идеях о механизмах, определяющих успех и неудачу цифровых промышленных платформ (Schermuly et al., 2019).

### *Заключение*

Стремительная цифровизация отраслей промышленности проложила путь к появлению комплексных промышленных цифровых платформ. Эти платформы объединяют данные, процессы и ресурсы, предлагая всестороннюю информацию о производственных

операциях, от проектирования до производства. Несмотря на их преобразующий потенциал, многие промышленные игроки с трудом внедряют устойчивые бизнес-модели, выявляя значительные пробелы в современном понимании и внедрении этих систем.

Промышленные цифровые платформы характеризуются своей способностью собирать и интегрировать данные из различных промышленных активов, обеспечивать технологическую поддержку сторонних экосистем и взаимодействие между заинтересованными сторонами. Они играют двойную роль в качестве организаторов инноваций и сделок, что подчеркивает их важнейшую роль в Индустрии 4.0.

Многоуровневая архитектура промышленных цифровых платформ, охватывающая физические активы, технологии передачи данных и прикладные экосистемы, подчеркивает их сложный дизайн. Эта сложность распространяется и на организационную динамику, поскольку платформы способствуют созданию экосистем с участием различных участников, таких как производители, разработчики программного обеспечения и консультанты.

Промышленные цифровые платформы улучшают видимость производственных процессов в режиме реального времени, автоматизируют операции и улучшают процесс принятия решений. Они находят применение в различных областях, включая производство, управление энергопотреблением и сельское хозяйство, демонстрируя свою универсальность и важность для оптимизации производственных и бизнес-процессов.

Несмотря на свой потенциал, промышленные цифровые платформы сталкиваются с такими проблемами, как трудности интеграции с устаревшими системами, обеспечение кибербезопасности и содействие внедрению среди различных заинтересованных сторон в промышленности. Кроме того, ограниченный объем исследований промышленных платформ по сравнению с платформами, ориентированными на потребителя, подчеркивает необходимость разработки индивидуальных стратегий и аналитических заключений.

Для продвижения в этой области и решения существующих проблем будущие исследования будут сосредоточены:

— на изучении стратегии разработки надежных и масштабируемых бизнес-моделей, которые обеспечивают долгосрочную жизнеспособность промышленные цифровые платформы;

— изучении взаимодействие между различными заинтересованными сторонами в экосистеме платформы, уделяя особое внимание сотрудничеству, созданию ценности и механизмам управления;

— изучении возможности интеграции передовых технологий, таких как искусственный интеллект, передовые вычисления и продвинутая аналитика, для расширения возможностей платформы и удобства использования;

— разработке рамок и стандартов для обеспечения взаимодействия между различными платформами и устаревшими системами, что снижает барьеры для внедрения;

— проведении углубленных исследований по применению промышленных цифровых платформ в конкретных отраслях для понимания уникальных проблем и возможностей;

— выявлении рисков, связанных с безопасностью и конфиденциальностью данных.

Данные исследования предполагается сформировать в систему и раскрыть весь потенциал промышленных цифровых платформ, стимулируя инновации, эффективность и устойчивость промышленных экосистем.

### *Благодарности*

Исследование выполнено в соответствии с государственным заданием Института экономики УрО РАН на 2024–2025 гг.

### *Acknowledgements*

The study was carried out in accordance with the state plan of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences for 2024–2025.

### *Список источников*

Абдикеев, Н. М., Гринева, Н. В., Абросимова, О. М. (2023). Производственно-технологические платформы в промышленности и их интеграция в едином цифровом пространстве. *Инновации и инвестиции,* (10).

Ростех создал программную платформу для современных цифровых производств. Ростех: сайт. https://rostec.ru/media/news/rostekh-sozdal-programmnuyu-platformu-dlya-tsifrovykh-proizvodstv/#start (дата обращения: 11.09.2024).

Baldwin, C. Y., Woodard, C. J. (2009). The Architecture of Platforms: A Unified View. *Platforms, Markets and Innovation,* 19–44.

Basole, R. C., Karla, J. (2011). On the Evolution of Mobile Platform Ecosystem Structure and Strategy. *Bus. Inf. Syst. Eng., 3,* 313–322 https://doi.org/10.1007/s12599-011-0174-4

Beverungen, D. et al. (2019). Conceptualizing smart service systems. *Electronic Markets, 29,* 7–18.

Boyes, H. et al. (2018). The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. *Computers in industry, 101,* 1–12.

Cennamo, C., Ozalp, H., Kretschmer, T. (2018). Platform architecture and quality trade-offs of multihoming complements. *Information Systems Research, 29* (2), 461–478.

Cennamo, C., Santalo, J. (2013). Platform competition: Strategic trade-offs in platform markets. *Strategic Management Journal, 34* (11), 1331–1350.

Cusumano, M. A., Yoffie, D. B., Gawer, A. (2020). The Future of Platforms. *Mit Sloan Management Review.* https://openresearch.surrey.ac.uk/esploro/outputs/journalArticle/The-Future-of-Platforms/99514174302346#file-0 (дата обращения: 11.09.2024).

De Reuver, M., Sørensen, C., Basole, R. C. (2018). The digital platform: a research agenda. *Journal Of Information Technology, 33* (2), 124–135.

Ghazawneh, A., Henfridsson, O. (2013). Balancing platform control and external contribution in third-party development: the boundary resources model. *Information Systems Journal, 23* (2), 173–192.

Guth, J., Breitenbücher, U., Falkenthal, M. et al. (2016). Comparison of IoT platform architectures: a field of study based on a reference architecture. In: *Cloudification of the Internet of Things (IEEE),* Paris.

Hanelt, A., Nischak, F., Markus, N. et al. (2020). Building platform ecosystems for IoT — exploring the impact on industrial-age firms. In: *Proceedings of the 28th European conference on information systems,* 1–17.

Hein, A. et al. (2019). Value co-creation practices in business-to-business platform ecosystems. *Electronic Markets, 29,* 503–518.

Hodapp, D., Hawlitschek, F., Kramer, D. (2019). Value co-creation in nascent platform ecosystems: a delphi study in the context of the internet of things. In: *Proceedings of the 40th international conference on information systems,* Munich.

Hodapp, D., Remane, G., Hanelt, A., Kolbe, L. M. (2019). Business models for internet of things platforms: empirical development of a taxonomy and archetypes. In: *Proceedings of the 14th international conference on Wirtschaftsinformatik.* Siegen.

IIoT: цифровая платформа для промышленности. «Открытые системы»: сайт. https://www.osp.ru/os/2021/02/13055940 (дата обращения: 11.09.2024).

Lasi, H. et al. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering, 6,* 239–242.

Muzellec, L., Ronteau, S., Lambkin, M. (2015). Two-sided Internet platforms: A business model lifecycle perspective. *Industrial Marketing Management, 45,* 139–150.

Ozalp, H., Cennamo, C., Gawer, A. (2018). Disruption in platform-based ecosystems. *Journal of Management Studies, 55* (7), 1203–1241.

Papert, M., Pflaum, A. (2017). Development of an ecosystem model for the realization of internet of things (IoT) services in supply chain management. *Electronic Markets, 27* (2), 175–189.

Pauli, T., Fielt, E., Matzner, M. (2021). Digital Industrial Platforms. *Bus. Inf. Syst. Eng., 63,* 181–190. https://doi.org/10.1007/s12599-020-00681-w

Petrik, D., Herzwurm, G. (2020). Towards the iIoT ecosystem development: understanding the stakeholder perspective. In: *Proceedings of the 28th European conference on information systems,* 1–15.

Schermuly, L., Schreieck, M., Wiesche, M., Krcmar, H. (2019). Developing an industrial IoT platform: trade-off between horizontal and vertical approaches. In: 14th International conference on Wirtschaftsinformatik. Siegen.

Sisinni, E., Saifullah, A., Han, S. et al. (2018). Industrial internet of things: challenges, opportunities, and directions. *IEEE Trans Ind Informatics, 14* (11), 4724–4734.

Täuscher, K., Laudien, S. M. (2018). Understanding platform business models: A mixed methods study of marketplaces. *European Management Journal, 36* (3), 319–329.

Tilson, D., Sørensen, C., Lyytinen, K. (2013). Platform complexity: lessons from the music industry. In: *Proceedings of the 46th Hawaii international conference on system sciences, Maui,* 4625–4634.

Wortmann, F., Flüchter, K. (2015). Internet of things: technology and value added. *Business & information systems engineering, 57,* 221–224.

Yoo, Y., Henfridsson, O., Lyytinen, K. (2010). The new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research. *Inf. Syst. Res., 21* (4), 724–735.

## *References*

Abdikeev, N. M., Grineva, N. V., Abrosimova, O. M. (2023). Production and technological platforms in industry and their integration in a single digital space. *Innovation and investment,* (10).

Baldwin, C. Y., Woodard, C. J. (2009). The Architecture of Platforms: A Unified View. *Platforms, Markets and Innovation,* 19–44.

Basole, R.C., Karla, J. (2011). On the Evolution of Mobile Platform Ecosystem Structure and Strategy. *Bus. Inf. Syst. Eng., 3,* 313–322 https://doi.org/10.1007/s12599-011-0174-4

Beverungen, D. et al. (2019). Conceptualizing smart service systems. *Electronic Markets, 29,* 7–18.

Boyes, H. et al. (2018). The industrial internet of things (IIoT): An analy-sis framework. *Computers in industry, 101,* 1–12.

Cennamo, C., Ozalp, H., Kretschmer, T. (2018). Platform architecture and quality trade-offs of multihoming complements. *Information Systems Research, 29* (2), 461–478.

Cennamo C., Santalo J. (2013). Platform competition: Strategic trade-offs in platform markets. *Strategic Management Journal, 34* (11), 1331–1350.

Cusumano, M. A., Yoffie, D. B., Gawer, A. (2020). The Future of Platforms. *Mit Sloan Management Review.* https://openresearch.surrey.ac.uk/esploro/outputs/

journalArticle/The-Future-of-Platforms/99514174302346#file-0 (accessed: 11.09.2024).

De Reuver, M., Sørensen, C., Basole, R. C. (2018). The digital platform: a research agenda. *Journal of Information Technology, 33* (2), 124–135.

Ghazawneh, A., Henfridsson, O. (2013). Balancing platform control and external contribution in third-party development: the boundary resources model. *Information Systems Journal, 23* (2), 173–192.

Guth, J., Breitenbücher, U., Falkenthal, M. et al. (2016). Comparison of IoT platform architectures: a field of study based on a reference architecture. In: *Cloudification of the internet of things (IEEE),* Paris.

Hanelt, A., Nischak, F., Markus, N. et al (2020). Building platform ecosys-tems for IoT - exploring the impact on industrial-age firms. In: *Proceedings of the 28th European conference on information systems,* 1–17.

Hein, A. et al. (2019). Value co-creation practices in business-to-business platform ecosystems. *Electronic markets, 29,* 503–518.

Hodapp, D., Hawlitschek, F., Kramer, D. (2019). Value co-creation in nascent platform ecosystems: a delphi study in the context of the internet of things. In: *Proceedings of the 40th international conference on information systems,* Munich.

Hodapp, D., Remane, G., Hanelt, A., Kolbe, L. M. (2019). Business models for internet of things platforms: empirical development of a taxonomy and archetypes. In: *Proceedings of the 14th international conference on Wirtschaftsinformatik,* Siegen.

Lasi, H. et al. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engi-neering, 6,* 239–242.

Muzellec, L., Ronteau, S., Lambkin, M. (2015). Two-sided Internet plat-forms: A business model lifecycle perspective. *Industrial Marketing Management, 45,* 139–150.

Ozalp, H., Cennamo, C., Gawer, A. (2018). Disruption in platform-based ecosystems. *Journal of Management Studies, 55* (7), 1203–1241.

Papert, M., Pflaum, A. (2017). Development of an ecosystem model for the realization of internet of things (IoT) services in supply chain management. *Electronic Markets, 27* (2), 175–189.

Pauli, T., Fielt, E., Matzner, M. (2021). Digital Industrial Platforms. *Bus. Inf. Syst. Eng., 63,* 181–190. https://doi.org/10.1007/s12599-020-00681-w

Petrik, D., Herzwurm, G. (2020). Towards the iIoT ecosystem development: understanding the stakeholder perspective. In: *Proceedings of the 28th European conference on information systems,* 1–15.

Rostec has created a software platform for modern digital production [Electronic source]: https://rostec.ru/media/pressrelease/rostekh-sozdalprogrammnuyu-platformu-dlya-sovremennykh-tsifrovykhproizvodstv/ (accessed: 11.09.2024).

Schermuly, L., Schreieck, M., Wiesche, M., Krcmar, H. (2019). Developing an industrial IoT platform: trade-off between horizontal and vertical approaches. In: 14th International conference on Wirtschaftsinformatik, Siegen.

Sisinni, E., Saifullah, A., Han, S. et al. (2018). Industrial internet of things: challenges, opportunities, and directions. *IEEE Trans Ind Informatics, 14* (11), 4724–4734.

Täuscher, K., Laudien, S. M. (2018). Understanding platform business models: A mixed methods study of marketplaces. *European Management Journal, 36* (3), 319–329.

Tilson, D., Sørensen, C., Lyytinen, K. (2013). Platform complexity: lessons from the music industry. In: *Proceedings of the 46th Hawaii international conference on system sciences, Maui,* 4625–4634.

Wortmann, F., Flüchter, K. (2015). Internet of things: technology and value added. *Business & Information Systems Engineering, 57,* 221–224.

Yoo, Y., Henfridsson, O., Lyytinen, K. (2010). The new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research. *Inf. Syst. Res., 21* (4), 724–735.

ZIIoT: digital platform for industry [Electronic source]: https://www.osp.ru/os/2021/02/13055940 (accessed: 11.09.2024).

**Барыбина Анна Зинуровна** — младший научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН; https://orcid.org/0000-0003-3851-6064 (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29; e-mail: barybina.az@uiec.ru).

**Anna Z. Barybina** — Junior Researcher, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; https://orcid.org/0000-0003-3851-6064 (Russian Federation, 620014, Yekaterinburg, Moskovskaya St., 29; e-mail: barybina.az@uiec.ru).

**УДК 339.97**
**JEL classification: F22, F23, F59**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-3**

# Влияние цифровизации на развитие креативных индустрий в странах Юго-Восточной Азии[1]

*Ф. С. Губайдуллина*

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина
(г. Екатеринбург, Россия).
https://orcid.org/0000-0003-0113-744X.

Автор для корреспонденции: Ф. С. Губайдуллина (farida-g@mail.ru).

**Аннотация.** *Мировая экономика и мировое сообщество претерпели качественные изменения под воздействием проникновения цифровых технологий во все виды экономической деятельности и повседневную жизнь людей. В статье анализируются процессы развития креативных индустрий в странах ЮВА, показано, что цифровизация является важной составляющей их становления. Выявлены лидеры по созданию цифровой экономики и применению ее в культурных индустриях. Фундамент для активного продвижения по пути создания и применения цифровых технологий, а также развития креативных индустрий в этих странах был заложен во времена осуществления стратегии догоняющего развития, которая позволила этим странам стать постиндустриальными экономиками. Анализ Индекса цифровой эволюции по исследуемым странам позволил выявить, какое место эти экономики занимают в мировом сообществе в плане внедрения инноваций и уровню цифровизации.*

**Ключевые слова:** креативные индустрии; цифровизация; цифровая экономика; Индекс цифровой эволюции; новые индустриальные страны

[1] © Губайдуллина Ф. С. Текст. 2024.

# The impact of digitalization on the development of creative industries in South-Eeast Asian countries

*F. Gubaidullina*
Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (Yekaterinburg, Russia).
https://orcid.org/0000-0003-0113-744X
Corresponding author: F. S. Gubaidullina (farida-g@mail.ru).

**Abstract.** *The global economy and the global community have undergone qualitative changes under the influence of the penetration of digital technologies into all types of economic activity and people's daily lives. The article analyzes the processes of development of creative industries in South-East Asian countries and shows, that digitalization is an important component of their formation. The leaders in the creation of the digital economy and its application in cultural industries have been identified. The foundation for active promotion of the creation and application of digital technologies, as well as the development of creative industries in these countries was laid during the implementation of the catch-up development strategy, which allowed these countries to become post-industrial economies. The analysis of the Digital Evolution Index for the countries studied revealed the place these remarkable economies occupy in the global community in terms of innovation and the level of digitalization.*

**Keywords:** creative industries; digitalization; digital economy; Digital evolution Index; new industrial countries

## *Введение*

В настоящее время цифровая экономика, цифровизация стали неотъемлемой частью социально-экономического развития общества, эти процессы инициируют новую парадигму развития экономики и ведут к изменению образа жизни людей. Мировые рейтинги цифровой экономики показывают, что в глобальном масштабе Россия находится на среднем уровне цифровизация, для экономики характеры как достижения, так и проблемные аспекты формирования цифровой среды. Поэтому актуальным является знакомство с опытом стран, которые значительно продвинулись в этом плане. Это важно еще и в силу того, что формирование цифровой экономики — это фундамент для обеспечения национальной безопасности и независимости.

Новизна данного исследования заключается в установлении связи феноменов «креативная экономика» и «цифровая экономика». Цифровизация общества создает потенциально активное пространство для развития отраслей креативной экономики, в свою очередь многие креативные индустрии относятся к IT-сектору и создают

предпосылки для успешного продвижения цифровых технологий. Тема взаимодействия и взаимосвязи творческого потенциала, задействованного в креативных видах деятельности и трансформации экономик в направлении цифровизации, пока недостаточно освещена в российской литературе.

Объектом исследования являются страны Юго-Восточной Азии: уникальность этого сообщества заключается в том, что их развитие шло по одной колее ускоренной индустриализации с целью догнать мировых лидеров в плане стандартов производства и потребления, что им и удалось, это подтверждает их особенность, т. к. примеров успешности подобной трансформации экономики в исторически короткие сроки в мировой практике довольно мало. Предметом исследования выступают закономерности смены экономической модели и траектории развития стран в заданном историческом периоде.

Цель работы — на основе эмпирического исследования подвести базу для предположения, возможно ли применение опыта обозначенной группы стран по созданию цифровой экономики для российской практики цифровизации или у России особенный путь развития.

### *Основная часть*

Мировая экономика на современном этапе переживает качественные перемены, которые существенным образом поменяли образ жизни людей. Трансформация глобального социокультурного пространства тесно связана с интенсивным развитием информационно-телекоммуникационных технологий и внедрением цифровых инноваций.

Начиная с конца 1950-х по 1970-е гг. на мировом пространстве начались процессы, которые часто характеризуют как «цифровая революция». Проникновение цифровых технологий в разные отрасли экономики и повседневную жизнь людей, прорывное развитие информационных технологий и средств телекоммуникаций привели к тому, что компьютеризацией и информатизацией постепенно стали охвачены все сферы экономической деятельности. Это позволило обществу совершить эволюционный скачок, перейти к новому этапу развития, и появился новый термин «информационное общество» (Ишонова, 2020).

Последующие ступени продвижения и парадигмы развития постиндустриального информационного общества — «экономика знаний», «инновационная экономика», «креативная экономика» — стали возможны благодаря распространению и развитию цифровых

и информационных технологий. В последнее время в науке стал использоваться термин «цифровая экономика», т. е. экономика, основанная на цифровых компьютерных технологиях. В данной парадигме развития на первый план становятся не столько разработка программного обеспечения и производство компьютерного оборудования, сколько онлайн-бизнес, т. е. использование интернет-продаж, сотовой связи, дистанционных форм взаимодействия и т. п. с целью получения электронных товаров и услуг, пользования электронными сервисами (Ткаченко & Стариков, 2020).

Что касается креативного сектора в экономике, то состав его остается предметом дискуссий, и товары / услуги, производимые в этом секторе, содержат в себе два различимых типа ценностей — экономическую и культурную. Некоторые исследователи считают ошибочным включать IT, программное обеспечение, компьютерные игры в состав креативных индустрий (Creative economy outlook, 2010; 2022). Но несомненно то, что креативные индустрии, т. е. отрасли экономики, деятельность которых основывается на реализации творческого потенциала человека, невозможны без применения информационно-цифровых технологий. Поэтому, как показывает практика, они наиболее успешно развиваются в цифровом пространстве, поскольку информационные технологии расширяют возможности создания и продвижения новых культурных продуктов (Грицких и др., 2022).

### *2.1. Цифровизации и развитие креативных индустрий в странах Юго-Восточной Азии*

Как известно, пионером в создании концепции креативных индустрий и методического подхода к их изучению является Великобритания. После того, как Великобритания опубликовала свою концепцию креативного сектора в 1998 г., она была подхвачена многими странами, особенно в Юго-Восточной Азии. Гонконг, Сингапур, Тайвань, Южная Корея и Китай использовали данный подход, адаптировав его к местным потребностям.

Многие страны Юго-Восточной Азии, которые мы относим к новым индустриальным, достигли успехов в развитии креативного сектора. Но одновременно новые индустриальные страны, или страны «экономического чуда», являясь авангардом сообщества развивающихся стран, стали первопроходцами в плане масштабного внедрения инноваций, развития институтов информационного общества и информационной сферы, создания цифровой эконо-

мики. Таким образом, прослеживается тесная взаимосвязь между цифровизацией и креативным развитием.

В таблице 1 и таблице 2 представлены показатели, характеризующие становление, уровень развития креативных индустрий и продвижение в плане цифровизации стран «экономического чуда», расположенных в исследуемом регионе. Сопоставление таблиц позволяет сделать некоторые выводы.

Япония является пионером воплощения в жизнь экономического феномена «догоняющее развитие национальной экономики».

Таблица 1

**Показатели развития креативного сектора в странах ЮВА в 2020 г.**

| Страны | Доля в ВВП, % | Экспорт креативных товаров, млрд долл. | Страны | Доля в ВВП, % | Экспорт креативных товаров, млрд долл. |
|---|---|---|---|---|---|
| Китай | 4,2 | 169,3 | Сингапур | … | 9,35 |
| Гонконг | 2,3 | 24,07 | Малайзия | 2,0 | 9,71 |
| Южная Корея | 6,5 | 13,9 | Таиланд | 9,5 | 5, 0 |
| Тайвань | 6,7 | 13,04 | Индонезия | 7,4 | … |

Источник: сост. автором.

Таблица 2

**Индекс цифровой эволюции (Digital Evolution Index) по странам ЮВА в 2020 г.**

| Страны | Индекс цифровой эволюции, статика | Рейтинг | Индекс цифровой эволюции, динамика | Рейтинг |
|---|---|---|---|---|
| Сингапур | 98,82 | 1 | 53,79 | 25 |
| Гонконг | 88,12 | 3 | 56,91 | 15 |
| Южная Корея | 83,09 | 11 | 58,59 | 11 |
| Тайвань | 80, 75 | 14 | 48,59 | 40 |
| Япония | 77,76 | 19 | 44,96 | 54 |
| Малайзия | 69,03 | 26 | 57,27 | 14 |
| Китай | 61,89 | 39 | 86,51 | 1 |
| Таиланд | 53,04 | 48 | 48,12 | 44 |
| Индонезия | 47,72 | 58 | 64,03 | 2 |
| Филиппины | 44,29 | 64 | 45,40 | 52 |
| Вьетнам | 46,79 | 60 | 62,37 | 5 |
| Россия | 52,78 | 49 | 58,90 | 10 |

Источник: (Chakravorti, 2020).

Остальные страны, приведенные в таблицах, являлись последователями Японии в осуществлении этой стратегии развития. Очевидные успехи Японии в плане ускоренной индустриализации во второй половине XX в. дали начало цепной реакции последователей проведения структурных и институциональных преобразований с целью сокращения разрыва по отношению к уровню стран, которые идут в авангарде мирового развития.

Особенно весомых успехов в плане догоняющего развития наряду с Японией достигли так называемые «азиатские тигры». Очевиден их успех и в плане развития креативных индустрий, и в плане создания и использований информационных технологий, развития цифровой экономики. Быстрое продвижение по пути цифровизации, как правило, поддерживается созданием соответствующих институтов развития.

В Японии креативные индустрии именуются «индустриями контента» (*content industry*), это объясняется тем, что они ассоциируются с новыми технологиями. Креативный сектор в стране специализируется как на услугах креативного характера, так и на производстве креативной материальной продукции. Ведущими индустриями являются издательства, видеоигры и игровые приставки, анимэ и манга, реклама, кинопроизводство, телевидение, радиовещание, индустрия моды, театры, искусство. Как видим, многие отрасли вплотную связаны с цифровыми технологиями.

Правительство продвигается вперед в плане создания цифровой экономики. В 2000 г. была выдвинута правительственная инициатива под названием «Электронная Япония», в рамках которой был принят Закон «О создании продвинутого информационно-телекоммуникационного общества», сформулирована национальная IT-стратегия, до этого был создан Стратегический центр по продвижению продвинутого информационно-телекоммуникационного общества.

В 2016 г. правительство Японии пошло дальше: была принята концепция стратегии социально-экономического и культурного развития общества «Общество 45.0», основанная на использовании цифровых технологий во всех сферах жизни.

В Республике Корея так же, как в Японии, используется термин «индустрия контента» в применении к креативным видам деятельности. Индустриями специализации являются дизайн, ювелирное производство, медиа-продукция, музыка, исполнительское искусство, телевидение, киноиндустрия, компьютерное программирование, во многих видах деятельности велики инновационная и цифровая составляющие.

В Южной Корее в 2013 г. правительство посчитало, что страна достигла предела в рамках стратегии догоняющего развития и необходимо двигаться дальше в направлении креативной экономики, но, судя по тому, как это описывается в литературе, можно утверждать, что корейцы под созданием креативной экономики подразумевают просто следующим этап модернизации. На этом этапе делается ставка на дальнейший рост конкурентоспособности страны, для этого необходимо сочетание креативных идей, изобретательности, информационных и компьютерных технологий, которые будут стимулировать развитие новых инновационных производств.

Построение новой экономики, основанной на динамичном инновационном развитии, будет способствовать повышению конкурентоспособности отраслей и даст возможность расширить экспансию на мировые рынки товаров и услуг. Правительство Республики Корея совместно с учеными и специалистами определили наиболее перспективные и стратегически важные технологии — мобильные, Интернет вещей, большие данные и анализ данных, цифровые валюты, искусственный интеллект, машинное обучение и др. (Андрианов, 2022).

Сингапур — это самая богатая из стран «экономического чуда», по показателю среднедушевого ВВП (ППС) занимает второе место в мире после Люксембурга. В отличие от Южной Кореи, высокое технологическое развитие которой — заслуга местного бизнеса, создание фундамента успеха Сингапура в значительной степени является заслугой зарубежных транснациональных корпораций, занимающихся бизнесом на территории данного государства. Специализация креативных индустрий — это аудиовизуальные материалы, дизайн, новые медиа и издательское дело. В настоящее время страна занимает первое место и в рейтинге по уровню Индекса цифровой эволюции, характеризующего нынешнюю ситуацию в экономике по использованию цифровых технологий (табл. 2). Большие объемы инвестиций в развитие и внедрение цифровых технологий, активная политика правительства в этом вопросе позволили Сингапуру построить полноценное цифровое общество и государство за несколько лет.

Если Сингапур демонстрирует быструю динамику и результативность в плане развития цифровой экономики, то Китай отличает масштабность этого процесса. Высокое развитие креативного сектора подтверждается тем фактом, что Китай является самым крупным экспортером креативной продукции в мире, причем идет с отрывом от других стран. Страна лидирует в таких креативных индустриях, как видеоигры, архитектура, реклама, промышленный дизайн, народные ремесла, медиа, издательство, фильмы. На совре-

менном этапе цифровизация активно воздействует на становление креативных индустрий. В этом ключе созданная китайской компанией онлайн-платформа TikTok (есть отдельный китайский вариант) существенно повлияла на музыкальную индустрию во время пандемии. Переход на цифровые технологии позволил музыкантам расширить свою аудиторию и увеличить продажи музыкального контента, несмотря на закрытие концертных площадок. В глобальном масштабе уровень цифровизации страны средний, одновременно Китай является мировым лидером в некоторых ключевых цифровых отраслях (развитие трансграничной электронной коммерции), а также по объему электронных платежей (Джан & Чен, 2019). Ведущими отраслями цифровой экономики Китая являются сектор Интернета вещей, программное обеспечение и ИТ-услуги, искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления.

### *2.2. Индекс цифровой эволюции*

Развитие процессов цифровизации в странах отражается и оценивается с помощью индексов, которых разработано большое количество, что позволяет проводить исследования в глобальном масштабе. Это такие индексы, как Индекс глобальной конкурентоспособности (*GCI*), Глобальный индекс инноваций (*GII*), Индекс развития электронного правительства (*E-government Development Index*), Международный индекс развития цифровой экономики и общества (*The International Digital Economy and Society Index, I-DESI*), Международный индекс цифровой конкурентоспособности (*World Digital Competitiveness Index*) и другие. Не по все индексам проведены масштабные эмпирические исследования.

Индекс цифровой эволюции (*Digital Evolution Index*) был создан Школой права и дипломатии им. Флетчера (Университет Тафтса, США) совместно с Mastercard. Он представляет собой способ оценки трансформации экономик развитых и развивающихся стран от традиционных к цифровым. В ходе расчета анализируются ключевые факторы, определяющие переход страны к цифровой экономике: условия спроса, предложения, институциональная среда и инновации, а также отслеживается их динамика. Для оценки в общей сложности используются 83 показателя. С помощью Индекса *Digital Evolution State* оценивается текущая ситуация в стране, а Индекс *Digital Evolution Momentum* показывает скорость улучшения показателей[1].

[1] Трунова, Е. (2024). Индекс цифровой эволюции как способ измерения уровня цифровизации экономики в разных странах. Хабр: сайт. https://habr.com/ru/articles/853686/ (дата обращения:

В результате проведенных расчетов по этим двум индексам (табл. 2) по выбранным странам сочетание индексов закладывается в основу ранжирования стран, и они попадают в одну из четырех зон — страны с развитой цифровой экономикой и высокими темпами роста (*Stand Out economies*); экономики с высоким уровнем цифровых технологий, но с медленным динамикой (*Stall Out economies*); страны, находящиеся в стадии перехода на цифровые технологии, с быстрой динамикой от невысокого исходного уровня (Break Out economies); экономики с низким уровнем цифровизации и низкими темпами продвижения (*Watch Out economies*).

Согласно последнему отчету Школы им. Флетчера, за 2020 г. к группе стран *Stand Out*, добившихся наибольших успехов в плане созидания цифровой экономики, на территории Юго-Восточной Азии относятся «азиатские тигры» — Гонконг, Сингапур, Тайвань, Южная Корея, а также Малайзия, причем Сингапур занимает первое место по индексу *Digital Evolution State*, т. е. имеет самую продвинутую цифровую экономику в мире. Группа Stand Out довольно малочисленная, и указанные страны соответствуют уровню таких развитых экономик, как США, Германия. Они являются лидерами в области внедрения инноваций и цифровизации, при этом они эффективно используют существующие преимущества. Жители этих стран проявляет особую активность в Интернете. Чтобы находиться на самом высоком уровне, нужно поддерживать стабильно высокие темпы роста цифровизации, что является сложной задачей, поскольку это зависит от инноваций, которые появляются неравномерно. Кроме того, это зависит от пользователей, т. к. нужно генерировать новый спрос.

Япония относится к группе *Stall Out*, к ней же примыкает большинство развитых стран в Европе, а также Канада, Австралия. Эти страны, также как и страны группы *Stand Out*, имеют высокий уровень развития цифровых технологий. Но чтобы не уступать странам-лидерам в динамике, странам нужно перенимать опыт поддержания роста, основанного на инновациях.

К группе *Break Out* относятся Китай, Таиланд, Индонезия, Вьетнам. Эти страны идут по пути трансформации в направлении создания цифровой экономики, идут ускоренными темпами, создавая благоприятные условия для развития цифровизации, и это делает их привлекательными для новаторов и инвесторов. При этом Китай является лидером по скорости преобразований в направлении цифровизации (Индекс *Digital Evolution Momentum*). Группа *Break Out* довольно многочисленная, в нее входят в основном развиваю-

щиеся страны Азии и Африки, а также страны СНГ — Россия, Казахстан, Грузия, Азербайджан. Обычно цифровизацию тормозит относительно слабая инфраструктура и недостаточно качественные и эффективные институты. Для достижения более высоких результатов нужно уделять внимание экономической политике в данной сфере, работать над совершенствованием институтов развития и поддержания инноваций.

Группа *Watch Out* — это страны с низким уровнем цифровизации и замедленными темпами роста цифровой экономики, но это не слаборазвитые страны, среди участников есть и развитые страны, просто в этих странах цифровизация не является приоритетной задачей, к примеру Италия, Греция, Филиппины. В основном это восточноевропейские страны, страны Латинской Америки, некоторые страны Африки.

### *Заключение*

Цифровизация — это глобальный процесс, который подразумевает не только изменение формата развития разных отраслей и видов экономической деятельности в стране, но и задает новую парадигму развития государства. Более того, он меняет и принципы современного мироустройства.

Эмпирические результаты исследования стран «экономического чуда» свидетельствуют о том, что предпосылки успешного развития креативных индустрий и плодотворного продвижения по пути создания цифровой экономики в значительной степени идентичны, т. к. основаны на инновациях, использовании творческих способностей людей. Создание цифрового пространства, применение компьютерных и информационных технологии позитивно сказываются на продвижении новых культурных продуктов.

Исследование, проведенное на основе Индекса цифровой эволюции, концепция которого разработана Школой права и дипломатии им. Флетчера при Университете Тафтса, США, свидетельствует о том, что разные страны следуют разным моделям становления цифровой экономик. Переход из одной зоны в другую в значительной степени зависит от политики правительства и создания благоприятной институциональной среды.

### *Список источников*

Андрианов, В. Д. (2022). Креативная стратегия и цифровая трансформация как новые этапы инновационного развития южнокорейской экономики.

*Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. Ежегодник, 5*(1). Москва: ИНИОН РАН, 766–777.

Chakravorti, B., Chaturvedi, R. Sh., Filipovic, C., Brewer, G. (2020). Digital in the time of covid. *The Fletcher School at Tufts University.* December, 79.

Грицких, Н. В., Кононова, О. Н., Рыбак, Н. С. (2022). Развитие креативных индустрий в условиях цифровизации. *Социология, 6,* 39–47.

Губайдуллина, Ф. С. (2023). Креативная экономика в новых индустриальных странах. В: *Материалы международной конференции «Весенние дни науки ИнЭУ» (апрель, 2023 г.)* (с. 1492–1496). Екатеринбург: УрФУ, 1499.

Джан, Л., Чен, С. (2019). Цифровая экономика Китая: возможности и риски. *Вестник международных организаций, 14* (2), 275–303.

Ишонова, С. Р. (2019). Трансформация индустриального общества к информационному обществу. *Science and world, 5* (69), Vol. III, 14–16.

The Creative Economy Report. (2010). *Creative Economy — A Feasible Development Option*. NY: UNCTAD.

Creative economy outlook (2022). *The International Year of Creative Economy for Sustainable Development. Pathway to resilient creative industries.* NY, UNCTAD.

Ткаченко, И. Н., Стариков, Е. Н. (2020). Цифровая экономика: основные тренды и задачи развития. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Экономика, 20*(3). https://doi.orq/10.18500/1994-2540-2020-20-3-244-255

## *References*

Andrianov V.D., (2022) Creative strategy and digital transformation as new stages of innovative development of the South Korean economy // *Russia: trends and prospects of development*

Bhaskar Chakravorti, Ravi Shankar Chaturvedi, Christina Filipovic, and Griffin Brewer: Digital in the time of covid // *The Fletcher School at Tufts University.* December 2020.

Creative economy outlook (2022). The International Year of Creative Economy for Sustainable Development. *Pathway to resilient creative industries* — NY, UNCTAD

The Creative Economy Report. (2010): Creative Economy — A Feasible Development Option. NY: UNCTAD

Gritskikh N. V., Kononova O. N., Rybak N. S. (2022) The development of creative industries in the context of digitalization // *Sociology, 6*

Gubaidullina F. S. Creative economy in new industrial countries // *Proceedings of the international conference «Spring Days of Science InEU»* (April, 2023), Yekaterinburg: UrFU.

Ishonova S.R. (2020) Transformation of industrial society to information society // *Science and world. 2019. No. 5* (69). Vol. III.

Jan L., Chen S. (2019) China's Digital Economy: opportunities and risks // *Bulletin of International Organizations. Vol. 14. No. 2.*

Tkachenko I. N., Starikov E. N. (2020) Digital economy: main trends and development tasks // *Proceedings of the Saratov University. A new series. The Economics series. T 20, issue 3.*

**Губайдуллина Фарида Сабировна** — доктор экономических наук, профессор, доцент, Институт экономики и управления, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина; https://orcid.org/0000-0003-0113-744X (Российская Федерация, 620062, г. Екатеринбург, Мира, 19; e-mail: farida-g@mail.ru).

**Farida S. Gubaydullina** — Doctor of Economics, Professor, Associate Professor, Institute of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin; https://orcid.org/0000-0003-0113-744X (Russian Federation, 620062, Yekaterinburg, Mira, 19; e-mail: farida-g@mail.ru).

**УДК 004.8 (374.1)**
**JEL classification: I22, O31, G20**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-4**

# Применение технологий искусственного интеллекта для обучения финансовой грамотности[1]

*В. Ф. Гумеров*

Московский физико-технический институт (г. Долгопрудный, Россия).
https://orcid.org/0009-0008-1162-0594

Автор для корреспонденции: В. Ф. Гумеров (gumervil@gmail.com).

**Аннотация.** *В статье рассматривается возможность применения технологий искусственного интеллекта для обучения финансовой грамотности населения Российской Федерации. Цель исследования заключается в оценке актуальности применения финансовых приложений. Особое внимание уделено анализу текущего состояния уровня развития финансовой грамотности, а также выявлению ключевых проблем и возможностей для ее дальнейшего улучшения. В работе представлен обзор актуальных источников информации и точек зрений авторитетных экспертов, которые позволяют составить объективную картину положения финансовой грамотности в России. Исследуется влияние технологий искусственного интеллекта на формирование финансового поведения граждан. Также обсуждаются функциональные возможности и особенности финансовых приложений, учитывающих уровень знаний и потребности различных групп пользователей. Таким образом, данное исследование подтверждает необходимость улучшения финансовой грамотности населения посредством применения технологий искусственного интеллекта с целью повышения уровня жизни и укрепления экономической стабильности Российской Федерации.*

**Ключевые слова:** финансовая грамотность; искусственный интеллект; образование населения

[1] © Гумеров В. Ф. Текст. 2024.

# The use of artificial intelligence technologies to teach financial literacy

*V. Gumerov*

Moscow Institute of Physics and Technology (Dolgoprudny, Russian Federation).
https://orcid.org/0009-0008-1162-0594

Corresponding author: V. Gumerov (gumervil@gmail.com).

**Abstract.** *This research paper examines the possibility of using artificial intelligence technologies to teach financial literacy to the population of the Russian Federation. The purpose of the study is to assess the relevance of the application of financial applications. Special attention is paid to the analysis of the current state of the level of development of financial literacy, as well as the identification of key problems and opportunities for its further improvement. The paper presents an overview of current sources of information and points of view of reputable experts, which allow us to create an objective picture of the financial literacy situation in Russia. The influence of artificial intelligence technologies on the formation of financial behavior of citizens is being investigated. The functionality and features of financial applications that take into account the level of knowledge and needs of different user groups are also discussed. Thus, this study confirms the need to improve the financial literacy of the population.*

**Keywords:** financial literacy; artificial intelligence; public education

## *Введение*

В современной глобальной экономике финансовая грамотность играет центральную роль в расширении прав и возможностей человека, экономическом росте и финансовой стабильности. По мере того как страны ориентируются в сложностях финансовых рынков и экономических систем, способность их граждан принимать обоснованные финансовые решения становится все более важной.

В Российской Федерации повышение финансовой грамотности стало приоритетом для политиков, педагогов и финансовых институтов. Современная экономическая ситуация в России сопряжена с огромным количеством проблем, которые имеют как социально-экономическую, так и технологическую природу. Различные факторы, включая социально-экономическую динамику, образовательную политику и культурное отношение к управлению деньгами, формируют ландшафт финансовой грамотности в России.

Это подчеркивает необходимость повышения финансовой грамотности населения. Понимание тонкостей финансового рынка, осознание ценности денег и развитие навыков составления личного бюджета и сбережений — ключевые компетенции, которые имеют решающее значение для повышения качества жизни людей. Стоит

отметить, что от уровня финансовой грамотности зависит не только благосостояние граждан, но и устойчивое развитие экономики[1].

За прошедшие годы были предприняты значительные усилия по повышению уровня финансовой грамотности населения России, однако проблемы остаются, а новые тенденции, в т. ч. развитие цифровых технологий искусственного интеллекта, развиваются.

Цель исследования заключается в оценке возможностей применения технологий искусственного интеллекта для повышения финансовой грамотности населения Российской Федерации. Речь идет о предоставлении людям возможности принимать обоснованные финансовые решения, которые улучшают их благосостояние и способствуют экономическому росту[2].

Исследование направлено на выявление ключевых проблем развития финансовой грамотности населения, а также предложение практических рекомендаций по их решению.

## *Основная часть*

### *2.1. Проблемы развития финансовой грамотности в Российской Федерации*

На сегодняшний день индекс финансовой грамотности россиян демонстрирует определенные позитивные изменения. По данным аналитического центра НАФИ[3], в 2024 г. 70 % граждан России показывают средний или высокий уровень финансовой грамотности, в то время как 30 % населения продолжают находиться на низком уровне. Важно отметить, что по сравнению с 2022 г. увеличилась доля людей, ориентированных на сберегательное поведение: в 2024 г. таких россиян стало 33 %, что на 4 процентных пункта выше, чем два года назад, когда этот показатель составлял 29 %.

Молодежь, как оказывается, проявляет особую активность и интерес в области финансовой грамотности, что является знаковым для будущего. Подрастающее поколение более осведомлено о своих финансовых обязанностях, в частности о необходимости возвращать кредиты. Это указывает на рост ответственности и понимания

---

[1] Индекс финансовой грамотности россиян — 2024. (2024, 30 марта). https://nafi.ru/analytics/indeks-finansovoy-gramotnosti-rossiyan-2024/#:~:text=On%20year%20day%2070%25%20rosians,%25%20–%20in%202022%20лет (дата обращения: 07.10.2024).

[2] Там же.

[3] Индекс финансовой грамотности россиян — 2024. (2024, 30 марта). https://nafi.ru/analytics/indeks-finansovoy-gramotnosti-rossiyan-2024/#:~:text=On%20year%20day%2070%25%20rosians,%25%20–%20in%202022%20лет (дата обращения: 07.10.2024).

важности финансового планирования. Отрадно видеть, что молодые люди активно учатся не только управлять своими деньгами, но и осознают последствия своих финансовых решений (Ashurova & Saidmuradov, 2024).

Однако, несмотря на общий рост уровня финансовой грамотности, остаются актуальными некоторые проблемные аспекты. Одной из наиболее значимых проблем является неспособность значительной части населения планировать свой бюджет. Согласно данным, почти половина россиян (45 %) в течение последнего года не смогли скорректировать свои расходы таким образом, чтобы уложиться в рамки семейного бюджета. В результате таких неудачных попыток планирования многие семьи столкнулись с превышением расходов над доходами, что приводило к необходимости поиска дополнительных средств. При этом только треть россиян смогли правильно оценить ситуацию и предпринять рациональные меры для стабилизации своих финансов. Некоторые сократили расходы (33 %), другие нашли подработку (24 %), использовали сбережения (13 %) или продали часть имущества (10 %). Однако значительная часть россиян предпочла обратиться за помощью к друзьям и родственникам (38 %), что не считается признаком финансовой грамотности. Такой подход не решает проблему системного характера, а только смещает финансовую нагрузку, зачастую создавая дополнительные обязательства перед близкими.

Доля россиян, способных правильно рассчитать проценты по вкладу, уменьшилась с 48 % в 2022 г. до 46 % в 2024 г. Это указывает на снижение навыков в области финансовой арифметики, что обуславливает необходимость усиления образовательных программ, направленных на практическое освоение финансовых навыков, особенно в контексте расчетов и управления сбережениями.

Отсутствие финансовой «подушки безопасности» у большинства россиян также является тревожным симптомом. У 39 % граждан отсутствуют или являются минимальными сбережения, что ставит их в уязвимое положение при возникновении неожиданных финансовых трудностей. Впрочем, важно отметить, что 71 % россиян в течение последнего года пытались сберечь деньги, что свидетельствует о стремлении к улучшению своей финансовой ситуации.

Тем не менее этот показатель подчеркивает лишь попытки накоплений, которые зачастую не переходят в реальную финансовую стабильность. Показатель количества людей, пополнявших свои банковские счета, остался на прежнем уровне (27 % в 2022 г. и 2024 г.), но при этом снизилось число тех, кто предпочитал хра-

нить деньги наличными дома (с 37 % до 30 %). Это свидетельствует о том, что россияне все чаще обращаются к банковским продуктам для сохранения своих средств, однако уровень доверия к финансовой системе остается ограниченным.

Интерес к инвестиционным продуктам за последние годы также вырос, что можно считать положительным сдвигом. Так, доля россиян, приобретавших инвестиционные финансовые инструменты, увеличилась с 5 % в 2022 г. до 10 % в 2024 г. Этот рост указывает на интерес к диверсификации сбережений, особенно в условиях инфляции и волатильности рубля. Однако он также поднимает вопрос об уровне знаний и навыков, необходимых для эффективного использования таких инструментов, поскольку недостаточная компетенция в инвестиционной сфере может привести к ошибкам и потерям[1].

Кибербезопасность стала еще одной серьезной проблемой, с которой сталкиваются россияне в контексте финансовой грамотности. В первом квартале 2024 г. зафиксировано увеличение числа мошеннических операций почти на 17 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года[2]. Этот рост связан с активностью киберпреступников, которые используют различные схемы, чтобы завладеть данными или средствами граждан. Технологическая неграмотность многих россиян, отсутствие навыков распознавания мошеннических схем и недостаточные меры предосторожности при использовании онлайн-банкинга создают благоприятные условия для деятельности злоумышленников. Опросы показывают, что значительное число россиян сталкиваются с попытками мошенничества, но не всегда способны своевременно реагировать на угрозы. Эта проблема имеет и обратную сторону: из-за страха перед киберугрозами некоторые россияне предпочитают хранить деньги в наличной форме, что лишает их возможности воспользоваться преимуществами современных финансовых продуктов (Kasevich, 2021).

Не менее важным вопросом остается доступность качественной информации по финансовым продуктам и услугам, особенно в контексте стремительного развития цифровых финансовых техноло-

[1] Аналитический центр НАФИ. (2024). Опубликованы результаты ежегодного всероссийского социологического мониторинга «Финансовая грамотность россиян — 2024». https://nafi.ru/upload/iblock/9bd/9bd4081a5c55f503ab6610296892ed2a.pdf (дата обращения: 07.10.2024).

[2] Ведомости. (2024, 24 июля). Количество кибератак на российские компании в первом полугодии выросло на 10 %. https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2024/07/24/1 (дата обращения: 24.07.2024).

гий. Распространение дезинформации и недостаток проверенных источников знаний приводят к тому, что граждане нередко оказываются дезориентированы в финансовом пространстве. В условиях растущего числа приложений для инвестиций, онлайн-кошельков и платформ по управлению личными финансами, недостаток базовых знаний о том, как пользоваться этими сервисами безопасно, может стать причиной серьезных финансовых потерь. Таким образом, необходимость в укреплении кибербезопасности и цифровой финансовой грамотности становится все более актуальной.

Совокупность этих проблем подчеркивает важность продолжения работы по повышению финансовой грамотности населения в России. Только комплексный подход, включающий развитие знаний о личных финансах, практических навыков и осознание рисков в цифровом пространстве, может способствовать достижению устойчивого финансового благополучия граждан.

### *2.2. Финансовые приложения как инструмент повышения финансовой грамотности*

С одновременным развитием цифровых технологий искусственного интеллекта и увеличением популярности мобильных приложений, разработка финансовых приложений приобретает все большую актуальность. Пользователи стремятся не только к повышению финансовой грамотности, но и к удобству и расширению возможностей управления своими финансами, что обеспечивает высокий спрос на качественные и функциональные приложения.

Одним из главных изменений, которые вносят цифровые финансы, является автоматизация и оптимизация процессов. Технологии искусственного интеллекта позволяют автоматизировать многие финансовые операции, упрощая их выполнение и устраняя необходимость вручную обрабатывать и анализировать большие объемы данных (Bekbergeneva, 2020).

Технологии автоматизации и аналитики помогут упростить и оптимизировать процессы финансового анализа, бюджетирования, планирования и прогнозирования. Это позволяет предсказывать и оптимизировать финансовые результаты, а также обнаруживать потенциальные финансовые риски.

Еще одним важным аспектом цифровых финансов являются мобильные приложения и электронные кошельки. Они предлагают удобный и безопасный способ управления личными финансами. Приложения позволяют выполнять финансовые операции, отслеживать траты, получать уведомления о платежах и даже инвести-

ровать. Это дает возможность инвесторам получать более точные и быстрые рекомендации по инвестициям, а также управлять своими портфелями в режиме реального времени (Alekseeva & Selina, 2024).

Все эти инструменты, работающие на основе алгоритмов искусственного интеллекта, обеспечивают удобство, доступность и скорость в осуществлении финансового планирования, что делает их особенно привлекательными для потребителей[1].

Финансовые приложения, разработанные на базе искусственного интеллекта, включают в себя различные функции: от простого учета расходов управления инвестиционными активами. Таким образом, функционал приложений доступен как новичку, так и эксперту в области финансовой грамотности[2].

Кроме того, мобильность приложений позволяет планировать финансы буквально «на ходу», без необходимости иметь при себе блокнот, ручку и калькулятор. Что экономит самый ценный ресурс — время. Выработанная привычка фиксирования своих расходов и доходов приведет к пониманию основы финансового планирования: превышение доходов над расходами. И только после этого можно переходить к этапу прогнозирования своих финансовых потоков, а затем — инвестиционных.

Рассмотрим примеры успешных программных решений на рынке, которые уже успели завоевать авторитет у пользователей, стремящихся быть не просто грамотными людьми, а финансово грамотными:

— Money Manager, доступный как на Android, так и на iOS (позволяет вести оперативный учет доходов и расходов)[3];

— Finance Tracker, доступный как на веб-сайте, так и на Android (позволяет проводить анализ финансовых потоков)[4];

— InvestAp, доступный как на веб-сайте, так и на iOS (предоставляет возможность управления инвестициями)[5];

---

[1] Абдрахманова, Г. И., Васильковский, С. А., Вишневский, К. О., Гершман, М. А., Гохберг, Л. М., Рудник, П. Б. (2022). Цифровая трансформация: ожидания и реальность: докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г. Москва: Изд-во Дом Высшей школы, 221.

[2] Apptask. (2024). Разработка финансовых приложений. https://apptask.ru/blog/razrabotka-finansovyx-prilozenii (дата обращения: 24.07.2024).

[3] Realbyte Apps. (2024). Управление расходами и бюджетом. https://realbyteapps.com/ (дата обращения: 13.10.2024).

[4] Notion Ultimate. (2024). Финансовый трекер. https://notionscreate.vercel.app/ (дата обращения: 13.10.2024).

[5] InvestAp. (2024). https://investap.ru/ (дата обращения: 13.10.2024).

— Monefy, доступный как на Android, так и на iOS (предоставляет возможность планирования не только личного бюджета, но и бюджета семьи)[1];

— КриптоКошелек, доступный как на веб-сайте, так и на Android или iOS (позволяет управлять криптовалютами[2];

— Budget 101, доступный как на веб-сайте, так и на Android (позволяет пройти обучение по финансовой грамотности)[3].

Разное функциональное наполнение данных приложений подтверждает их доступность для любой категории пользователей, но все они связаны одной общей целью — повышение грамотности населения: будь то планирование семейного бюджета или направление инвестиционных потоков.

Но вне зависимости от того, какое приложение будет выбрано пользователем, важно учитывать не только доступность платформы разработки для скачивания, но и его безопасность. Рост цифровизации финансовых услуг требует внимательного отношения и контроля за верным пониманием населения принципов управления своими деньгами в онлайн-среде.

Киберпреступники постоянно совершенствуют свои методы и используют новейшие технологии, чтобы получить несанкционированный доступ к финансовой информации и средствам клиентов. Фальшивые сайты, рассылка спама, фишинговые атаки — все это может позволить злоумышленникам получить доступ к финансовой информации и средствам клиентов. Такие атаки не только могут привести к прямым финансовым потерям, но также наносят серьезный урон репутации организаций и доверию клиентов (Ivanova & Levchenko, 2021).

Другим риском является возможность неправомерного использования данных клиентов. Цифровые финансовые технологии собирают и обрабатывают большое количество информации о клиентах, включая личные и финансовые данные. В случае утечки или неправомерного использования этих данных возникает угроза финансового мошенничества и кражи личности. В случае возникновения таких проблем пользователи могут потерять свои деньги или личную информацию. Поэтому важно использовать только надеж-

[1] Monefy (2024). https://monefy.me/ (дата обращения: 13.10.2024).

[2] TrustWallet. (2024). Доверительный кошелек. https://trustwallet.com/ru/download (дата обращения: 13.10.2024).

[3] Devpost. (2024). Бюджет 101. https://devpost.com/software/budget101 (дата обращения: 13.10.2024).

ные и проверенные платформы, а также обеспечивать защиту своих данных (Alekseeva & Selina, 2024).

Исследование, проведенное АЦ НАФИ в 2022 г., показывает, что взрослое население России в целом демонстрирует правильное поведение при взаимодействии с финансовыми продуктами в Интернете, однако в сознании граждан недостаточно сформирован ряд важных базовых правил безопасности[1].

Для защиты пользовательских данных разработчики применяют современные методы шифрования. Аналитика данных и алгоритмическое моделирование помогают идентифицировать потенциальные риски и предотвращать финансовые преступления (Alekseeva & Selina, 2024). Задача пользователей — лишь следовать рекомендациям по безопасности. Использование двухфакторной аутентификации, регулярные обновления и мониторинг уязвимостей помогут обеспечить высокий уровень безопасности данных. Ведь важно уметь не только планировать свои финансы, но и сохранять их для того, чтобы преумножать.

### *Заключение*

В заключение следует отметить, что анализ тенденций развития финансовой грамотности в Российской Федерации позволяет выявить как успехи, так и остающиеся актуальными проблемы в этой важнейшей области.

Первое, что следует отметить, это значительный прогресс в повышении финансовой грамотности населения России за последние годы. Уровень осведомленности граждан о финансовых продуктах, таких как кредиты, сбережения и инвестиции, растет, и это можно считать положительным изменением. Особенно важно подчеркнуть улучшение знаний у молодежи, которая активно вовлекается в программы по финансовому образованию. Именно молодежь показывает более осознанный подход к планированию личных финансов и сбережений, что вселяет надежду на устойчивое финансовое будущее.

Однако, несмотря на достигнутый прогресс, остаются актуальными некоторые проблемные аспекты. Например, по-прежнему существует значительная часть населения, которая не имеет достаточных знаний для грамотного планирования своего бюджета.

[1] Президентские гранты Российской Федерации. (2024). https://президентскиегранты.рф/public/application/item?id=fdca9e25-9863-4d98-bbbf-f111e0582e22 (дата обращения: 13.10.2024).

Многие люди сталкиваются с трудностями при попытках накопления и управления своими средствами.

Третье, что важно учитывать, — это тенденции, связанные с цифровизацией финансовых услуг. Хотя показатели финансовой грамотности в России демонстрируют положительную динамику, современные технологии и цифровизация экономики создают новые вызовы и необходимость в дальнейшем улучшении этой сферы. Использование новых технологий, таких как искусственный интеллект, открывает новые горизонты для создания инновационных решений в этой области. Например, применение ИИ может помочь в анализе финансовых данных, прогнозировании инвестиций и автоматизации финансового планирования. В современном мире цифровых технологий финансовые приложения становятся неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Они помогают людям управлять личными финансами, инвестировать, проводить платежи, контролировать бюджеты и многое другое. Освоение новых видов финансовых операций, таких как использование цифровых валют, управление инвестициями через мобильные приложения и онлайн-платформы, становится важной составляющей финансовой грамотности.

Однако распространение цифровых технологий и онлайн-банкинга создает не только возможности, но и риски. Киберпреступления и финансовые мошенничества становятся реальной угрозой для населения, особенно для тех, кто не обладает достаточными навыками в области кибербезопасности.

Таким образом, можно сделать вывод, что финансовая грамотность в России демонстрирует положительную динамику, однако требуется дальнейшая работа по ее улучшению. Россия может проложить путь к повышению финансового благополучия и экономической стабильности, развивая культуру финансовой ответственности и прививая людям базовые финансовые навыки (Suslyakova, 2021).

При этом важно учитывать как традиционные аспекты финансового образования, так и новые вызовы, которые связаны с цифровизацией экономики и развитием онлайн-финансов. Адаптация к новым экономическим реалиям требует более высокого уровня финансовой осведомленности и подготовки. Однако следует помнить, что в условиях активного развития IT-инфраструктуры и распространения онлайн-финансовых услуг население сталкивается с рисками кибермошенничества, требующими более глубокого понимания мер безопасности. Совместные усилия государства, образовательных учреждений и частных компаний по разработке

и внедрению инновационных финансовых приложений приведут к созданию более устойчивого к киберугрозам и финансово грамотного общества. Ведь многогранный характер финансового образования требует постоянного сотрудничества и инноваций для удовлетворения меняющихся потребностей людей и сообществ (Anokhina, 2019).

Такие банки, страховые и инвестиционные компании, как Сбербанк, Банк ПСБ, Дом.рф и другие (Eremina & Timakova, 2022), уже активно участвуют в разработке и поддержке просветительских проектов, способствующих формированию у населения навыков ответственного финансового поведения. Важную роль в распространении финансовых знаний играют и официальные порталы, созданные Центральным Банком Российской Федерации и Министерством финансов Российской Федерации. Среди них — портал «Финансовая культура»[1] и портал «Мои финансы»[2], которые стали ключевыми платформами для повышения финансовой осведомленности населения.

### *Список источников*

Абдрахманова, Г. И., Васильковский, С. А., Вишневский, К. О., Гершман, М. А., Гохберг, Л. М., Рудник, П. Б. (2022). *Цифровая трансформация: ожидания и реальность: докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г.* Москва: Изд-во Дом Высшей школы, 221.

Алексеева, Д. И., Селина, О. В. (2024). Цифровые финансы: как технологии меняют финансовый сектор и методы управления финансами. *Научный вестник, 10* (79), 22–29. https://www.вестник-науки.рф/article/17553 (дата обращения: 13.10.2024).

Анохина, С. А. (2019). Современные тенденции развития финансовой грамотности населения Российской Федерации. *Аллея науки, 5* (1), 99–102.

Ашурова, О., Саидмурадов, Ф. (2024). Финансовая грамотность населения: содержание, значение и основные направления. *Нашрлар,* 305–307.

Бекбергенева, Д. Е. (2020). Ключевые направления развития индустрии 4.0 в современных условиях цифровизации экономики. *Экономические науки, 4* (185), 61–65. https://doi.org/10.14451/1.185.61

Галанов, В. А., Галанова, А. В. (2020). Финансовая грамотность, финансовая вера и финансовое мошенничество. *Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова, 17* (3(111)), 157–165.

[1] Правительство Российской Федерации. (2024). Стратегия повышения финансовой грамотности и формирования финансовой культуры до 2030 года. https://government.ru/dep_news/49904/

[2] Портал финансовой культуры. (2024). https://fincult.info

Еремина, О. И., Тимакова, Л. С. (2022). Участие коммерческих банков в повышении финансовой грамотности населения. *Огаревские чтения,* 774–781.

Иванова, Н. И., Левченко, Л. В. (2021). «Зеленая» экономика: сущность, принципы и перспективы. *Вестник ОмГУ. Серия: Экономика, 2.* https://cyberleninka.ru/article/n/zelenaya-ekonomika-suschnost-printsipy-iperspektivy (дата обращения: 16.03.2023).

Касевич, О. А. (2021). Совершенствование системы кибербезопасности в условиях цифровой трансформации. *Вестник Российской экономической ассоциации, 12.*

Суслякова, О. Н. (2021). Всероссийский чемпионат по финансовой грамотности как одно из самых масштабных мероприятий в рамках реализации стратегии повышения финансовой грамотности в Российской Федерации. *Калужский экономический вестник, 1,* 68–70.

## *References*

Abdrakhmanova, G. I., Vasilkovsky, S. A., Vishnevsky, K. O., Gershman, M. A., & Gokhberg, L. M., et al. (2022). Digital Transformation: Expectations and Reality. Paper presented at the *XXIII Yasinskaya (April) International Scientific Conference on problems of development of economy and society, Moscow, Russia.* Moscow: Higher School of Economics.

Alekseeva, D. I., & Selina, O. V. (2024). Digital finance: how technologies change the financial sector and financial management methods. *Bulletin of Science, 10*(79), 22-29. ISSN 2712-8849. Retrieved from https://www.вестник-науки.RF/article/17553

Anokhina, S. A. (2019). Modern trends in the development of financial literacy of the population of the Russian Federation. *Alley of Science, 5*(1), 99-102.

Ashurova, O., & Saidmuradov, F. (2024). Financial literacy of the population: content, meaning and main directions. *Nashrlar*, 305-307.

Bekbergeneva, D. E. (2020). Key directions of industry 4.0 development in modern conditions of economy digitalization. *Economic Sciences, 4*(185), 61-65. https://doi.org/10.14451/1.185.61

Eremina, O. I., & Timakova, L. S. (2022). Participation of commercial banks in improving financial literacy of the population. *L Ogarevskie readings*, 774-781.

Galanov, V. A., & Galanova, A. V. (2020). Financial literacy, financial faith and financial fraud. *Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics, 17*(3), 157-165.

Ivanova, N. I., & Levchenko, L. V. (2021). Green economy: essence, principles and prospects. *Vestnik OmSU. Series: Economics, 2*. Retrieved from https://cyberleninka.ru/article/n/zelenaya-ekonomika-suschnost-printsipy-i-perspektivy

Kasevich, O. A. (2021). Improvement of the cybersecurity system in the context of digital transformation.

Suslyakova, O. N. (2021). The All-Russian Financial Literacy Championship as one of the most ambitious events within the framework of the implementation of the

strategy for improving financial literacy in the Russian Federation. *Kaluga Economic Bulletin, 1*, 68-70.

**Гумеров Виль Фанильевич** — студент, Московский физико-технический институт; https://orcid.org/0009-0008-1162-0594 (141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., д. 9, Российская Федерация, e-mail: gumervil@gmail.com).

**Vil F. Gumerov** — student, Moscow Institute of Physics and Technology; https://orcid.org/0009-0008-1162-0594 (9, Institutsky lane, 141701 Dolgoprudny, Moscow region, Russian Federation, e-mail: gumervil@gmail.com).

**УДК 338.3**
**JEL classification: L65, O14, O33**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-5**

# ИИ в фармацевтической промышленности как инструмент обеспечения технологического лидерства[1]

*В. В. Доржиева*

Институт экономики РАН (г. Москва, Россия).
https://orcid.org/0000-0002-9789-0024

Автор для корреспонденции: В. В. Доржиева (vvdorzhieva@inecon.ru).

**Аннотация.** *В статье рассматриваются тенденции и перспективы применения искусственного интеллекта (ИИ) в фармацевтической промышленности. ИИ как прорывная технология Индустрии 4.0 признана катализатором индустриального прорыва во всем мире. Этому способствовали постоянные исследования и технологические решения, инициированные ИТ-компаниями, а также заинтересованность крупных фармацевтических компаний (Big Pharma), активно инвестирующих в ИИ-проекты и внедряющие их в процессы производства фармацевтической продукции. Цель исследования — охарактеризовать процессы использования ИИ в современной фармацевтической промышленности и определить лидеров в этой области. Для выполнения сравнительного анализа ключевых показателей, позволяющего выявить лидеров по созданию, развитию и использованию ИИ в фармацевтической сфере, были использованы данные статистики российских и зарубежных аналитических агентств.*

**Ключевые слова:** фармацевтическая промышленность; искусственный интеллект; фармацевтическая продукция; Big Pharma

[1] © Доржиева В. В. Текст. 2024.

# AI in the Pharmaceutical Industry as a Tool for Ensuring Technological Leadership

*V. Dorzhieva*

Institute of Economics, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia Russia).
https://orcid.org/0000-0002-9789-0024

Corresponding author: V. V. Dorzhieva (vvdorzhieva@inecon.ru).

**Abstract.** *The article discusses the trends and prospects for the application of artificial intelligence (AI) in the pharmaceutical industry. AI as a breakthrough technology of Industry 4.0 is recognized as a catalyst for industrial breakthrough worldwide. This was facilitated by ongoing research and technological solutions initiated by IT companies, as well as the interest of large pharmaceutical companies (Big Pharma), actively investing in AI projects and implementing them in the processes of pharmaceutical production. The purpose of the study is to characterize the processes of using AI in the modern pharmaceutical industry and to identify the leaders in this field. To perform a comparative analysis of key indicators, allowing to identify the leaders in the creation, development and use of AI in the pharmaceutical sphere, statistical data from Russian and foreign analytical agencies were used.*

**Keywords:** pharmaceutical industry; artificial intelligence; pharmaceutical products; Big Pharma

## *Введение*

В последние годы активное освоение технологии искусственного интеллекта (ИИ), благодаря которому во многие производственные процессы активно внедряются автоматизированные системы и решения, стало основной глобальной тенденцией. ИИ становится неотъемлемой частью многих отраслей реального сектора экономики, и фармацевтическая промышленность не является исключением. ИИ обещает революционизировать процессы разработки и производства лекарств, улучшить их качество и безопасность, оптимизировать цепочки поставок и повысить эффективность работы (Krishnababu et al., 2023). В 2023 г. объем рынка ИИ в фармацевтике, согласно данным Mordor Intelligence Private Limited, оценивался в 2,14 млрд долл. и к 2029 г., как ожидается, достигнет 18,06 млрд долл.[1]

ИИ представляет большой интерес для исследователей и практиков как средство достижения необходимого прогресса в фармацев-

[1] Искусственный интеллект в фармацевтической промышленности - Анализ размера и доли – Тенденции роста и прогнозы (2024–2029). Mordor Intelligence Private Limited. 2024. https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/artificial-intelligence-in-pharmaceutical-market (дата обращения:

тической промышленности. Например, оценка перспектив и стратегий использования ИИ в фармацевтической промышленности представлена в работе (Prakash et al., 2020; Kulkov, 2021; Muhammad et al., 2022). Исследователи полагают, что использование алгоритмов Big Data и ИИ, являющихся следующим шагом в развитии фармацевтической промышленности, могут способствовать в управлении цепочками поставок, позволяя фармацевтическим компаниям значительно сокращать расходы за счет их оптимизации (Sharma et al., 2022; Sonawane & Gaikwad, 2022).

В качестве ключевых аспектов, которые подчеркивают важность ИИ в управлении цепочками поставок, можно отметить следующие:

— оптимизация логистики: ИИ может анализировать данные о потребностях в лекарствах, прогнозировать спрос и оптимизировать маршруты доставки. Это позволяет сократить время и затраты на транспортировку, минимизируя задержки и потери;

— управление запасами: алгоритмы ИИ могут предсказывать изменения в спросе и предложении, что помогает фармацевтическим компаниям поддерживать оптимальные уровни запасов. Это снижает риск дефицита и избытка продукции, уменьшая затраты на хранение;

— контроль качества: ИИ может использоваться для мониторинга и анализа данных о качестве продукции на всех этапах производства и доставки. Это позволяет своевременно выявлять и устранять проблемы, предотвращая выпуск некачественных препаратов;

— персонализация лечения: ИИ может помочь в разработке персонализированных лекарственных препаратов, учитывая индивидуальные особенности пациентов. Это повышает эффективность лечения и снижает вероятность побочных эффектов.

В большинстве случаев существующие медицинские и экспертно-аналитические исследования заявляют о сокращении затрат и времени на разработку лекарств, улучшении качества и эффективности препаратов при лечении пациентов как о главном преимуществе ИИ в фармацевтической промышленности (Debleena et al., 2021; Vora et al., 2023; Адылова, 2023). Эти преимущества делают ИИ ключевым инструментом в современной фармацевтической промышленности, способствуя улучшению здоровья пациентов и повышению эффективности производства.

В качестве ключевых аспектов, которые подчеркивают эти преимущества, можно выделить следующие:

— сокращение затрат и времени на разработку: ИИ может анализировать большие объемы данных быстрее и эффективнее, что

позволяет ускорить процесс разработки новых лекарств; автоматизация рутинных задач снижает затраты на рабочую силу и уменьшает вероятность ошибок;

— улучшение качества препаратов: ИИ может помочь в выявлении потенциальных побочных эффектов и улучшении безопасности препаратов; автоматизированные системы контроля качества могут повысить точность и надежность производства;

— повышение эффективности лечения: ИИ может помочь в персонализации лечения, учитывая индивидуальные особенности пациентов; автоматизированные системы диагностики могут повысить точность и скорость постановки диагноза.

### *Основная часть*

Традиционно вывод нового препарата на рынок обходится почти в 3 млрд долл., и около 90 % экспериментальных лекарств терпят неудачу. Поэтому технология, ускоряющая процесс, может стать крупным источником прибыли. Определение трехмерной структуры белка теперь занимает секунды с помощью AlphaFold[1]. Кроме этого, как отмечают исследователи, ИИ позволяет обрабатывать медицинские данные, собранные в фармацевтической промышленности за десятилетия, в режиме реального времени и выбирать лучших кандидатов для клинических испытаний (Kulkov, 2021). На основе передовых алгоритмов машинного и глубокого обучения, которые являются основой ИИ, обеспечивается более качественная обработка большего объема цифровых данных, формируемых из носимых пациентами датчиков, электронных медицинских записей, а также клинических и генетических исследований. Эти данные используются фармацевтическими компаниями для обмена информацией между пациентом, врачом, поставщиком и страховой компанией с целью улучшения качества и эффективности препарата.

Как показывают исследования зарубежных и российских экспертов, применение в фармацевтической промышленности ИИ:

— ускоряет исследовательские процессы, повышает точность и общую эффективность, что приводит к разработке более быстрых и эффективных методов лечения и открытию новых препаратов. ИИ совершает революцию в разработке лекарств, быстро обрабатывая большие объемы данных, оптимизируя клинические испытания,

[1] Kanoko Matsuyama. AI Drug Discovery Is a $50 Billion Opportunity for Big Pharma. Bloomberg. 2023. https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-05-09/pharmaceutical-companies-embrace-ai-to-develop-new-drugs (дата обращения:

тестирование фармацевтических лекарственных форм и обеспечивая индивидуальный подход к лечению пациентов, тем самым повышая качество, безопасность и вероятность успешного одобрения лекарств. Как отмечают эксперты Университета Иннополиса[1], наибольшее количество разработок лекарств с применением ИИ происходит в США, Китае и Индии. Основными направлениями являются разработка лекарств для лечения онкологических, неврологических и инфекционных заболеваний;

— способствует снижению затрат на разработку за счет оптимизации процессов исследований и разработок (Lalitkumar et al., 2023). Аналитики Morgan Stanley Research подсчитали, что «снижение затрат на доклиническую разработку на 20–40 % в некоторых биотехнологических компаниях США может обеспечить экономию средств, необходимую для финансирования успешной разработки от четырех до восьми новых молекул»[2];

— способствует снижению затрат на производство и повышению его эффективности. Например, ИИ, используемый в различных роботизированных автоматизированных системах, может выполнять задачи с высокой точностью и скоростью, что снижает риск ошибок и повышает эффективность, а также контролировать качество продукции на каждом этапе производства, обеспечивая соответствие стандартам, что также особенно важно для обеспечения безопасности и эффективности лекарств. Это позволяет фармацевтическим компаниям быстрее и эффективнее производить лекарства, что необходимо в условиях высокой конкуренции и растущих требований к качеству продукции;

— помогает оптимизировать цепочки поставок, позволяя снизить риски и принимать фармацевтическим компаниям более обоснованные решения. Например, ИИ может оценивать спрос на лекарства, тем самым прогнозируя, какие лекарства будут наиболее востребованы в ближайшее время, оптимизировать маршруты доставки и управлять запасами, оценивая данные о запасах и прогнозировать, какие лекарства могут быть недоступны в ближайшее время, и обеспечивая своевременную доставку лекарств в аптеки и медицинские учреждения.

Уже сейчас в фармацевтической промышленности ИИ активно применяется для решения задач, связанных с анализом данных

[1] Открытие и разработка лекарственных средств с применением ИИ. Университет Иннополис. https://ipservices.innopolis.university/#projects (дата обращения:

[2] Why AI Could Speed Up Drug Discovery. Morgan Stanley Research. 2022. https://www.morganstanley.com/ideas/ai-drug-discovery (дата обращения:

и прогнозированием спроса на продукцию, разработкой новых лекарственных средств, улучшением качества существующих препаратов, ускорением процесса их создания и др. В целом применение ИИ в фармацевтике может привести к созданию более эффективных и безопасных лекарственных средств, а также улучшению процессов их производства (Доржиева, 2023а; Доржиева 2023б). Так, к примеру, многие компании используют ИИ для ускорения процесса клинических исследований и сокращения времени их завершения. При этом основными факторами, способствующими активному внедрению ИИ в клинические исследования, являются увеличение числа межотраслевых коллабораций и партнерств, а также растущая потребность в сокращении затрат и сроков поиска и разработки лекарств[1].

В качестве успешного примера можно привести гонконгский технологический стартап Insilico Medicine, основанный российским ученым А. Жаворонковым. Благодаря использованию ИИ и платформы Pharma.AI компания быстро разработала свой портфель доклинических кандидатов (PCC) в различных областях заболеваний, включая препараты для лечения идиопатического легочного фиброза (IPF), разновидности пневмонии, вызывающей образование рубцов в легких человека, COVID-19 и онкологических заболеваний. Использование механизма обнаружения целей на основе ИИ позволило ускорить на несколько лет фармацевтические циклы НИОКР по своей первой программе разработки лекарства для лечения фиброза, номинированной в 2021 г. Это позволило компании завершить доклинические исследования за девять месяцев и уже в 2022 г. приступить к клиническим испытаниям[2].

В целом пилотные проекты, реализуемые фармацевтическими компаниями и стартапами, уже сейчас показывают заметное влияние ИИ на улучшение бизнес-процессов и повышение произ-

---

[1] Искусственный интеллект в фармацевтической промышленности – Анализ размера и доли – Тенденции роста и прогнозы (2024–2029). Mordor Intelligence Private Limited. 2024. https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/artificial-intelligence-in-pharmaceutical-market (дата обращения:

[2] Insilico Medicine Nominates Potential First-in-Class Preclinical Candidate with Novel AI-Designed Structure for Novel AI-Discovered Target in Immunooncology. Insilico Medicine. 2022. https://apnews.com/press-release/globe-newswire/science-artificial-intelligence-22a8733bc84a1d0a4c04fb4f2a514f24 (дата обращения: ); Мингазов, С. (2023). Стартап экс-аспиранта МГУ испытает на людях первое сгенерированное ИИ лекарство. Forbes. https://www.forbes.ru/tekhnologii/491946-startap-eks-aspiranta-mgu-ispytaet-na-ludah-pervoe-sgenerirovannoe-ii-lekarstvo (дата обращения:

водительности. Согласно данным PwC, фармацевтические компании могут к 2030 г. за счет использования технологий ИИ получить дополнительно 254 млрд долл. операционной прибыли по всему миру, в т. ч. в США — 155 млрд долл., на развивающихся рынках — 52 млрд долл., в ЕС — 33 млрд долл., а на рынках остальных стран — 14 млрд долл.[1]

На рисунке приведены Топ-10 компаний, активно инвестирующих в ИИ и участвующих в разработке лекарств.

В четверку лидеров входят американские компании: Verily (3,50 млрд долл.), разрабатывающая инструменты и устройства для сбора и анализа данных о состоянии здоровья с целью исследования и лечения заболеваний; Tempus (1,4 млрд долл.), использующая ИИ для анализа клинических и молекулярных данных с целью персонализации лечения онкологических заболеваний; Relay Therapeutics (1,2 млрд долл.), использующая ИИ для поиска и создания перспективных лекарственных препаратов для лечения раковых опухолей; SomaLogic (0,968 млрд долл.), занимающаяся протеомными технологиями на основе ИИ для обнаружения ранее не обнаруженных биомаркеров для поиска лекарственных препаратов, доклинической и клинической разработки лекарственных средств, а также клинической диагностики широкого спектра важных заболеваний и состояний.

Китайская фармацевтическая компания XtalPi Inc (0,8 млрд долл.), фокусирующаяся на секторе исследований и разработок лекарственных средств с использованием ИИ и робототехники, занимает пятую позицию. XtalPi привлекла внимание множества ведущих фармацевтических компаний, ищущих партнерства, включая Pfizer Inc со штаб-квартирой в Нью-Йорке и швейцарскую фармацевтическую компанию Roche Holdings AG. Рекордные инвестиции XtalPi появились в связи с тем, что многие китайские фармацевтические компании перешли на производство инновационных лекарств на фоне активизации централизованных государственных закупок, направленных на снижение цен и уменьшение прибыли от традиционных лекарств.

Важно отметить, что крупные фармацевтические компании (Big Pharma) достаточно быстро отреагировали на применение этой технологии и активно сотрудничают с компаниями-разработчика-

[1] Re-inventing Pharma with artificial intelligence. PwC. https://www.strategyand.pwc.com/de/en/industries/pharma-life-sciences/re-inventing-pharma-with-artificial-intelligence.html(дата обращения:

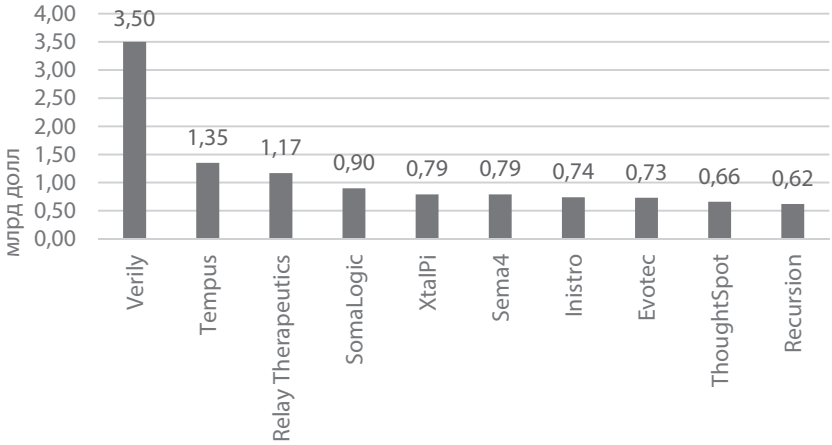



**Рис**. *Топ-10 компаний, занимающихся разработкой лекарств с использованием ИИ, по общему объему инвестиций (источник: Artificial Intelligence for Drug Discovery. Landscape Overview Q4 2022. Deep Pharma In-telligenc. 2022. https://www.deep-pharma.tech/ai-in-dd-q4-2022 (дата обращения: ))*

ми ИИ-решений. Например, в 2023 г. объявили о многолетнем стратегическом партнерстве Pfizer и Tempus, в рамках которого Pfizer получила доступ к платформе Tempus с поддержкой ИИ и ее библиотеке обезличенных, мультимодальных данных для раскрытия идей, которые будут способствовать терапевтическим разработкам и продвижению собственного портфолио онкологии, включая сопутствующие диагностические предложения на основе ИИ и программу сопоставления клинических испытаний[1]. В 2018 г. Sanofi объединилась со стартапом в области ИИ для автоматизации медицинской литературы. Созданная платформа позволила обрабатывать большой массив научной информации намного быстрее, проще и точнее. В мае 2024 г. Sanofi объявила о сотрудничестве с компаниями OpenAI и Formation Bio для разработки биофармацевтических моделей на основе ИИ и активизации своих проектов по разработке лекарственных препаратов[2].

[1] Tempus Announces New Strategic Collaboration with Pfizer to Advance Oncology Therapeutic Development. Tempus. 2023. https://www.tempus.com/news/tempus-announces-new-strategic-collaboration-with-pfizer-to-advance-oncology-therapeutic-development/(дата обращения:

[2] Sanofi Partners With OpenAI, Formation Bio on AI-Driven Drug Development. U.S.News. 2024. https://money.usnews.com/investing/news/articles/2024-05-21/sanofi-partners-with-openai-formation-bio-on-ai-driven-drug-development (дата обращения:

Таблица 1

**Ключевые игроки мирового рынка, разрабатывающих лекарственные препараты с использованием ИИ**

| Показатель | Всего, ед. | США | ЕС | Великобритания | Азия | Канада | Китай | Ближний Восток | Австралия |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Компании, занимающихся ИИ и разработкой лекарственных препаратов, % | 800 | 53,31 | 17,1 | 9,99 | 7,74 | 4,62 | 3,62 | 2,5 | 0,75 |
| Инвесторы в сфере фармацевтики и применения интеллекта, % | 1900 | 55,25 | 12,2 | 7,94 | 9,22 | 3,78 | 7,57 | 2,34 | 0,85 |
| *из них:* | | | | | | | | | |
| ведущие инвесторы, % | 50 | 78 | 4 | 4 | — | 2 | 12 | — | — |

Источник: сост. автором по (Artificial Intelligence for Drug Discovery. Landscape Overview Q4 2022. Deep Pharma In-telligenc. 2022. https://www.deep-pharma.tech/ai-in-dd-q4-2022).

В страновом разрезе, согласно данным Deep Pharma Intelligenc[1], уверенно лидируют США как по объемам инвестиций в ИИ, так и количеству компаний, инвестирующих в разработку фармацевтической продукции (Drug Discovery). Это неудивительно, учитывая, что более половины мировых компаний данного профиля (AI for Drug Discovery) имеют свои штаб-квартиры в США. Кроме США, лидерами по количеству ИИ-инвесторов в фармацевтические компании являются Великобритания, Канада и ЕС. Однако в 2022–2023 гг. наблюдается значительный рост числа инвесторов в Азии, в основном в Китае.

Россия в процессе освоения технологий ИИ значительно уступает странам-лидерам (США, странам ЕС и Китаю) (Доржиева, 2022). Вместе с тем наработанный потенциал в области ИИ, в т. ч. благодаря активной государственной поддержке, реализуемой в последние годы, позволил достичь определенные успехи в их освоении и активно внедрять собственные разработки и решения, получивших признание на глобальных рынках.

[1] Artificial Intelligence for Drug Discovery. Landscape Overview Q4 2022. Deep Pharma Intelligenc. 2022. https://www.deep-pharma.tech/ai-in-dd-q4-2022 (дата обращения:

### *Заключение*

Применение технологий ИИ в фармацевтической промышленности: значительно ускоряет НИОКР и совершает революцию в разработке лекарств, позволяя быстрее и эффективнее анализировать данные, выявлять новые мишени для лекарств и оптимизировать процессы разработки; способствует снижению затрат и повышению эффективности производственных процессов благодаря автоматизации и оптимизации процессов с помощью ИИ, уменьшая количество ошибок и повышают производительность; снижает риск ошибок в производстве лекарств, помогая выявлять и предотвращать возможные проблемы на ранних стадиях, что снижает вероятность выпуска некачественных препаратов; помогает оптимизировать цепочки поставок, улучшая планирование и управление запасами, что способствует более эффективному распределению ресурсов.

Мировой рынок ИИ для разработки лекарств переживает значительный рост из-за растущего спроса на новые лекарства. Этот рост стимулирует трансформацию фармацевтической промышленности. Компании и исследователи используют ИИ для ускорения открытия инновационных лекарств. В эту область направляют значительные объемы инвестиций, что способствует дальнейшему развитию и внедрению новых технологий.

Таким образом, применение ИИ в фармацевтической промышленности не только ускоряет разработку лекарств, но и способствует снижению затрат, повышению эффективности и улучшению качества продукции, что делает эту область одной из наиболее перспективных и инвестиционно привлекательных в современном мире.

### *Список источников*

Адылова, Ф. Т. (2023). Ситуация в мировой фармацевтике — почему и как искусственный интеллект используется в разработке лекарств. *Цифровая экономика,* 178–186.

Доржиева, В. В. (2022) Россия в процессе цифровой трансформации мировой экономики. *Россия и современный мир, 3*(116), 27–39. https://doi.org/10.31249/rsm/2022.03.02

Доржиева, В. В. (2023) Industrial AI: национальные приоритеты и перспективы развития в России в условиях неопределенности. В: *Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии: сборник научных статей. / отв. ред. чл.-корр. РАН, д-р экон. наук. В. В. Акбердина.* Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 164. https://doi.org/10.17059/dti-2023-3

Доржиева, В. В. (2023) *Цифровая трансформация промышленности в условиях внешних ограничений (на примере фармацевтической промышленности): научный доклад.* Москва: Институт экономики РАН, 54.

Debleena, P., Gaurav S., Snehal S., Dnyaneshwar K., Kiran, K., Rakesh, K. T. (2021). Artificial intelligence in drug discovery and development. *Drug Discovery Today, 26*(1), 80–93. https://doi.org/10.1016/j.drudis.2020.10.010

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, 04*(03), 26–37. https://doi.org/10.55529/jaimlnn.34.26.37

Kulkov, I. (2021). The role of artificial intelligence in business transformation: a case of pharmaceutical companies. *Technology in Society, 66*(2), 101629. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101629

Lalitkumar, K. V., Amol, D. G., Keshava, J., Raghu, R. S.-T., Hetvi, K. S., Vivek, P. C. (2023). Artificial Intelligence in Pharmaceutical Technology and Drug Delivery Design. *Pharmaceutics, 15*(7), 1916. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15071916

Muhammad, A. R., Shireen, A., Misbah, N., Amna, S., Irfan, A., Mudassar, A., Shahid, M. R. (2022). Artificial intelligence (AI) in pharmacy: an overview of innovations. *International Journal of Research Publication and Reviews, 3*(7), 822–834. https://doi.org/10.24926/iip.v13i2.4839

Prakash, K., Prasada, R. M., Shaik, A. R., Shanta, K. A. (2020). Artificial intelligence in Pharmaceutical Industry: the future is here. *International Journal of Life science and Pharma Research, 10*(10). https://doi.org/10.22376/ijpbs/ijlpr/SP10/Jan/2020.1-881

Sharma, R., Shishodia, A., Gunasekaran, A., Min, H., Munim, Z.H. (2022). The role of artificial intelligence in supply chain management: mapping the territory. *International Journal of Production Research, 60,* 7527–7550. https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2029611

Sonawane, T. S., Gaikwad, V. (2022). Artificial Intelligence in the Pharmaceutical Industry — An Overview of Innovations. *International Journal of Research Publication and Reviews, 3*(7), 822–834.

Vora, L. K., Gholap, A.D., Jetha, K., Thakur, R. R. S., Solanki, H. K., Chavda, V. P. (2023). Artificial intelligence in pharmaceutical technology and drug delivery design. *Pharmaceutics, 15*(7), 1916. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15071916

## *References*

Adylova, F. T. (2023). The situation in the global pharmaceutical industry - why and how artificial intelligence is used in drug development. *Digital Economy,* 178–186.

Debleena, P., Gaurav S., Snehal S., Dnyaneshwar K., Kiran, K., Rakesh, K. T. (2021) Artificial intelligence in drug discovery and development. *Drug Discovery Today, 26*(1), 80–93. https://doi.org/10.1016/j.drudis.2020.10.010

Dorzhieva, V. V. (2022) Russia in the process of digital transformation of the world economy. *Russia and the modern world, 3*(116), 27–39. https://doi.org/10.31249/rsm/2022.03.02

Dorzhieva, V. V. (2023a) Industrial AI: national priorities and development prospects in Russia in the face of uncertainty. In the collection: *Digital transformation of industry: trends, management, strategies: a collection of scientific articles.* / ed.

Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics 13. V. V. Akberdina. Ekaterinburg: Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 164 p. https://doi.org/10.17059/dti-2023-3

Dorzhieva, V. V. (2023b) D*igital transformation of industry in the context of external constraints (on the example of the pharmaceutical industry): Scientific report.* Moscow: Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences, 54 p.

Krishnababu, K., Kulkarni, G. S., Yogaraj, R., Paarakh P. M. (2023). Revolutionizing the pharmaceutical industry with artificial intelligence. J*ournal of Artificial Intelligence, Machine Learning and Neural Network, 04*(03), 26–37. https://doi.org/10.55529/jaimlnn.34.26.37

Kulkov, I. (2021). The role of artificial intelligence in business transformation: a case of pharmaceutical companies. *Technology in Society, 66*(2), 101629. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101629

Lalitkumar, K. V., Amol, D. G., Keshava, J., Raghu, R. S.-T., Hetvi, K. S., Vivek, P. C. (2023). Artificial Intelligence in Pharmaceutical Technology and Drug Delivery Design. *Pharmaceutics, 15*(7), 1916. doi: 10.3390/pharmaceutics15071916

Muhammad, A. R., Shireen, A., Misbah, N., Amna, S., Irfan, A., Mudassar, A., Shahid, M. R. (2022). Artificial intelligence (AI) in pharmacy: an overview of innovations. *International Journal of Research Publication and Reviews, 3*(7), 822–834. https://doi.org/10.24926/iip.v13i2.4839

Prakash, K., Prasada, R. M., Shaik, A. R., Shanta, K. A. (2020). Artificial intelligence in Pharmaceutical Industry: the future is here. *International Journal of Life science and Pharma Research, 10*(10). https://doi.org/10.22376/ijpbs/ijlpr/SP10/Jan/2020.1-881

Sharma, R., Shishodia, A., Gunasekaran, A., Min, H., Munim, Z.H. (2022). The role of artificial intelligence in supply chain management: mapping the territory. *International Journal of Production Research, 60,* 7527–7550. https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2029611

Sonawane, T. S., Gaikwad, V. (2022). Artificial Intelligence in the Pharmaceutical Industry — An Overview of Innovations. *International Journal of Research Publication and Reviews, 3* (7), 822–834.

Vora, L. K., Gholap, A.D., Jetha, K., Thakur, R. R. S., Solanki, H. K., Chavda, V. P. (2023). Artificial intelligence in pharmaceutical technology and drug delivery design. *Pharmaceutics, 15*(7), 1916. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15071916

**Доржиева Валентина Васильевна** — кандидат экономических наук, доцент, заведующая, Центр инновационной экономики и промышленной политики, Институт экономики РАН; https://orcid.org/0000-0002-9789-0024 (Российская Федерация, 117218, Россия, г. Москва, Нахимовский пр-т, д. 32; e-mail: vvdorzhieva@inecon.ru).

**Valentina V. Dorzhieva** — Ph. (Econ.), Associate Professor, Head of the Center for Innovative Economics and Industrial Policy; Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences; https://orcid.org/0000-0002-9789-0024 (32, Nakhimovskiy Prospekt; Moscow, Russian Federation, e-mail: vvdorzhieva@inecon.ru).

**УДК 338**
**JEL classification: L16, O25, 038**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-6**

# Формирование промышленных экосистем и цифровых платформ в РФ: отраслевые особенности, состояние и перспективы развития[1]

*А. В. Иванченко*

Институт экономики УрО РАН (г. Екатеринбург, Россия).
https://orcid.org/0000-0001-6927-1501

Автор для корреспонденции: А. В. Иванченко (ival1972@mail.ru)

**Аннотация.** *Статья посвящена актуальным проблемам развития и внедрения экосистем и цифровых платформ в промышленности. Цель исследования — охарактеризовать масштабы и перспективы внедрения в практику данных форм организации производственной деятельности. В ходе исследования охарактеризован уровень теоретико-методологического обоснования понятий «промышленная экосистема» и «цифровая платформа»; дана характеристика их фактического внедрения в российскую промышленность; сформулированы направления интенсификации цифровой трансформации промышленности. В ходе исследования использованы общенаучные методы исследования, в том числе комплексный анализ, а также конкретно-научные экономические методы. В статье отмечается, что полноценные экосистемы в отечественной промышленности, в отличие от торговли, услуг и банковского дела, еще находятся на стадии формирования. В то же время обосновывается тезис, что использование цифровых платформ и других программно-технических средств, необходимых для создания промышленных экосистем, становится всё более распространенным. Вследствие этого формируется «технологическое ядро», на базе которого становится возможным создание полноценных промышленных экосистем. В статье дается описание конкретных моделей формирования промышленных экосистем на основе разных организационно-производственных форм.*

**Ключевые слова:** промышленные экосистемы; цифровые платформы; обрабатывающая промышленность; большие данные; кластеры

[1] © Иванченко А. В. Текст. 2024.

# Structural and technological transformation of industry: assessment by the digitalization profile

*A. Ivanchenko*

Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia).
https://orcid.org/0000-0001-6927-1501

Corresponding author: A. V. Ivanchenko (ival1972@mail.ru)

**Abstract.** *The article is devoted to the actual problems of the development and implementation of ecosystems and digital platforms in industry. The purpose of the study is to characterize the scope and prospects for the introduction of these forms of organization of production activities into practice. In the course of the study, the following tasks were solved: to characterize the level of theoretical and methodological foundation of the concepts of «industrial ecosystem» and «digital platform»; to characterize their actual implementation in Russian industry; to formulate directions for the intensification of digital transformation of industry. The research uses general scientific research methods, including complex analysis, as well as specific scientific economic methods. The article notes that full-fledged ecosystems in the domestic industry, unlike trade, services and banking, are still at the stage of formation. At the same time, the thesis is substantiated that the use of digital platforms and other software and hardware necessary to create industrial ecosystems is becoming more widespread. As a result, a «technological core» is being formed, on the basis of which it becomes possible to create full-fledged industrial ecosystems. The article describes specific models of the formation of industrial ecosystems based on different organizational and production forms.*

**Keywords:** industrial ecosystems; digital platforms; manufacturing; big data; clusters

## *Введение*

Многочисленные вызовы российской экономике, связанные как с продолжающейся цифровой трансформацией, так и с внешнеэкономическими рестрикциями политического характера, делают исключительно актуальной и необходимой организационно-технологическую перестройку российской промышленности. Этот процесс не в последнюю очередь взаимосвязан с созданием промышленных экосистем и внедрением в промышленную деятельность цифровых платформ.

Предмет исследования — промышленные экосистемы и цифровые платформы — сложен для изучения по ряду причин. Во-первых, в экономической науке до настоящего момента нет устоявшейся терминологической определенности относительно этих понятий ввиду их крайней новизны. Во-вторых, количественная и структурно-отраслевая статистические оценки присутствия в экономи-

ки экосистем и платформ как весьма новых элементов хозяйственной системы еще далеки до полноты и совершенства. Тем не менее теоретические и фактологические лакуны придают изучению этих важнейших элементов организационно-технологической трансформации мировой и российской экономики дополнительную важность и актуальность. В данном исследовании предпринята попытка выработать подходы к решению выше означенных проблем.

В ходе работы было проведено обобщение существующих концептуальных подходов, касающихся понятий «промышленная экосистема» и «цифровая платформа», сделан анализ эмпирических данных, отражающих уровень распространенности цифровых технологий, необходимых для развития промышленных экосистем, сформулирован ряд научно-практических подходов по интенсификации данного процесса.

### *Основная часть*

Сегодня в экономику и производственную деятельность активно внедряются новые технологические и организационные формы, отвечающие требованиям «цифровой революции». К числу таких новаций относят экосистемы как новые формы взаимодействия субъектов экономики, построенные на сетевой информационно-технологической основе.

Экосистемы — понятие, активно обсуждаемое в научной и деловой среде. Считается, что в науку это понятие было внедрено в 1990-е гг. Дж. Муром, согласно которому «экосистемой является хозяйственное сообщество, состоящее из самой фирмы, ее потребителей, поставщиков, рыночных посредников, каналы движения товаров, собственников и других стейкхолдеров, правительственных и неправительственных организаций и даже конкурентов» (Moore, 1993). Однако до последнего времени это понятие использовалось редко, вероятно, ввиду трудности типологической дифференциации с другими формами объединения бизнеса: трестами, холдингами, позднее, кластерами.

Активное использование этого термина началось в последние годы, одновременно с началом «цифровой революции» и вызванной ею глобальной трансформацией экономики. В связи с этим в научном сообществе ведется дискуссия о сущности и содержании понятия «экосистема», его составляющих и основных элементах.

Современными исследователями «экосистема» понимается как бизнес-модель, обладающая определенными характерными признаками (Вишнякова & Соловьева, 2022).

В частности, разными исследователями выделяются следующие качества экосистемы:

— сетевой характер взаимодействия ее участников;

— ресурсосберегающая модель хозяйственно-экономической деятельности и нацеленность на минимизацию затрат;

— ориентированность на инновационное развитие, обмен информацией и внедрение новых знаний (Шкарупета & Дударева, 2021; Попов и др., 2021).

Нельзя не заметить, что все вышеупомянутые качества экосистемы (сетевой характер, инновационность, нацеленность на минимизацию затрат) прямо или косвенно ассоциируются с процессом цифровизации и его влияния на формы, методы и цели хозяйственной деятельности.

В связи с этим можно согласиться с утверждением, что «экосистема как институционально-организационная форма ведения совместного бизнеса является результатом одновременного влияния на него межсекторной экономической конвергенции и цифровизации» (Халин и др., 2021).

В условиях цифровизации понятие «экосистема» принято соотносить с понятием «цифровая платформа», в отношении чего также существует вариативность трактовок. Так, в одних случаях цифровая платформа характеризуется как определенная экономическая структура, бизнес-модель, форма и система взаимоотношений. В таком случае понятие «цифровая платформа» практически может рассматриваться как тождественное понятию «экосистема» (Ниязова и др., 2021).

Конкретным примером такого подхода может служить доклад ЦБ РФ «Экосистемы: подход к регулированию», где отмечается: «Российская экономика переходит на платформенные модели и экосистемы, как и остальной мир… платформы и экосистемы предоставляют новые возможности поставщикам товаров и услуг». Таким образом, платформы и экосистемы воспринимаются как явления одного порядка.

Однако применяется и более узкий (назовем его «технологический») подход к понятию «цифровая платформа», под которой понимается информационно-программная система, характеризующаяся определенным набором программных и аппаратных средств для хранения и обмена информацией, онлайн-сервисов и др. В этом смысле цифровая платформа является необходимым условием, базисом для создания современной экосистемы в условиях цифровой экономики, но не подменяет это понятие (Ниязова и др., 2021).

Наглядным подтверждением этому могут служить статистические ежегодники «Цифровая экономика», выпускаемые НИУ «Выс-

шая школа экономики» в партнерстве с Минцифры России и Росстатом. Здесь цифровая платформа рассматривается именно как один из видов цифровых технологий, находящихся в одном ряду с аддитивными технологиями, большими данными (Big data), облачными сервисами, Интернетом вещей и другими статистически оцениваемыми в сборнике показателями.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующий вывод: современная экосистема в промышленности, как и любая другая экосистема в экономике, сегодня технологически базируется на цифровых платформах. При этом цифровая платформа является ключевым технологическим элементом, но не синонимом экосистемы.

По мнению ряда отечественных исследователей, можно выделить два типа (уровня) цифровых платформ, потенциально применимых в промышленной деятельности.

1. Цифровая промышленная платформа I типа, ориентированная на взаимодействия покупателя и поставщика и осуществление цифровых транзакций между ними: электронные каталоги, торговые площадки с набором дополнительных сервисов.

2. Цифровая промышленная платформа II типа, представляющая собой более сложный комплекс «взаимосвязанных цифровых технологий, обеспечивающая цифровой жизненный цикл продукции» и включающая в себя управление жизненным циклом продукции на основе индустриального Интернета вещей и моделирования цифровых двойников. Она может быть взаимоувязана с применением программных систем интеграции производства и управления трудовыми и финансовыми ресурсами (ERP-системы) (Акбердина & Пьянкова, 2021).

Следует добавить, что, помимо цифровых платформ, развитая экосистема подразумевает использование и другого цифрового технологического инструментария; в частности, для формирования экосистем большую важность представляют технологии сбора, обработки и хранения больших данных.

Вопрос о сферах применения экосистем в российских условиях в различных сферах экономической деятельности, прежде всего в промышленности, остается актуальным и дискуссионным. Абсолютным большинством специалистов признается, что в России существует ряд мощных экосистем, имеющих общегосударственный масштаб деятельности (Яндекс, Сбер, «Ростелеком» и ряд других). В то же время они имеют, как правило, отношение к непроизводственным сферам бизнеса (банкинг, интернет-торговля, IT-сфера и коммуникации).

В зарубежных странах экосистемы находят более активное применение и в промышленности. К таковым, в частности, относят ряд крупнейших и известнейших мировых компаний-производителей товаров: Nike, Adidas, Unilever, Procter & Gamble, BMW Group (Титова, 2021). Примером развитых экосистем могут служить и китайские компании. Например, экосистема Ouyeel, образованная на базе лидера сталелитейного производства KHP Baosteel, объединила на онлайн-платформе лучших поставщиков, производителей стали, логистические компании, продавцов и других участников. Платформенная база Ouyeel представляет собой целый кластер платформ (складского хранения и логистики; информационного обслуживания; технического обслуживания и т. д.). Свои экосистемы развивают китайский автопроизводитель Changan, производитель бытовой техники Haier и др.

Что касается российских реалий, исследователи отмечают, что ряд предприятий осуществляет программы в направлении создания экосистем. В частности, утверждается, что в направлении «построения экосистем движутся такие предприятия, как, например, ПАО «Полюс», АО «Южно-Уральский завод магниевых соединений», межрегиональный промышленный кластер «Композиты без границ»» (Самсонова & Федорищева, 2023).

В то же время статистические оценки о внедрении экосистем в российскую промышленность отсутствуют, в т. ч. и по причине сложности определения понятия «экосистема», применимого для статистической оценки. Анализ деловой информации свидетельствует о том, что речь пока может идти об отдельных более-менее удачных примерах, но не о широком внедрении экосистемного подхода в промышленности.

В целом следует признать, что система оценки Росстатом цифровой активности отечественных предприятий во многом не поспевает за динамичными изменениями, происходящими в самой экономике. Более того, не будет преувеличением сказать, что методика мониторинга цифровой активности, осуществляемого Росстатом на протяжении последних лет, в значительной степени устарела. Многие использовавшиеся показатели (наличие персональных компьютеров, использование сети Интернет и др.) уже не могут характеризовать уровень информационно-цифрового развития предприятий и отраслей ввиду своей общераспространенности. В 2020–2023 гг. ряд устаревших показателей был исключен из мониторинга; однако новые дополнительные показатели введены не были.

В этой связи одним из немногих показателей, действительно в существенной степени отражающих уровень цифровой активности предприятий различных отраслей, является мониторинговый показатель «наличие сайта в Интернете» (рис.).

На основе анализа приведенных выше данных можно выделить следующие тенденции:

1) общая доля предприятий / организаций, имеющих сайт в Интернете, в 2023 г. составляет менее 50 % от общего их числа;

2) наибольшая доля организаций, имеющих сайт в 2023 г., приходится на банковский сектор (60 %), за ним следует обрабатывающая промышленность (55,7 %). Наименьшая доля организаций, имеющих сайт, характерна для сельского хозяйства (26,6 %), строительства (29,3 %), добычи полезных ископаемых (32,4 %).

3) на протяжении последних семи лет количество организаций, имеющих сайт, снижалось по всем сегментам экономики, кроме сельского хозяйства. Причины этого явления могут быть многообразными, включая: 1) низкую коммерческую отдачу от сайта, сделанного на волне первоначального интереса; 2) сокращение непрофильных расходов в условиях кризисных явлений последних лет;

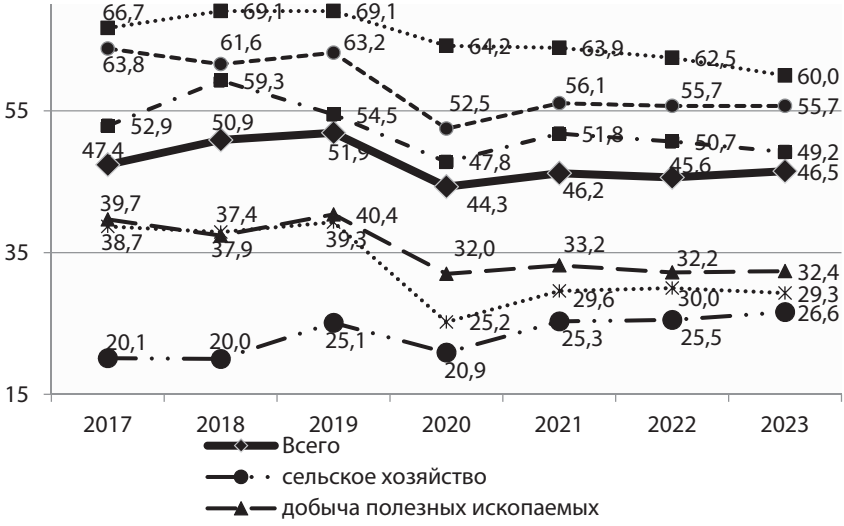



**Рис.** *Наличие Интернет-сайта у предприятий / организаций по отдельным видам экономической деятельности, % от общего числа (источник: Росстат. Использование цифровых технологий организациями по Российской Федерации, субъектам Российской Федерации и видам экономической деятельности. https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 16.10.2024))*

3) процессы концентрации в экономике, когда в рамках холдинга происходит обобщение информации о входящих в него предприятиях на едином корпоративном ресурсе. В любом случае, можно утверждать, что тенденции по созданию сайтов предприятий / организаций в российской экономике на данный момент достигли определенного естественного потолка, для преодоления которого в текущих условиях отсутствуют стимулы.

Составить представление о внедрении в экономику действительно передовых, прорывных цифровых технологий можно на основе данных, приводимых в ежегодных сборниках «Цифровая экономика», подготовку которых осуществляет НИУ «Высшая школа экономики» в партнерстве с Минцифры России и Росстатом, представляющих репрезентативные данные с 2020 г. по 2022 г. (табл.).

На основе данных таблицы мы можем сделать следующие заключения.

1. Внедрение цифровых платформ — базового технологического средства для создания экосистем — охватывает не более 15 % экономики, причем за три года, на протяжении которых ведется фиксация данных, отмечается скорее снижение, чем рост их применения. В этом плане ведущий вид деятельности в сфере промышленности — обрабатывающая промышленность, которая также демонстрирует нисходящую динамику и чуть более низкий уровень использования (14,3 % в 2022 г.), чем усредненный показатель по экономике. Наибольшие показатели по 2022 г. ожидаемо демонстрируют оптовая и розничная торговля (28,2 %), финансовый сектор (26,9 %), отрасль IT-технологий (22,6 %) — сферы деятельности, где использование цифровых платформ обусловлено решаемыми задачами и дает более быструю отдачу. В то же время даже здесь число организаций, использующих цифровые платформы, составляет около четверти от общего числа организаций. Наименьшая степень использования цифровых платформ — в строительстве (8,8 %), сельском хозяйстве (9,1 %) и добыче полезных ископаемых (10,6 %).

2. Облачные сервисы, а также сбор и обработка больших данных — технологии, также необходимые для создания и / или присоединения к экосистеме — находят более широкое применение в экономике и, в отличие от цифровых платформ, демонстрируют рост в использовании от года к году. При этом обрабатывающая промышленность демонстрирует показатели применения данных технологий (30,7 % и 32,9 %), превосходящие средние показатели по экономике (28,9 % и 30,4 % соответственно). Лидеры и аутсайдеры здесь те же самые, что и в случае с цифровыми платформа-

Таблица

**Использование передовых цифровых технологий в экономике России по видам экономической деятельности, % от общего числа организаций**

| ВЭД | Облачные сервисы | | | Технологии сбора и обработки больших данных | | | Цифровые платформы | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. |
| Всего | 25,7 | 27,1 | 28,9 | 22,4 | 25,8 | 30,4 | 17,2 | 14,7 | 14,9 |
| Сельское хозяйство | 17,8 | 21,5 | 25,5 | 17,2 | 23,3 | 23,7 | 10,2 | 9,8 | 9,1 |
| Добыча полезных ископаемых | 19,0 | 19,8 | 20,0 | 21,8 | 25,0 | 25,6 | 13,2 | 10,8 | 10,6 |
| Обрабатывающая промышленность | 27,1 | 28,9 | 30,7 | 26,5 | 29,9 | 32,9 | 16,0 | 14,5 | 14,3 |
| Обеспечение энергией | 19,4 | 20,6 | 23,5 | 23,7 | 25,1 | 25,2 | 16,6 | 13,4 | 13,4 |
| Строительство | 16,0 | 19,3 | 20,5 | 16,3 | 20,9 | 20,2 | 8,9 | 8,5 | 8,8 |
| Оптовая и розничная торговля | 38,3 | 39,8 | 31,0 | 25,9 | 32,3 | 57,1 | 30,3 | 24,6 | 28,2 |
| Гостиница и общественное питание | 27,5 | 29,9 | 17,4 | 28,8 | 31,9 | 31,9 | 15,7 | 15,5 | 12,3 |
| Информация и связь | 31,9 | 33,9 | 34,5 | 29,1 | 32,9 | 41,3 | 22,6 | 21,3 | 21,3 |
| Информационные технологий | 34,6 | 37,3 | 35,9 | 29,5 | 33,3 | 45,4 | 24,2 | 23,2 | 22,6 |
| Финансовый сектор | 41,0 | 38,9 | 33,8 | 44,4 | 45,5 | 47,7 | 36,3 | 33,2 | 26,9 |
| Профессиональная, научная и техническая деятельность | 21,1 | 21,6 | 23,6 | 18,6 | 20,3 | 20,6 | 11,4 | 9,3 | 8,1 |

Источник: Цифровая экономика. Краткий статистический сборник (2024). ИСИЭЗ ВШЭ. Москва.

ми; однако существуют некоторые отличия в динамике по отдельным видам деятельности. К таковым относится, в частности, менее выраженное отставание сельского хозяйства, добычи полезных ископаемых и строительства от общероссийских показателей, чем в случае с цифровыми платформами. С другой стороны, у отраслей лидеров — финансового сектора и оптовой и розничной торговли — снижается использование облачных сервисов при одновременном росте использования технологий сбора и обработки больших данных. Возможно, это отражает тенденцию перехода от более простых технологических средств к более сложным.

Можно сделать вывод, что уровень цифровизации обрабатывающей промышленности в целом примерно соответствует среднему уровню цифровизации российской экономики, заметно уступая лидерам (торговля, банковский сектор, IT-технологии), но опережая ряд других отраслей (сельское хозяйство, строительство). Уровень цифровизации добывающей промышленности ниже общероссийского уровня, хотя и здесь идут процессы цифровой трансформации.

Также можно сделать примерную оценку перспектив создания цифровых экосистем в обрабатывающей промышленности.

На первом этапе следует выделить технологически активное ядро компаний / предприятий, обладающих высокой восприимчивостью к цифровым технологиям и, как следствие, к возможности участия в работе цифровых экосистем. Оно включает в себя две категории компаний:

1) компании-лидеры (порядка 15 % в обрабатывающей промышленности, 10 % в добывающей промышленности), применяющие в своей деятельности цифровые платформы. К данной категории прежде всего относятся крупные интегрированные российские компании и корпорации («Росатом», «Ростех», «Газпром-Нефть» и ряд других) как обрабатывающего, так и добывающего профиля, внедряющие собственные цифровые платформы. Про эти компании можно сказать, что они создают или технологически близки к созданию экосистем;

2) предприятия, активно внедряющие другие передовые цифровые решения, такие как облачные сервисы и технологии сбора, обработки и анализа цифровых данных (к таковым относится около 30 % организаций в обрабатывающей промышленности, 20–25 % в добывающей промышленности).

При оценке следует учитывать, что компании-лидеры, скорее всего, используют в своей деятельности все три вида цифровых технологий. Поэтому, на наш взгляд, можно очертить границы техно-

логически активного ядра предприятий, либо активно внедряющих экосистемный подход, либо располагающих технологическими средствами для адаптации к нему, примерно в 30 % от общего числа российских предприятий.

Что касается перспектив распространения экосистемного подхода за пределы технологически активного ядра, то в этом случае оценку провести гораздо сложнее, но сделать определенные заключения можно.

В 2021 г. Минпромторг России сделал выборочное анкетирование российских предприятий промышленности, по итогам которого был сделан вывод, что средний уровень «цифровой зрелости» промышленных предприятий составляет 53,89 %. Очевидно, анализ проводился по широкому кругу показателей, в т. ч. не имеющих непосредственного отношения к платформенным решениям либо другим элементам экосистемного подхода. В то же время поскольку анкетирование проводилось в основном среди предприятий обрабатывающей промышленности, следует обратить внимание, что данная оценка коррелируется с приведенными выше статистическими данными относительно предприятий обрабатывающей промышленности, имеющих свой сайт в Интернете — около 55 % (в добывающей промышленности предприятий, имеющих свой сайт в Интернете, значительно меньше — около 33 %). Вероятно, в данных пределах и можно оценить долю предприятий, проявляющих интерес к взаимодействию в информационно-сетевом пространстве, что может стать ступенькой для более активного внедрения платформенных технологи и / или присоединения к экосистемам.

Перспективы развития экосистем в российской промышленности, на наш взгляд, могут быть связаны с развитием по нескольким направлениям:

1) создание экосистем на основе цифровых платформ крупных компаний, охватывающих предприятия, входящие в эти холдинги, основных поставщиков, клиентов, сервисные организации и т. д. В данном случае это будут узкофункциональные экосистемы, ориентированные на основные производственные процессы холдинга-создателя.

2) формирование экосистем на базе производственных кластеров, индустриальных парков и технопарков. В данном случае существует несколько вариантов:

а) экосистемы создаются крупным «якорным» резидентом, которые в таком случае будут в значительной степени ориентированы на его потребности, напоминая тем самым системы крупных компаний;

б) создание экосистемы, обслуживающей потребности всех участников объединения на более паритетной основе (единая торговая площадка, система закупок и т. д.).

3) для активных в цифровом отношении предприятий малого и среднего бизнеса, потребительского сектора, вероятно, оптимальным представляется вариант взаимодействия с уже существующим и формирующимися экосистемами в сфере торговли и услуг (Wildberries, Yandex Market, СберМегаМаркет и др.). В данном случае необходимо решать вопросы организационного плана относительно предоставления права доступа и возможностей технического подключения конкретных предприятий к системе.

### *Заключение*

В указе Президента РФ от 7 мая 2024 г. «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»[1] в качестве одной из национальных целей значится достижение к 2030 г. «цифровой зрелости» ключевых отраслей на основе автоматизации «большей части транзакций в рамках единых отраслевых цифровых платформ и модели управления на основе данных с учетом ускоренного внедрения технологий обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта». Таким образом, внедрение платформ в различные отрасли и сферы экономической деятельности и формирование экосистем является не только потребностью технологического развития, но и важнейшей государственной задачей.

Соответственно, это требует проведения активной государственной политики по поддержке внедрения цифровых платформ и создания экосистем в «реальном секторе» с целью повышения общей эффективности производственно-экономических процессов, расширения рынков для промышленной продукции, внедрения и трансферта инноваций.

### *Список источников*

Акбердина, В. В., Пьянкова, С. Г. (2021). Методологические аспекты цифровой трансформации промышленности. *Труды ВЭО России, 227,* 292–313. 10.38197/2072-2060-2021-227-1-292-313

[1] Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». Администрация Президента России: сайт. http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542 (дата обращения: 16.10.2024).

Афанасьев, А. А. (2024). Цифровая трансформация машиностроения России в контексте четвертой промышленной революции. *Вопросы инновационной экономики, 14* (1), 221–240. 10.18334/vinec. 14.1.120242

Вишнякова, Е. А., Соловьева, И. А. (2022). Экосистема как механизм устойчивого развития промышленности. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент», 16* (1), 62–76. 10.14529/em220106

Клейнер, Г. Б. (2018). Промышленные экосистемы: взгляд в будущее. *Экономическое возрождение России,* (2(56)), 53–62.

Ниязова, Ю. М., Гарин, А. В., Злыднев, М. И. (2021). Цифровая платформа как информационно- экономическая структура. *Компетентность,* (1), 31–36. 10.24411/1993-8780-2021-10105

Плахин, А. Е., Ткаченко, И. Н. Мирина, В. Е. (2020). Архитектура инновационной экосистемы промышленности региона. *Вестник НГИЭИ,* (8(111)), 51–59. 10.24411/2227-9407-2020-10073

Попов, Е. В., Симонова, В. Л., Черепанов, В. В. (2021). Уровни цифровой зрелости промышленного предприятия. *Journal of New Economy, 22* (2), 88–109. 10.29141/2658-5081-2021-22-2-5

Самсонова, М. В., Федорищева, О. В. (2023). Формирование и развитие экосистемы в промышленности. *Вопросы экономики и права,* (12(186)), 139–145. 10.14451/2.186.139

Титова, Н. Ю. (2021). Промышленные экосистемы и кластеры как инструменты реализации целей устойчивого развития. *Азимуты научных исследований: экономика и управление, 10* (4(21)), 271–274. 10.26140/anie-2021-1004-0063

Халин, В. Г., Чернова, Г. В., Калайда, С. А. (2021). Экономические экосистемы и их классификация. *Управленческое консультирование, 2,* 38–54. 10.22394/1726-1139-2021-2-38-54

*Цифровая экономика. Краткий статистический сборник* (2024). ИСИЭЗ ВШЭ. Москва.

Шкарупета, Е. В., Дударева, О. В. (2021). Концептуальное представление промышленной экосистемы в ходе эволюции устойчивого развития. Цифровая и отраслевая экономика, (1(22)), 5–8.

Moore, J. F. (1993). Predators and Prey: A New Ecology of Competition. *Harvard Business Review. May/June,* 75–86.

## *References*

Afanasyev, A. A. (2024). Digital transformation of Russian engineering in the context of the fourth Industrial Revolution. *Issues of Innovative Economics, 14* (1), 221–240. DOI: 10.18334/vinec. 14.1.120242

Akberdina, V. V., Pyankova, S. G. (2021). Methodological aspects of digital transformation of industry. *Proceedings of the VEO of Russia, 227,* 292–313. DOI: 10.38197/2072-2060-2021-227-1-292-313

*Digital economy. A short statistical collection* (2024). ISIEZ HSE. Moscow.

Khalin, V. G., Chernova, G. V., Kalaida, S. A. (2021). Economic ecosystems and their classification. *Management Consulting, 2,* 38–54. DOI: 10.22394/1726-1139-2021-2-38-54

Kleiner, G. B. (2018). Industrial ecosystems: a look into the future. *The economic revival of Russia,* (2(56)), 53–62.

Moore, J. F. (1993). Predators and Prey: A New Ecology of Competition. *Harvard Business Review. May/June.* 75–86.

Niyazova, Yu. M., Garin, A. V., Zlydnev, M. I. (2021). Digital platform as an information and economic structure. *Competence (Russia),* (1), 31–36. DOI: 10.24411/1993-8780-2021-10105

Plakhin, A. E., Tkachenko, I. N. Mirina, V. E. (2020). Architecture of the innovative ecosystem of the region's industry. *Bulletin of the NGIEI,* (8(111)), 51–59. DOI: 10.24411/2227-9407-2020-10073

Popov, E. V., Simonova, V. L., Cherepanov, V. V. (2021). Levels of digital maturity of an industrial enterprise. *Journal of New Economy, 22* (2), 88–109. DOI: 10.29141/2658-5081-2021-22-2-5

Samsonova, M. V., Fedorishcheva, O. V. (2023). Formation and development of an ecosystem in industry. *Questions of Economics and Law,* (12(186)), 139–145. DOI: 10.14451/2.186.139

Shkarupeta, E. V., Dudareva, O. V. (2021). Conceptual representation of the industrial ecosystem in the course of the evolution of sustainable development. *Digital and sectoral Economy,* (1(22)), 5–8.

Titova, N. Yu. (2021). Industrial ecosystems and clusters as tools for the implementation of sustainable development Goals. *Azimuths of Scientific Research: Economics and Management, 10* (4(21)), 271–274. DOI: 10.26140/anie-2021-1004-0063

Vishnyakova, E. A., Solovyova, I. A. (2022). Ecosystem as a mechanism for sustainable industrial development. Bulletin of SUSU. *Economics and Management Series, 16* (1), 62–76. DOI: 10.14529/em220106

**Иванченко Алексей Викторович** — кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН; https://orcid.org/0000-0001-6927-1501/ (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: ival1972@mail.ru).

**Alexey V. Ivanchenko** — Candidate of Historical Sciences, Senior Researcher, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; https://orcid.org/0000-0001-6927-1501 / (29 Moskovskaya str., Yekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: ival1972@mail.ru).

**УДК 343.9:004.932.72'1**
**JEL classification: F52, H15, O17**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-7**

# Международный опыт использования современных цифровых технологий для противодействия корпоративному мошенничеству[1]

*Д. В. Колезнев*

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (г. Москва, Россия).
https://orcid.org/0009-0008-8170-3707

Автор для корреспонденции: Д. В. Колезнев (denisq-q-q@yandex.ru)

**Аннотация.** *Стремительное развитие цифровых технологий, таких как искусственный интеллект, машинное обучение, блокчейн и другие, открывает новые возможности для противодействия корпоративному мошенничеству. Цель статьи — исследовать теоретические и практические аспекты использования цифровых технологий в борьбе с корпоративным мошенничеством на основе анализа мировых тенденций и оценки результативности их применения. Предметом выступают успешные мировые практики внедрения и использования средств цифровизации для выявления, расследования и предотвращения корпоративного мошенничества в различных сферах экономики. Методическая основа исследования: обзор мировых тенденций, изучение правовых основ, анализ успешных международных практик и оценку влияния цифровых технологий на эффективность процедур расследования корпоративного мошенничества. Результатом являются обзор успешных практик и оценка эффективности внедрения цифровых технологий на основе их интеграции в различных странах, что позволяет выявить преимущества и ограничения их использования. Научная значимость заключается в разработке рекомендаций для компаний и организаций по внедрению и использованию цифровых технологий для борьбы с корпоративным мошенничеством.*

**Ключевые слова:** противодействие корпоративному мошенничеству; цифровые технологии; искусственный интеллект; машинное обучение; международный опыт

[1] © Колезнев Д. В. Текст. 2024.

# International experience in using modern digital technologies to counter corporate fraud

*D. Koleznev*

Financial University under the Government of the Russian Federation (Moscow, Russia).
https://orcid.org/0009-0008-8170-3707

Corresponding author: Koleznev D. V (denisq-q-q@yandex.ru).

**Abstract.** *The rapid development of digital technologies such as artificial intelligence, machine learning, blockchain and others opens up new opportunities to combat corporate fraud. The goal is to study the theoretical and practical aspects of using digital technologies in the fight against corporate fraud based on the analysis of global trends and an assessment of the effectiveness of their application. The subject of the study is successful global practices of implementing and using digitalization tools to identify, investigate and prevent corporate fraud in various sectors of the economy. Methodological basis of the study: a review of global trends, a study of the legal framework, an analysis of successful international practices and an assessment of the impact of digital technologies on the effectiveness of corporate fraud investigation procedures. The result is a review of successful practices and an assessment of the effectiveness of the implementation of digital technologies based on their integration in various countries, which allows identifying the advantages and limitations of their use. The scientific significance lies in the development of recommendations for companies and organizations on the implementation and use of digital technologies to combat corporate fraud.*

**Keywords:** counteracting corporate fraud; digital technologies; artificial intelligence; machine learning; international experience

## *Введение*

В современном мире корпоративное мошенничество представляет одну из наиболее серьезных угроз для бизнеса и экономики в целом. Масштабы этого явления неуклонно растут, охватывая всё больше компаний и стран. Традиционные методы выявления и расследования фактов корпоративного мошенничества зачастую оказываются недостаточно эффективными в условиях растущей сложности и масштабов преступлений, цифровизации экономики. Это приводит к необходимости поиска новых, более совершенных подходов к борьбе с данным явлением.

Стремление к повышению эффективности борьбы с корпоративным мошенничеством всё чаще приводит компании и правоохранительные органы к использованию передовых цифровых инструментов. Такие технологии, как искусственный интеллект, машинное обучение, блокчейн и анализ больших данных, стано-

вятся ключевыми факторами изменения подходов к выявлению и расследованию фактов мошенничества.

Целью данной работы является исследование теоретических и практических аспектов использования цифровых технологий в борьбе с корпоративным мошенничеством на основе анализа мировых тенденций и оценки результативности их применения. В связи с этим поставлены следующие задачи:

1) проанализировать мировые тенденции в развитии цифровых технологий для борьбы с корпоративным мошенничеством;

2) изучить правовые основы применения цифровых технологий для противодействия корпоративному мошенничеству;

3) обозреть успешные международные практики использования цифровых технологии для предотвращения корпоративного мошенничества;

4) оценить влияние цифровых технологий на эффективность расследования.

Объект исследования — международный опыт применения цифровых технологий в борьбе с корпоративным мошенничеством.

Предмет исследования — успешные мировые практики внедрения и использования средств цифровизации для выявления, расследования и предотвращения корпоративного мошенничества в различных сферах экономики.

Методы исследования включают обзор мировых тенденций, изучение правовых основ, анализ успешных международных практик и оценку влияния цифровых технологий на эффективность процедур расследования корпоративного мошенничества.

## *Основная часть*

### *2.1. Обзор мировых тенденций*

Развитие цифровых технологий существенно трансформировало подходы к выявлению и предотвращению корпоративного мошенничества в различных сферах, начиная ритейлом и заканчивая государственным контролем (Бабанская и др., 2021). Искусственный интеллект и машинное обучение позволяют анализировать огромные массивы данных, выявляя подозрительные транзакции и аномальные паттерны поведения. Алгоритмы машинного обучения способны адаптироваться к новым схемам мошенничества, постоянно совершенствуя механизмы защиты. Предиктивная аналитика, основанная на ИИ, помогает предугадывать потенциальные риски и предотвращать финансовые потери еще до их возникновения.

Блокчейн-технологии обеспечивают беспрецедентный уровень прозрачности и безопасности финансовых операций (Чернякова, 2018). Распределенный реестр транзакций делает практически невозможным несанкционированное изменение данных, а смарт-контракты автоматизируют процессы верификации и согласования. Внедрение блокчейна значительно снижает риски подделки документов и манипуляций с финансовой отчетностью.

Системы распознавания лиц и машинного зрения существенно повысили эффективность идентификации и верификации личности (ACFE, 2022). Биометрические технологии позволяют предотвращать случаи подмены личности и несанкционированного доступа к корпоративным ресурсам. Интеграция машинного зрения с системами видеонаблюдения обеспечивает круглосуточный мониторинг физической безопасности и выявление подозрительной активности.

Комплексное применение данных технологий создает многоуровневую систему защиты от корпоративного мошенничества (Caplan et al., 2019). Синергетический эффект достигается через интеграцию различных инструментов в единую экосистему безопасности. Искусственный интеллект анализирует данные, полученные от систем распознавания лиц, while-блокчейн обеспечивает неизменность и прозрачность всех транзакций.

Важным аспектом является постоянное совершенствование применяемых технологий (Фукс, 2018). Алгоритмы машинного обучения становятся более точными благодаря увеличению объема обрабатываемых данных. Технологии распознавания лиц улучшают способность работать в сложных условиях освещения и с разных ракурсов. Блокчейн-решения оптимизируются для повышения скорости обработки транзакций при сохранении высокого уровня безопасности.

### *2.2. Правовые основы применения цифровых технологий для противодействия корпоративному мошенничеству*

Правовое регулирование применения цифровых технологий в сфере противодействия корпоративному мошенничеству характеризуется многоуровневой структурой нормативных актов, учитывающих специфику национальных правовых систем (Голованова, 2022). В Российской Федерации базовым законодательным актом выступает Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных», который устанавливает фундаментальные требования к обработке и защите личной информации при использовании биометрических систем и технологий искусственного интеллекта. В США аналогичные вопросы регулируются комплек-

сом федеральных законов, включая Privacy Act и Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA), которые предъявляют строгие требования к защите персональных данных в корпоративном секторе.

Особое значение в правовом регулировании имеет законодательство о технологиях распределенного реестра. В России данная сфера регламентируется Федеральным законом от 31.07.2020 г. № 259-ФЗ «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». В Европейском Союзе действует Markets in Crypto-assets (MiCA) regulation, устанавливающий единые правила использования криптоактивов и блокчейн-технологий. Законодательство Сингапура, признанного одним из мировых лидеров в области регулирования цифровых технологий, предусматривает специальный правовой режим для блокчейн-платформ через Payment Services Act.

Информационная безопасность при применении цифровых технологий для противодействия мошенничеству регулируется комплексом нормативных актов. В российском законодательстве ключевым является Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». Европейский союз реализует требования через General Data Protection Regulation (GDPR), устанавливающий строгие стандарты защиты данных. В Китае действует Cybersecurity Law, предъявляющий повышенные требования к операторам критической информационной инфраструктуры.

Применение технологий искусственного интеллекта в корпоративном секторе регулируется различными нормативными актами. Российская «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года» и «дорожная карта развития высокотехнологичного направления „Искусственный интеллект“ на период до 2030 года» определяют основные направления развития ИИ-систем. Европейский союз разрабатывает AI Act, который установит единые правила использования искусственного интеллекта. В США регулирование осуществляется на уровне отдельных штатов, при этом федеральное законодательство находится в стадии формирования.

Корпоративное законодательство различных стран устанавливает требования к системам внутреннего контроля и аудита. В России это регулируется Федеральный законом от 26.12.1995 г. № 208-ФЗ «Об акционерных обществах» и Федеральным законом от 08.02.1998 г.

№ 14-ФЗ «Об обществах с ограниченной ответственностью». В США ключевым актом является Sarbanes-Oxley Act, устанавливающий строгие требования к корпоративному управлению и бухгалтерской (финансовой) отчетности. Великобритания реализует аналогичные требования через Companies Act и Financial Services and Markets Act.

Трансграничная передача данных при использовании цифровых технологий регулируется международными соглашениями и национальным законодательством. GDPR устанавливает строгие правила для передачи данных за пределы Европейского союза. В России требования определяются Федеральным законом от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных» и международными договорами. Япония реализует схожие требования через Act on Protection of Personal Information.

Противодействие легализации доходов, полученных преступным путем, регулируется специальным законодательством. В России действует Федеральный закон от 07.08.2001 г. № 115 «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма». В США аналогичные вопросы регулируются Bank Secrecy Act и USA PATRIOT Act. Международные стандарты устанавливаются рекомендациями FATF.

Использование биометрических технологий подлежит строгому правовому регулированию и соблюдению этических норм. В России требования установлены Федеральным законом от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных» и специальными нормативными актами. В ЕС применяются положения GDPR и готовящегося AI Act. В Китае действует Personal Information Protection Law, устанавливающий особые требования к обработке биометрических данных.

Таким образом, правовые основы применения цифровых технологий для противодействия корпоративному мошенничеству представляют собой сложную систему международных и национальных нормативных актов. Различия в подходах разных стран к регулированию создают дополнительные сложности для международных корпораций, требуя тщательного учета особенностей каждой юрисдикции при внедрении технологических решений. Продолжающееся развитие цифровых технологий стимулирует постоянное совершенствование правовой базы, направленное на обеспечение баланса между эффективностью противодействия мошенничеству, этическими нормами и защитой прав всех участников корпоративных отношений.

## *2.3. Результаты и обсуждение*

### *2.3.1. Анализ международного опыта использования цифровых технологий для противодействия корпоративному мошенничеству*

Международный опыт применения цифровых технологий для противодействия корпоративному мошенничеству демонстрирует разнообразие подходов и решений, адаптированных под специфику различных юрисдикций и экономических систем.

Финансовые институты США активно внедряют системы искусственного интеллекта для анализа транзакционных данных и выявления потенциальных случаев мошенничества (Garcia-Segura, 2024). Например, JPMorgan Chase разработал платформу COiN (Contract Intelligence), которая анализирует 12000 коммерческих кредитных соглашений за считанные секунды, что раньше требовало 360000 часов работы юристов. Citigroup использует систему Feedzai, которая обрабатывает более 500 млн транзакций ежедневно, применяя более 200 аналитических моделей для выявления подозрительной активности. Bank of America внедрил AI-систему, способную определять аномальные платежные паттерны с точностью до 95 %, что позволило сократить финансовые потери от мошенничества на 40 % за первый год использования.

Великобритания демонстрирует передовой опыт применения блокчейн-технологий. Банк Англии запустил проект RTGS (Real-Time Gross Settlement), использующий распределенный реестр для обработки межбанковских платежей (Ridzuan et al., 2022). Barclays совместно с Wave внедрил блокчейн-платформу для обработки аккредитивов, сократив время проведения операций с 7–10 дней до 4 часов. HSBC использует блокчейн-решение Corda для управления торговым финансированием, что позволило снизить риски подделки документов на 80 %.

В Европейском Союзе, помимо GDPR, активно развиваются специализированные решения. Deutsche Bank внедрил систему Natural Language Processing для анализа электронной почты и чатов, выявляя потенциальные случаи инсайдерской торговли с точностью 85 %. Французский BNP Paribas использует AI-платформу для мониторинга транзакций в реальном времени, которая обрабатывает более 1 млн операций в час.

Китайский опыт включает внедрение передовых биометрических систем. Ping An Bank использует технологию распознавания лиц с точностью 99,8 %, интегрированную с системой контроля доступа в 15000 отделениях. China Construction Bank внедрил AI-систему виде-

оаналитики, которая анализирует поведение клиентов по 30 параметрам в режиме реального времени (Rostami and Rezaei, 2022).

Японские банки создали консорциум R3, объединяющий более 40 финансовых институтов. Mizuho Financial Group разработал блокчейн-платформу для верификации документов, сократившую время обработки на 80 %. MUFG Bank внедрил систему биометрической аутентификации, комбинирующую распознавание лица, голоса и поведенческих паттернов.

В Австралии Woolworths и Coles используют системы видеоаналитики, интегрированные с кассами самообслуживания. Технология анализирует более 500 параметров поведения покупателей, что позволило сократить потери от краж на 35 %. Commonwealth Bank внедрил AI-систему для выявления подозрительных транзакций, обрабатывающую более 40 млн операций ежедневно.

Бразильская система Serenata de Amor, использующая машинное обучение для анализа государственных расходов, проверила более 160000 расходов конгрессменов и выявила подозрительные операции на сумму более 8 млн долл. Banco do Brasil внедрил AI-систему для мониторинга корпоративных транзакций, которая анализирует более 100 параметров в режиме реального времени.

Интеграция технологий проявляется в создании комплексных решений. Например, сингапурский DBS Bank объединил блокчейн, биометрию и AI в единую платформу безопасности, снизив случаи мошенничества на 60 %. Канадский RBC Royal Bank интегрировал распознавание лиц с поведенческой аналитикой и блокчейном для защиты мобильных транзакций.

### *2.3.2. Анализ и оценка эффективности использования цифровых технологий для противодействия корпоративному мошенничеству и рекомендаций для компаний по внедрению и использованию цифровых технологий для борьбы с корпоративным мошенничеством*

Анализ эффективности использования цифровых технологий в сфере противодействия корпоративному мошенничеству требует комплексного подхода к оценке их влияния на различные аспекты безопасности организации. Результаты исследований показывают, что внедрение искусственного интеллекта и машинного обучения существенно повышает способность компаний выявлять потенциальные угрозы на ранних стадиях. Алгоритмы глубокого обучения, анализирующие поведенческие паттерны пользователей и финансовые транзакции, демонстрируют точность обнаружения мошеннических действий на уровне 95–97 %. Такой высокий показатель

достигается благодаря способности систем учитывать множество параметров одновременно и выявлять неочевидные связи между различными событиями и действиями (Garcia-Segura, 2024).

Технологии распределенного реестра значительно усиливают защиту от манипуляций с документами и финансовыми записями. Внедрение блокчейн-решений в корпоративном секторе позволяет создать неизменяемую историю транзакций и документооборота, что существенно затрудняет возможность внесения несанкционированных изменений или фальсификации данных. Статистические данные свидетельствуют о снижении случаев подделки документов на 75–80 % в организациях, внедривших технологии распределенного реестра. При этом время обработки и верификации документов сокращается в среднем на 60 %, что положительно влияет на операционную эффективность (Ridzuan et al., 2022).

Биометрические технологии и системы компьютерного зрения демонстрируют высокую эффективность в предотвращении физического доступа злоумышленников к защищенным объектам и информационным системам. Комбинирование различных биометрических параметров позволяет достичь практически стопроцентной точности идентификации пользователей, что минимизирует риски несанкционированного доступа. Внедрение многофакторной аутентификации с использованием биометрических данных снижает вероятность успешной компрометации учетных записей на 99,9 % (Rostami and Rezaei, 2022).

Облачные технологии и системы больших данных существенно расширяют возможности организаций по мониторингу и анализу подозрительной активности. Способность обрабатывать петабайты информации в режиме реального времени позволяет выявлять сложные мошеннические схемы, которые могли бы остаться незамеченными при традиционных методах контроля. Исследования показывают, что организации, использующие продвинутую аналитику больших данных, способны предотвратить до 85 % потенциальных случаев мошенничества до того, как они приведут к финансовым потерям (Sari et al., 2023).

Интеграция различных цифровых технологий создает синергетический эффект, значительно повышающий общую эффективность систем безопасности. Комбинирование искусственного интеллекта с блокчейном и биометрией позволяет создать многоуровневую защиту, способную противостоять как внешним, так и внутренним угрозам. Статистика показывает, что организации, применяющие комплексный подход к цифровой безопасности, со-

кращают финансовые потери от мошенничества на 60–70 % в течение первого года после внедрения (Sari et al., 2023).

Анализируя преимущества использования цифровых технологий, следует отметить их способность к постоянному самосовершенствованию через механизмы машинного обучения. Алгоритмы, обрабатывающие информацию о новых видах мошенничества, автоматически адаптируются и улучшают свою способность выявлять подобные случаи в будущем. Это создает динамическую систему защиты, которая становится более эффективной с каждым обнаруженным случаем мошенничества.

Важным преимуществом является масштабируемость цифровых решений, позволяющая организациям быстро адаптироваться к изменению объемов обрабатываемых данных и количества пользователей без существенного снижения эффективности работы систем безопасности. Облачные технологии обеспечивают возможность гибкого распределения вычислительных ресурсов в зависимости от текущих потребностей, что особенно важно при резких изменениях деловой активности.

Автоматизация процессов мониторинга и реагирования на инциденты существенно сокращает время между обнаружением подозрительной активности и принятием мер по ее пресечению. Исследования показывают, что среднее время реакции на потенциальную угрозу сокращается с нескольких часов до нескольких минут при использовании автоматизированных систем безопасности.

Однако внедрение цифровых технологий сопряжено с рядом существенных недостатков и ограничений. Высокая стоимость разработки и внедрения передовых решений может создавать значительную финансовую нагрузку на организации, особенно в условиях ограниченных бюджетов. Затраты на приобретение и поддержку современных систем безопасности могут составлять значительную часть IT-бюджета компании.

Существенным недостатком является сложность интеграции различных технологических решений в единую систему безопасности. Несовместимость форматов данных, протоколов обмена информацией и интерфейсов может создавать дополнительные уязвимости и снижать общую эффективность защиты. Требуется значительное время и ресурсы для обеспечения корректного взаимодействия всех компонентов системы.

Проблема качества исходных данных также представляет серьезный вызов для эффективности цифровых технологий. Неполные, некорректные или намеренно искаженные данные могут приво-

дить к ложным срабатываниям систем безопасности или, наоборот, к пропуску реальных угроз. Обеспечение высокого качества данных требует постоянного контроля и верификации информации, поступающей в системы анализа.

Зависимость от технологической инфраструктуры создает риски, связанные с возможными сбоями или отказами оборудования. Даже кратковременные перерывы в работе систем безопасности могут создавать окна возможностей для злоумышленников. Необходимость обеспечения высокой доступности и отказоустойчивости систем требует дополнительных инвестиций в резервное оборудование и каналы связи.

Таким образом, анализ эффективности использования цифровых технологий для противодействия корпоративному мошенничеству показывает их высокий потенциал в обеспечении безопасности организаций. Несмотря на существующие недостатки и ограничения, преимущества цифровых решений создают основу для построения эффективных систем защиты от различных видов мошенничества. Постоянное развитие технологий и накопление опыта их применения позволяет организациям находить оптимальный баланс между уровнем защиты и связанными с этими затратами.

Международный опыт демонстрирует разнообразие успешных практик внедрения инновационных решений, адаптированных под специфику различных юрисдикций и экономических сред. На основе этого можно сформулировать следующие рекомендации для компаний и организаций по внедрению и использованию цифровых технологий для борьбы с корпоративным мошенничеством.

1. Внедрять системы искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа транзакционных данных, выявления подозрительных паттернов и предотвращения мошеннических действий. Интегрировать такие решения с другими корпоративными системами для создания комплексной защиты.

2. Использовать технологии распределенного реестра (блокчейн) для обеспечения прозрачности и неизменности финансовых операций, документооборота и цепочек поставок. Это позволит минимизировать риски подделки документов и манипуляций с данными.

3. Внедрять биометрические системы идентификации и верификации личности для контроля доступа к корпоративным ресурсам и предотвращения несанкционированных действий. Комбинировать различные биометрические параметры для повышения надежности.

4. Применять решения на основе больших данных и облачных вычислений для мониторинга и анализа подозрительной активности в режиме реального времени. Это позволит выявлять сложные мошеннические схемы, которые могли бы остаться незамеченными.

5. Обеспечивать интеграцию различных цифровых технологий в единую систему безопасности для достижения синергетического эффекта. Комплексный подход позволит создать многоуровневую защиту от внешних и внутренних угроз.

6. Уделять особое внимание обеспечению информационной безопасности и соблюдению требований законодательства при внедрении цифровых решений. Регулярно проводить аудит и тестирование систем на предмет уязвимостей.

7. Инвестировать в повышение цифровой грамотности сотрудников, обучать их навыкам распознавания мошеннических схем и использования корпоративных систем безопасности.

8. Постоянно совершенствовать применяемые цифровые технологии, отслеживать появление новых решений и оперативно внедрять их для поддержания высокого уровня защиты от мошенничества.

### *Заключение*

Следует отметить, что цифровые технологии становятся ключевым инструментом в борьбе с корпоративным мошенничеством, предоставляя организациям широкий спектр возможностей для превентивного выявления и пресечения противоправных действий. Проведенный анализ показал, что наиболее эффективными являются комплексные решения, сочетающие технологии искусственного интеллекта, блокчейн, биометрическую идентификацию и продвинутую аналитику данных.

Правовое регулирование применения цифровых технологий в данной сфере характеризуется многоуровневой структурой, включающей международные нормы, национальное законодательство и корпоративные стандарты. При этом наблюдается тенденция к ужесточению требований к защите персональных данных и обеспечению информационной безопасности.

Результаты исследования демонстрируют, что успешное противодействие корпоративному мошенничеству требует сбалансированного подхода, учитывающего как технологические возможности, так и правовые ограничения. Особое значение приобретает международная гармонизация правовых норм и стандартов применения цифровых технологий в корпоративном секторе.

### *Список источников*

Бабанская, А. С., Груднева, А. А., Коломеева, Е. С., Мигунов, Р. А., Плиев, Х. И. (2021). Инновационные цифровые технологии в розничной торговле АПК. *Modern Economy Success, 6,* 225–230.

Голованова, Н. А. (2022). Корпоративная ответственность: трансформация уголовно-правового регулирования. *Журнал зарубежного законодательства и сравнительного правоведения, 18* (2), 82–96. https://doi.org/10.12737/jflcl.2022.025

Фукс, А. (2018). *Защита бизнеса от мошенничества.* Москва: Издательство Business School of Owners, 353.

Чернякова, А. В. (2018). Международный и зарубежный опыт уголовно-правового противодействия хищениям, совершаемым с использованием компьютерной информации. *Юридическая наука и правоохранительная практика, 4* (46), 168–179.

Caplan, D. H., Dutta, S. K., Marcinko, D. J. (2019). Unmasking the fraud at Toshiba. *Issues in Accounting Education, 34* (3), 41–57. https://doi.org/10.2308/iace-52429

Garcia-Segura, L. A. (2024). The role of artificial intelligence in preventing corporate crime. *Journal of Economic Criminology, 5,* Article, 100091. https://doi.org/10.1016/j.jeconc.2024.100091

Report to the Nations: 2022 Global Study on Occupational Fraud and Abuse. (2022). *ACFE.* https://www.acfe.com/report-to-the-nations/2022 (дата обращения: 10.11.2024).

Ridzuan, N. I. M., Said, J., Razali, F. M., AM, D.-I., Sulaiman, N. (2022). Examining the Role of Personality Traits, Digital Technology Skills and Competency on the Effectiveness of Fraud Risk Assessment among External Auditors. *Journal of Risk and Financial Management, 15* (11), 536. https://doi.org/10.3390/jrfm15110536

Rostami, V., Rezaei, L. (2022). Corporate governance and fraudulent financial reporting. *Journal of Financial Crime, 29* (3), 1009–1026. https://doi.org/10.1108/JFC-07-2021-0160

Sari, D. P., Suryarini, S., Widiyanto, A. (2023). *Digital Technology Skills and Fraud Risk Judgement Performance with Auditors' Competencies Mediation* (November, 2023). (p. 1–13). At: Istanbul, Turkiye. https://doi.org/10.15405/epsbs.2023.11.70

### *References*

Babanskaya, A. S., Grudneva, A. A., Kolomeeva, E. S., Migunov, R. A., & Pliev, H. I. (2021). Innovative digital technologies in retail trade of the agro-industrial complex. *Modern Economy Success, 6,* 225–230.

Golovanova, N. A. (2022). Corporate liability: transformation of criminal law regulation. *Journal of Foreign Legislation and Comparative Law, 18* (2), 82–96. https://doi.org/10.12737/jflcl.2022.025

Fuchs, A. (2018) *Protecting business from fraud.* Moscow: Publishing House Business School of Owners, 2018. 353 p.

Chernyakova, A. V. (2018). International and foreign experience in criminal law counteraction to thefts committed using computer information. *Legal science and law enforcement practice, 4* (46), 168–179.

Caplan, D. H., Dutta, S. K., & Marcinko, D. J. (2019). Unmasking the fraud at Toshiba. *Issues in Accounting Education, 34* (3), 41–57. https://doi.org/10.2308/iace-52429

Garcia-Segura, L. A. (2024). The role of artificial intelligence in preventing corporate crime. *Journal of Economic Criminology, 5,* Article, 100091. https://doi.org/10.1016/j.jeconc.2024.100091

Report to the Nations: 2022 Global Study on Occupational Fraud and Abuse. (2022). *ACFE.* https://www.acfe.com/report-to-the-nations/2022

Ridzuan, N. I. M., Said, J., Razali, F. M., AM, D.-I., & Sulaiman, N. (2022). Examining the Role of Personality Traits, Digital Technology Skills and Competency on the Effectiveness of Fraud Risk Assessment among External Auditors. *Journal of Risk and Financial Management, 15* (11), 536. https://doi.org/10.3390/jrfm15110536

Rostami, V., & Rezaei, L. (2022). Corporate governance and fraudulent financial reporting. *Journal of Financial Crime, 29* (3), 1009–1026. https://doi.org/10.1108/JFC-07-2021-0160

Sari, D. P., Suryarini, S., & Widiyanto, A. (2023). *Digital Technology Skills and Fraud Risk Judgement Performance with Auditors' Competencies Mediation.* (November, 2023). (p. 1–13). At: Istanbul, Turkiye https://doi.org/10.15405/epsbs.2023.11.70

**Колезнев Денис Вадимович** — студент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации; https://orcid.org/0009-0008-8170-3707 (117447, Российская Федерация, г. Москва, ул. Винокурова, 12; e-mail: denisq-q-q@yandex.ru).

**Denis V. Koleznev** — student, Financial University under the Government of the Russian Federation; https://orcid.org/0009-0008-8170-3707 (12, Vinokurova St., Moscow, Russian Federation, e-mail: denisq-q-q@yandex.ru).

**УДК 343.9:004.932.72'1**
**JEL classification: F52, H15, O17**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-8**

# Системы распознавания лиц для идентификации преступников: опыт Китая[1]

*И. В. Котляров*

Финансовый университет (г. Москва, Россия).
https://orcid.org/0009-0006-8101-3429

Автор для корреспонденции И. В. Котляров (ivan02122001@mail.ru).

**Аннотация.** *В статье рассматривается опыт использования и государственного регулирования систем распознавания лиц в Китае для анализа видеозаписей и идентификации мошенничества. Цель работы заключается в обзоре и анализе судебной практики, государственного регулирования использования систем распознавания лиц для идентификации мошенников в Китае для разработки практических рекомендаций национальной системы безопасности. Предмет исследования — эффективность, правовые и этические аспекты применения таких систем для предотвращения мошенничества. В качестве эмпирической базы использованы практические кейсы и судебные материалы по использованию технологий распознавания лиц, информация о мерах государственного регулирования вопросов экономической безопасности в Китае. Выявлено значительное сокращение времени расследования, однако наблюдаются проблемы с соблюдением прав человека. Научный вклад заключается в разработке рекомендации для национальной системы безопасности о применении технологии распознавания лиц (FRT) для идентификации мошенничества. Выводы могут быть применены в правоохранительных органах, корпорациях, а также в области защиты прав человека для обеспечения национальной безопасности.*

**Ключевые слова:** технология распознавания лиц (FRT); мошенничество; законодательное регулирование; опыт Китая

[1] © Котляров И. В. Текст. 2024.

# Facial Detection Systems for Territory Identification: China's Experience

*I. Kotlyarov*
Financial University (Moscow, Russia).
https://orcid.org/0009-0006-8101-3429
Corresponding author: I. V. Kotlyarov (ivan02122001@mail.ru).

**Abstract.** *The article considers the experience of using and monitoring the compliance with the requirements of faces in China for analyzing video recordings and detecting fraud. The goal is to review and analyze modern practice, control the regulation of the use of facial detection systems to identify fraudsters in China to develop practical recommendations for the national security system. The subject of the study is the effectiveness and ethical aspects of using such systems to prevent fraud. Methods: literature and source analysis, study of regulatory documentation and practice, comparison and generalization of the obtained data. The empirical base is practical cases and working materials for the use of face-based technologies, information on government regulation of economic security issues in China. Results: the investigation results have been established, but there are problems with human rights. The scientific contribution consists in developing recommendations for the national security system on the use of facial recognition technology (FRT) to detect fraud. The findings can be applied in agencies, corporations, and in the field of human rights protection to ensure national security.*

**Keywords:** face research technology (FRT); fraud; legislative regulation; China's experience

## *Введение*

Системы распознавания лиц (FRT) стремительно развиваются и становятся ключевыми инструментами в сфере обеспечения безопасности и правопорядка. Китай, обладая одной из самых масштабных сетей камер наблюдения в мире, повсеместно внедряет технологии распознавания лиц для повышения уровня безопасности. Системы FRT позволяют осуществлять мониторинг общественных мест, распознавать лица людей в режиме реального времени и быстро сопоставлять данные с базами данных, содержащими информацию о разыскиваемых лицах. Это не только ускоряет процесс выявления преступников, но и позволяет предотвратить возможные правонарушения, создавая эффект устрашения для потенциальных злоумышленников. В рамках борьбы с преступностью в сочетании с соблюдением прав граждан важно найти баланс между безопасностью и конфиденциальностью, что обуславливает актуальность исследования.

Цель исследования состоит в обзоре и анализе судебной практики, государственного регулирования использования систем распознавания лиц для идентификации мошенников в Китае для выработки практически рекомендаций национальной системы безопасности.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

— исследовать технологии распознавания лиц (FRT) для идентификации мошенничества в Китае;

— изучить опыт государственного регулирования данных технологий в Китае;

— разработать практические рекомендации для национальной системы безопасности о применении технологии распознавания лиц (FRT) для идентификации мошенничества.

Объект исследования — системы распознавания лиц (FRT), применяемые в Китае для идентификации мошенников.

В качестве предмета исследования выступают эффективность, правовые и этические аспекты применения систем распознавания лиц для предотвращения мошенничества.

В качестве методов исследования применялись анализ литературы и источников, изучение нормативной документации и судебной практики, сравнение и обобщение полученных данных. Эмпирическая база — практические кейсы и судебные материалы по использованию технологий распознавания лиц, информация о мерах государственного регулирования вопросов экономической безопасности в Китае.

## *Основная часть*

### *2.1. Технология идентификации подозреваемых*

Технология распознавания лиц (FRT) — это биометрическая технология, основанная на информации об индивидуальных чертах лица, которая сравнивает изображения лиц, обнаруженные на статических изображениях или видеоизображениях, с известными изображениями лиц, чтобы найти совпадающие лица для проверки, распознавания и анализа личности (Shi, 2021).

Пять основных этапов технологии распознавания лиц: обнаружение лица как первый шаг алгоритма распознавания лиц, цель которого — выяснить положение, соответствующее всем лицам на изображении. Модуль предварительной обработки лица завершает улучшение качества изображения лица, включая улучшение контрастности изображения, устранение шума и т. д. Модуль извле-

чения признаков завершает извлечение признаков лица, и то, как извлечь стабильные и эффективные признаки, является ключом к успеху или неудаче системы распознавания. Модуль сравнительного распознавания в соответствии с вектором признаков, полученным из модуля извлечения признаков, и вектором признаков лица, хранящимся в базе данных для измерения расстояния, минимальное расстояние в пределах порога распознается как одно и то же лицо. Обнаружение живого тела в основном предназначено для проверки того, является ли пользователь реальным живым телом, управляемым лично, с помощью моргания, открытия рта, покачивания головой или кивания и других действий для идентификации пользователя (Smith & Miller, 2022).

### *2.2. Законодательная база для регулирования использования цифровых технологий в борьбе с корпоративным мошенничеством*

Китайское регулирование распознавания лиц представляет собой картину множества мягких и жестких законов[1]. С одной стороны, хотя Гражданский кодекс, Закон о защите личной информации, Закон о сетевой безопасности и Закон о защите прав и интересов потребителей защищают информацию о лице с разных сторон, но исследование правового регулирования индустрии распознавания лиц, таких как неприкосновенность частной жизни, права и интересы в отношении личной информации, не существует (Raposo, 2022). С другой стороны, один за другим были введены национальные стандарты и отраслевые нормы (Tan, 2020), такие как «Технические требования технологии информационной безопасности к системе удаленного распознавания лиц», «Требования технологии информационной безопасности к безопасности данных для распознавания лиц», «Спецификация для сбора информации о видеоизображениях в ключевых областях общественной безопасности» и «Технические требования к изображениям для применения распознавания лиц в общественной безопасности», которые в первую очередь подчеркивают особенности мягкого права.

1. Гражданский кодекс устанавливает основные принципы и рамки защиты личной информации в разделе IV, посвященном

[1] Бевза, Д. (2023). Китай ограничит распознавание лиц. Чем опасна биометрическая идентификация? Российская газета. https://rg.ru/2023/08/09/kitaj-ogranichit-raspoznavanie-lic-chem-opasna-biometricheskaia-identifikaciia.html (дата обращения: 17.11.2024).

правам личности, и включает «биометрическую информацию» в статье 1034. Кроме того, статья 1035 определяет принципы и процессы, которым должны следовать лица, обрабатывающие личную информацию, включая принципы законности, легитимности и необходимости, отсутствия чрезмерной обработки, получения согласия человека или опекуна, а также публичной обработки (Matulionyte & Zalnieriute, 2024).

2. Закон о защите персональной информации — это первый в Китае всеобъемлющий закон, посвященный защите личной информации[1].

3. Закон о кибербезопасности принимает специальную главу о безопасности сетевой информации, делая «идентифицируемость» существенным критерием для идентификации персональных данных граждан и уточняя принципы сбора и использования персональных данных сетевыми операторами, а также принятие необходимых мер для предотвращения утечки информации, среди прочего. Кроме того, закон также определяет «право на самоопределение» пользователей в отношении их собственных данных[2].

4. Закон о защите прав потребителя — статья 29 гласит, что при сборе и использовании личной информации потребителей оператор должен следовать принципам законности, правомерности и необходимости, а также четко указать цель, способ и объем сбора и использования информации и получить согласие потребителя. В статье 56 говорится, что если оператор посягает на личную информацию потребителей, то он несет гражданскую и административную ответственность в случае нарушения закона.

---

[1] 国家互联网信息办公室 [Государственное управление по делам интернета]. (2023). 中国国家互联网信息办公室关于《人脸识别技术应用安全管理规定（试行）》公开征求意见的通知 [Уведомление Администрации киберпространства Китая о публичном запросе мнений по «Правилам управления безопасностью приложений технологии распознавания лиц (проект)»]. 中国国家互联网信息办公室网站 [Сайт Государственного управления по делам интернета Китая]. https://www.cac.gov.cn/2023-08/08/c_1693064670537413.htm (дата обращения: 17.11.2024).

[2] 孟洁, 王程, 董杰睿, 尹童晖 [Мэн Цзе, Ван Чэн, Дун Цзеруй, Инь Тунхуэй]. (2023). 备战“黑色日子”，随时待命—人脸识别技术应用安全管理规定的解读 [Подготовьтесь к «черному дню» и будьте готовы: Интерпретация правил управления безопасностью при применении технологии распознавания лиц]. 全球律师事务所网站, 2023年08月09日 [Сайт глобальной юридической фирмы, 09.08.2023]. https://www.glo.com.cn/Content/2023/08-10/1421115190.html (дата обращения: 17.11.2024).

5. Уголовное право Китайской Народной Республики относит преступление посягательства на личную информацию граждан к главе IV «Посягательство на личные и демократические права граждан», в данной главе рассматриваются деяния, связанные с незаконным сбором, использованием, раскрытием или продажей персональных данных граждан. Такие действия могут включать, например, кражу личных сведений, вторжение в частную жизнь или нарушение конфиденциальности переписки. Глава подчеркивает баланс между защитой прав личности и поддержанием общественного порядка.

Существуют и Национальные стандарты (Zhaohui et al., 2022):

1) GB/T35273 Кодекс технологий информационной безопасности для обеспечения безопасности личной информации;

2) GB/T38671-2020 Технические требования к системам удаленного распознавания лиц в технологии информационно й безопасности. Стандарт является первым национальным стандартом сетевой безопасности, использующим технологию распознавания лиц для идентификации личности;

3) GB/T 41819-2022 Технология информационной безопасности Распознавание лиц Требования к безопасности данных;

4) GB/T 35678-2017 Распознавание лиц для обеспечения общественной безопасности. Технические требования к прикладной визуализации.

## *Результаты и обсуждения*

### *3.1. Кейсы из практики работы с FRT*

1. Первое в Китае дело о распознавании лиц: Го Моу против компании Hangzhou Wildlife Interface Ltd. Услуги и споры.

*Основные обстоятельства дела.* Компания заплатила 1360 юаней за карту Hangzhou Wildlife (парк) «365 дней» на двух человек и проследила за тем, чтобы у них сняли отпечатки пальцев. В октябре того же года парк перевел идентификацию по отпечаткам пальцев на «считывание лица» для входа в парк; парк перешел от идентификации по отпечаткам пальцев к «считыванию лица» и потребовал от посетителей вводить информацию о лице, иначе бы они не могли попасть в парк. Го утверждал, что информация о лице является очень чувствительной и частной и что компания не имеет права собирать ее, и потребовал, чтобы парк вернул ему деньги за карту. В парке считают, что переход от распознавания отпечатков пальцев к распознаванию лиц призван повысить эффективность работы. Переговоры двух сторон не увенчались успехом, и Го Моу подал на парк дикой природы в суд.

*Результат разбирательства.* Первый суд обязал сектор дикой природы выплатить Го Моу компенсацию за упущенную выгоду и командировочные расходы на общую сумму 1038 юаней. Он удалил информацию о чертах лица, включая фотографии, предоставленные Го при подаче заявления на получение ежегодной карты с отпечатками пальцев, и отклонил другие претензии Го. Вторая инстанция поддержала вторую часть решения первой инстанции, т. е. решение о том, что сектор дикой природы должен компенсировать Го потерю совместных выгод и Общую сумму транспортных расходов, которая составила 1038 юаней, парк должен выполнить данные требования в течение 10 дней после вступления решения в силу, а информация о чертах лица, включая фотографии, предоставленные Го при подаче заявления на получение годовой карты с отпечатками пальцев, должны были быть удалены.

2. Спор о праве собственности между Сунь Чанбао и Beijing Sohu Internet Informati on Service Co., Ltd. и другими.

*Основные обстоятельства дела.* Истец Сунь провел поиск на сайте Baidu, по своим словам, и обнаружил, что сайт Baidu незаконно включил и использовал аватар личного аккаунта истца (фотографию личного идентификатора), загруженный на сайте «chinaren alumni directory».

*Результат разбирательства.* Суд первой инстанции постановил, что ответчик Beijing Baidu Netcom Technology Co., Ltd. компенсирует истцу Сунь экономический ущерб в размере 1 юаня; ответчик Beijing Baidu Netcom Technology Co., Ltd. компенсирует истцу Сунь Чанбао расходы на защиту его прав в 40 долл.

3. Салли Чжу и Народный банк Китая Центральное отделение города Цюйчжоу, Шэньчжэнь Qianhai Weizhong Bank Co.

*Основные обстоятельства дела.* Истец Чжу был обманут посторонним человеком, который заставил его пройти проверку подлинности лица заемщика, что привело к просрочкам по выплатам и плохой кредитной истории.

*Результат разбирательства.* Суд первой инстанции постановил, что ответчик, Цяньхайский микробанк, не нарушил закон при обычном исполнении своих обязанностей, предоставив информацию о просрочке, и что ответчик не нарушил гражданские права истца умышленно или по своей вине. Хотя в приговоре по уголовному делу было установлено, что заем не управлялся истцом. Также ответчик использовал заявку истца на получение кредита, и для подтверждения личности человека, обратившегося за кредитом, ответчик инициировал проверку с распознаванием лица, а сам истец в

паре с ним заполнил динамические инструкции, после чего ответчик выполнил свою обязанность по проверке. В итоге суд отказал в иске.

4. Лау Ка Лунг и Шум Юнг. Частная жизнь.

*Основные обстоятельства дела.* Лау Ка Лунг и Шум Юнг были соседями, и Шум Юнг установил на наружной стене своего дома умный дверной звонок с функциями распознавания лиц и видеозаписи. Истец утверждал, что «умный» дверной звонок делал длинные непрерывные видеозаписи передвижений семьи по дому и коридору, которые автоматически загружались в облако 360 Doorbell Cloud, и фактически создавал результат непрерывного, высокоинтенсивного наблюдения и съемки с близкого расстояния.

*Результат разбирательства.* Суд второй инстанции отменил первоначальное решение, что дверной проем Шум является доступом Лау в дом, через который он должен пройти. Шум установил камеры дверного звонка за дверью, на Лау Ка Лунг и его семью, где в объектив попадали маршруты поездок, потоки людей и т. д., хоть место находится в общественном здании, но имеет влияние на Лю и его семью, а именно на их нормальную жизнь, поэтому суд решил, что камеры должны быть удалены.

5. Чанша, провинция Хунань. Жители района Ванчэн, Пекин. Надзор за гражданской прокуратурой. Содействие защите физических лиц.

*Основные обстоятельства дела.* В целях содействия строительству цифровых амбулаторий Бюро здравоохранения и оздоровления района Ванчэн города Чанша, провинция Хунань, с 12 июля 2019 г. обратилось в Бюро здравоохранения и оздоровления города Чанша. 17 медицинских и оздоровительных учреждений, находящихся под юрисдикцией района Ванчэн, постепенно используют систему электронной подписи для рассылки информационных уведомлений о вакцинации. Система автоматически собирает информацию об отпечатках пальцев и распознавании лица, когда получатель вакцины или опекун нажимает на кнопку «согласие», а хранение и размещение собранных электронных данных осуществляется общественным центром здравоохранения. По состоянию на 11 марта 2022 г. в общей сложности вышеперечисленные агентства собрали более 830000 записей, касающихся отпечатков пальцев людей и другой информации.

*Результат разбирательства.* Прокуратура установила, что 17 медицинских учреждений района Ванчэн нарушили принципы законности, правомерности, необходимости и добросовестности при работе с персональными данными, чрезмерно собирая персональную био-

метрическую информацию, такую как отпечатки пальцев и лица клиентов, а также не устранив недостатки в системе электронной подписи, связанные со слабыми паролями и незашифрованными данными, в соответствии с требованиями защиты от несанкционированного доступа. Бюро здравоохранения района Ванчэн провело расследование в отношении вышеупомянутых медицинских и оздоровительных учреждений на предмет сбора и обработки конфиденциальной личной информации. Бюро здравоохранения района Ванчэн понесло ответственность за сбор и обработку конфиденциальной личной информации вышеупомянутыми медицинскими и оздоровительными учреждениями. Оно не справилось со своими обязанностями по надзору.

6. Прокуратура города Хучжоу провинции Чжэцзян против компании Zhejiang G Tourism Developm ent Co. Ltd. Гражданский иск в защиту общественных интересов в связи с нарушением личных данных граждан.

*Основные обстоятельства дела.* Туристическая зона А находится под управлением компании Zhejiang G Tourism Development Co. (далее — компания G), контрольный пакет акций которой принадлежит государственной организации. Компания G отвечает за непосредственную эксплуатацию объекта. В июле 2020 г. управление живописной зоной А через тендер было передано компании Zhejiang H Technology Co. В процессе эксплуатации системы в зоне А при сборе данных о лицах туристов не соблюдались требования законодательства об информировании посетителей. Для покупки билетов туристов обязывали предоставлять информацию о лице, а для входа в парк использовалась процедура «сканирования лица». При этом собранные данные о лицах не удалялись регулярно, что привело к нарушению конфиденциальности личной информации туристов и нанесло ущерб общественным интересам общества.

*Результат разбирательства.* Суд провинции Чжэцзян, суд города Хучжоу, а также суд района Наньсунь совместно с местным комитетом по управлению туристическими курортами, компанией G и другими операторами живописных районов постановили удалить хранения информационных данных о лице на ранней стадии сбора информации, чтобы регулировать ее сбор. Вследствие чего городской суд Хучжоу издал прокурорскую рекомендацию для компании G, призвав ее активно исправлять ситуацию и обеспечить работу в соответствии с законом.

7. Xiaopeng Automobile незаконно собирает информацию о лице.

Основные обстоятельства дела. Компания Xiaopeng Automobile приобрела 22 камеры с функцией распознавания лиц и установила

их в своих магазинах, чтобы использовать для сбора данных о лицах покупателей и загрузки их во внутреннюю систему. Алгоритм распознает и подсчитывает данные о лицах, чтобы вести статистику и анализ трафика в магазине, включая количество людей, которые заходят в магазин, соотношение мужчин и женщин, а также их возраст.

Результат разбирательства. Шанхайское управление по надзору за рынком района Сюхуэй обязало компанию исправить нарушения и постановило наложить штраф в размере 100000 юаней.

8. Посягательство Ли на личную информацию граждан.

*Основные обстоятельства дела.* Ответчик Ли Моу, разработчик программного обеспечения в компании, занимающейся сетевыми технологиями.

С июня по сентябрь 2020 г. Ли создал программу, способную похищать фотографии с мобильных телефонов тех, кто ее установит. Когда пользователь устанавливал и запускал программу, разработанную Ли Моу, она автоматически извлекала фотографии из альбома мобильного телефона и отправляла их на внутренний сервер, созданный самим разработчиком. Ли Моу продавал это программное обеспечение на даркнет-форумах, заработав к 9 февраля 2021 г. 30 долл. в виртуальной валюте. Позже, стремясь продемонстрировать свои навыки и потешить самолюбие, он замаскировал программу под инструмент для «обнаружения лиц» и выложил ее на форум для бесплатного скачивания. В результате программа похитила фотографии с 1751 телефона, включая такие данные, как фамилии, номера удостоверений личности, контактную информацию, адреса проживания и свыше 100 других элементов личных сведений.

В сентябре 2020 г. Ли Моу приобрел на даркнете за виртуальные монеты базу данных «социальных работников», которую затем загрузил на сетевой диск. В феврале 2021 г., желая еще раз показать свои возможности, он поделился ссылкой на эту базу — содержавшую сведения о регистрации домохозяйств, владельцах автомобилей и другие данные — с группой QQ «Обмен домовладельцев» (150 участников). После очистки от недействительных записей база насчитывала более 81 млн единиц личной информации. 9 марта 2021 г. Ли был арестован органами общественной безопасности. Расследование показало, что из-за объема данных и их хранения на зарубежных серверах никто не успел скачать и использовать эту информацию.

*Результат разбирательства.* Народный суд района Фэнсянь принял во внимание, что Ли признался в обстоятельствах, добровольно признал свою вину и наказание, к нему отнеслись снисходительно в соответствии с законом и приговорили к трем годам испы-

тательного срока, но если он его нарушит, то отправится в тюрьму сроком до 7 лет, а также присудили штраф за преступление, связанное с посягательством на личную информацию граждан.

### *3.2. Применение в корпоративной среде технологии FRT*

Применение FRT в корпоративной среде помогает автоматизировать процессы идентификации и предотвращать мошеннические действия. Например, на предприятиях с большими коллективами система может фиксировать приход и уход сотрудников, что исключает возможность подделки рабочего времени, примеры использования для предотвращения мошенничества могут быть следующими:

1) финансовый сектор. Один из важных примеров использования технологии распознавания лиц — в банковской и финансовой сферах. В документе описан случай, когда истец Чжу стал жертвой мошенника, который использовал его данные для оформления кредита. Для верификации личности заемщика использовалась система распознавания лиц. Хотя инцидент произошел из-за действий третьей стороны, система показала, что банк действовал в рамках правового поля, применив технологию для подтверждения личности заемщика. Это показывает, что внедрение распознавания лиц в кредитных процессах может помочь снизить риск мошенничества;

2) корпоративная безопасность и управление доступом. В крупных корпорациях системы распознавания лиц могут применяться для контроля доступа на территории, где важна безопасность. Например, в случае с компанией, управляющей живописной зоной для туристов, система FRT использовалась для контроля входа посетителей. Хотя в этом случае компания не соблюдала все правовые нормы относительно удаления данных, это показательный пример того, как подобные технологии могут помочь управлять доступом, предотвращая несанкционированное проникновение и мошеннические действия, такие как использование чужих билетов;

3) отслеживание и контроль поведения сотрудников и клиентов. В некоторых случаях компании используют FRT для наблюдения за поведением сотрудников и клиентов. Например, в магазине компании Xiaopeng Automobile были установлены камеры с функцией распознавания лиц для анализа трафика посетителей и их поведения в магазине. Это помогало компании получать аналитику, которая была бы труднодоступна без использования современных технологий.

Можно выделить преимущества использования FRT в борьбе с корпоративным мошенничеством (Wu & Ziteng 2024):

1) ускорение процессов идентификации. Внедрение распознавания лиц автоматизирует процесс идентификации сотрудников и клиентов, что исключает человеческий фактор и снижает вероятность ошибок;

2) предотвращение несанкционированного доступа. FRT используется для контроля доступа на предприятия и в финансовые учреждения, предотвращая мошенничество, связанное с использованием поддельных удостоверений или подлогом документов;

3) улучшение контроля за процессами в компаниях. Например, в документе приводится случай с системой электронных подписей в медицинских учреждениях Китая, где технологии распознавания лиц использовались для верификации личности пациентов и сотрудников.

### *3.3. Рекомендации для национальной системы безопасности о применении технологии распознавания лиц (FRT) для идентификации мошенничества*

Для того чтобы FRT работала эффективнее, в первую очередь необходим взвешенный подход, а также соблюдение ряда стандартов и процедур[1].

1. Прежде всего необходимо обеспечить соблюдение местного и международного законодательства о защите данных и частной жизни. Важно учитывать права граждан и применять технологию в соответствии с установленными правилами.

2. Необходимо проводить тщательную калибровку и тестирование систем FRT для обеспечения высокой точности распознавания. Это поможет уменьшить количество ложных срабатываний и повысить доверие к системе.

3. Регулярный аудит системы и мониторинг ее работы крайне важны, поскольку позволят выявлять возможные сбои и оценивать эффективность метода при идентификации мошенничества.

4. FRT не должна быть единственным инструментом борьбы, иначе снижается эффективность противодействия мошенничеству. Рекомендуется использовать FRT в сочетании с другими аналитическими инструментами и методами идентификации, такими как поведенческий анализ и алгоритмы машинного обучения.

---

[1] 孟洁, 王程, 董杰睿, 尹童晖 [Мэн Цзе, Ван Чэн, Дун Цзеруй, Инь Тунхуэй]. (2023). 备战“黑色日子”，随时待命——人脸识别技术应用安全管理规定的解读 [Подготовьтесь к «черному дню» и будьте готовы: Интерпретация правил управления безопасностью при применении технологии распознавания лиц]. 全球律师事务所网站, 2023年08月09日 [Сайт глобальной юридической фирмы, 09.08.2023]. https://www.glo.com.cn/Content/2023/08-10/1421115190.html (дата обращения: 17.11.2024).

### *Заключение*

Введение технологии распознавания лиц (FRT) предоставляет значительные преимущества в сфере безопасности и предотвращения мошенничества. Процесс включает ключевые этапы: обнаружение, предварительная обработка, извлечение и сравнение признаков, а также обнаружение живого тела. Эти шаги обеспечивают точность идентификации и предотвращают манипуляции с изображениями. Применение FRT в финансовом секторе и корпоративной среде автоматически улучшает процессы проверки личности, а также контроль доступа, что минимизирует риски мошенничества и предотвращает использование поддельных документов. Примеры использования, такие как уголовное дело с мошенничеством при кредитовании или контроль за входом посетителей, демонстрируют важность соблюдения правовых норм при реализации технологий. В целом внедрение FRT способствует эффективному управлению доступом и улучшению аналитики поведения, что повышает общую безопасность и оперативность процессов в организациях.

### *Список источников*

Matulionyte, R., Zalnieriute. M. (2024). *The Cambridge Handbook of Facial Recongniton in the Modern State.* Cambridge University Press, March. https://doi.org/10.1017/9781009321211

Raposo, V. (2022). (Do not) remember my face: uses of facial recognition technology in light of the general data protection regulation. *Information & Communications Technology Law, 32* (1), 45–63. https://doi.org/10.1080/13600834.2022.2054076

Shi, Z. (2021). *Intelligence Science. Leading the Age of Intelligence.* Beijing: Tsinghua University Press, 613. https://doi.org/10.1016/C2020-0-02066-9

Smith, M., Miller, S. (2022). The ethical application of biometric facial recognition technology. *Ai & Society, 37,* 167–175. https://doi.org/10.1007/s00146-021-01199-9

Tan, M. (2020). China: facial recognition and its legal challenges. *Taylor Wessing.* https://www.taylorwessing.com/en/insights-and-events/insights/2020/05/china---facial-recognition-and-its-legal-challenges (дата обращения: 17.11.2024)

Wu, J., Ziteng, F. (2024). Fear of nothing to hide? How do Chinese people feel about privacy when facing facial recognition cameras? *Asia Pacific Journal of Public Administration, 46* (4), 447–470. https://doi.org/10.1080/23276665.2024.2398212

Zhaohui, S., Cheshmehzangi, A., McDonnell, D. P, Bentley, B. L., Pereira da Veiga, C., Xiang, Y.-T. (2022). Facial recognition law in China. *Journal of Medical Ethics, 48* (12), 1058–1059. https://doi.org/10.1136/medethics-2022-108130

孟洁, 王程, 董杰睿, 尹童晖 [Мэн Цзе, Ван Чэн, Дун Цзеруй, Инь Тунхуэй]. (2023). 备战“黑色日子”，随时待命——人脸识别技术应用安全管理规定的解读 [Подготовьтесь к «черному дню» и будьте готовы: Интерпретация правил

управления безопасностью при применении технологии распознавания лиц]. 全球律师事务所网站, 2023年08月09日 [Сайт глобальной юридической фирмы, 09.08.2023]. https://www.glo.com.cn/Content/2023/08-10/1421115190.html (дата обращения: 17.11.2024)

## *References*

Meng Jie, Wang Cheng, Dong Jierui, Yin Tonghui. (2023). Beizhan "heise rizi", suishi daiming — renlian shibie jishu yingyong anquan guanli guiding de jiedu [Prepare for a "black day" and stand by: Interpretation of security management regulations for the application of facial recognition technology]. Quanqiu lüshi shiwusuo wangzhan [Global Law Firm Website], 2023/08/09. https://www.glo.com.cn/Content/2023/08-10/1421115190.html (In Chinese).

Matulionyte, R., Zalnieriute. M. (2024). *The Cambridge Handbook of Facial Recongniton in the Modern State.* Cambridge University Press, March. https://doi.org/10.1017/9781009321211

Raposo, V. (2022). (Do not) remember my face: uses of facial recognition technology in light of the general data protection regulation. *Information & Communications Technology Law, 32.* https://doi.org/10.1080/13600834.2022.2054076

Shi, Z. (2021). *Intelligence Science. Leading the Age of Intelligence.* Beijing: Tsinghua University Press, 613. https://doi.org/10.1016/C2020-0-02066-9

Zhaohui, S., Cheshmehzangi, A, McDonnell, D.P, Bentley, B.L., Pereira da Veiga, C., Xiang, Y.-T. (2022). Facial recognition law in China. *Journal of Medical Ethics, 48* (12). https://doi.org/10.1136/medethics-2022-108130

Smith, M., Miller, S. (2022). The ethical application of biometric facial recognition technology. *AI & SOCIETY, 37,* 167–175. https://doi.org/10.1007/s00146-021-01199-9

Tan, M. (2020). China: facial recognition and its legal challenges. *Taylor Wessing* https://www.taylorwessing.com/en/insights-and-events/insights/2020/05/china---facial-recognition-and-its-legal-challenges

Wu, J., Ziteng, F. (2024). Fear of nothing to hide? How do Chinese people feel about privacy when facing facial recognition cameras? *Asia Pacific Journal of Public Administration, 46* (4), 447–470. https://doi.org/10.1080/23276665.2024.2398212

**Котляров Иван Владимирович** — студент факультета экономики и бизнеса, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации; https://orcid.org/0009-0006-8101-3429 (Российская Федерация, 125167, Москва, пр-кт Ленинградский, д. 49/2; e-mail: ivan02122001@mail.ru).

**Ivan V. Kotlyarov** — student, Faculty of Economics and Business, Financial University under the Government of the Russian Federation; https://orcid.org/0009-0006-8101-3429 (Russian Federation, 125167, Moscow, Leningradsky Ave., 49/2; e-mail: ivan02122001@mail.ru).

**УДК 338.4**
**JEL classification: L23, M11**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-9**

# Особенности управления технической информацией в построении моделей автоматизации бизнес-процессов организаций[1]

*А. Н. Лесик [а)], Е. Г. Калабина [б)]*

[а, б)] Уральский Федеральный Университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург, Россия).

[а)] https://orcid.org/0009-0002-1619-9598

[б)] https://orcid.org/0000-0002-3952-7665

Автор для корреспонденции: Лесик А. Н. (antonlesik@yandex.ru).

**Аннотация.** *В настоящей статье рассмотрены вопросы управления технической информации для автоматизации бизнес-процессов организаций. Рассмотрены вопросы информационного обеспечения функций (процессов и операций) в операционной деятельности коммерческих организаций. Показано, что информационный поток процесса всегда связан с материально-вещественным потоком процесса, при этом каждому процессу организации соответствует документ, который концентрирует в себе данные о процессе. Управление технической информацией включает в себя процессы сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и использования информации, связанной с техническими аспектами продукции, процессов или проектов.*

**Ключевые слова:** процесс; бизнес-процесс; автоматизация; информационная система

[1] © Лесик А. Н., Калабина Е. Г. Текст. 2024.

# Features of technical information management in building business process automation models for organizations

*A. N. Lesik [a], E. G. Kalabina [b]*

[a, b] Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (Yekaterinburg, Russia)

[a] https://orcid.org/0009-0002-1619-9598

[b] https://orcid.org/0000-0002-3952-7665

Corresponding author: A. Lesik (antonlesik@yandex.ru).

**Abstract.** *This article discusses the issues of technical information management for the purpose of automating business processes of organizations. The issues of information support of functions (processes and operations) in the operational activities of commercial organizations are considered. It is shown that the information flow of the process is always connected with the material flow of the process, while each process of the organization corresponds to a document that concentrates data about the process. Technical information management includes the processes of collecting, storing, processing, transmitting, analyzing and using information related to the technical aspects of products, processes or projects.*

**Keywords:** process; business process; automation; information system

## *Введение*

Управление технической информацией в построении моделей автоматизации бизнес-процессов организаций является ключевым аспектом повышения эффективности деятельности организаций в современных условиях. Во-первых, необходимо собрать все доступные данные о текущих бизнес-процессах и системах организации, провести анализ и выявить узкие места и возможности для автоматизации. Во-вторых, необходимо создать единую систему управления информацией, которая позволит хранить, обрабатывать и отслеживать все изменения в данных, связанных с моделями автоматизации бизнес-процессов. В-третьих, для построения моделей автоматизации бизнес-процессов часто применяются специализированные инструменты, такие как BPMS (Business Process Management Systems), которые позволяют создавать и управлять процессами эффективно. В-четвертых, важно обеспечить синхронизацию данных между различными системами и моделями, чтобы избежать дублирования информации и обеспечить ее точность. В-пятых, необходимо регулярно мониторить работу автоматизированных бизнес-процессов, а также проводить анализ данных для выявления слабых мест и возможностей улучшения. И наконец,

важно обеспечить обучение сотрудников, работающих с моделями автоматизации бизнес-процессов, чтобы они могли эффективно использовать доступную информацию и инструменты.

В целом управление технической информацией в построении моделей автоматизации бизнес-процессов требует комплексного подхода и постоянного контроля за данными, чтобы обеспечить успешное внедрение и эффективное функционирование автоматизированных процессов в организации.

### *Основная часть*

Ключевой составляющей процессов операционной деятельности любого предприятия является информация. В контексте позаказного учета структура обмена информацией организации в общем виде представлена на рисунке.

На каждом из этапов деятельности происходит обработка разнородной информации, начиная от параметров потенциального клиента, заканчивая статистическими данными по уже свершившимся заказам.

Как видно из представленной схемы, в основе структуры данных лежит техническая (производственная) информация (далее — ТИ), поскольку именно этот вид информации является ключевым бизнес-активом, позволяющим предприятию создавать ценность (*value*) для своих клиентов как с точки зрения формирования номенклатуры и ценообразования конкретных услуг или товаров, так и с точки зрения их качества.

На текущий момент выявлено, что в большинстве коммерческих и производственных компаний процессы управления ТИ не формализованы и не структурированы, а все технические знания хранятся «в головах» некоторых специалистов[1]. В то же время правильно организованный процесс управления ТИ позволяет (включая, но не ограничиваясь):

1) выстроить системные знания (базу знаний), управлять процессом передачи знаний;

2) ускорить исполнение заказов;

3) повысить качество выполняемых заказов, свести к минимуму человеческий фактор;

[1] Внедрение информационной системы управления предприятием, основные проблемы и задачи. (2024). cmdsoft. http://cmdsoft.ru/information_systems/erp/system_management/ (дата обращения: 03.11.2024); Современные информационные системы управления предприятиями. (2024). http://www.apro.kz/articles/sis.htm (дата обращения: 05.11.2024).




**Рис.** *Система обмена информацией (источник: сост. по (Коэн, 2000; Фельферниг и др., 2024))*

4) снизить требования к персоналу по типовым операциям (сократить издержки).

Наиболее удобным способом управления ТИ является организация базы знаний.

В процессе операционной деятельности выделяются два основных вида ТИ: нормативная — регламенты, ролевые инструкции; справочная — технические инструкции, памятки.

Могут быть сформированы следующие подвиды ТИ:

1) нормативная ТИ:

— регламент подразделения описывает общий порядок и направления деятельности подразделения, а также роли сотрудников и их зоны ответственности;

— ролевая инструкция технического специалиста описывает основные положения работы технического персонала;

— ролевая инструкция менеджера описывает основные положения работы административного персонала.

2) справочная ТИ:

— инструкции специалиста / менеджера (общие и специализированные) описывают общий и конкретный порядок действий технического специалиста / административного персонала, в контексте направлений и / или выполняемых операций;

— инструкции от производителей медицинского оборудования;

— памятки специалиста (менеджера) дополняют и / или поясняют существующие инструкции;

— шаблоны используются в качестве бланков при оформлении типовых документов.

Точная структура и состав ТИ определяются по результатам дополнительного аналитического исследования.

Для корректного управления жизненным циклом ТИ необходимо обеспечить соответствующую ролевую модель доступа к базе знаний (Янг, 1994).

В общем виде ролевая модель доступа к ТИ представлена в таблице 1.

Представленные в таблице 1 роли доступа могут носить как глобальный характер (действовать для всей базы знаний), так и локальный (в рамках конкретного раздела / подраздела базы знаний).

В контексте конкретной организации в качестве технических писателей, модераторов и администраторов базы знаний могут выступать один или несколько старших технических специалистов.

В соответствии с лучшими практиками хранения и обработки ТИ, следует использовать следующую методику при работе с базой знаний:

1) обеспечить единый стандарт именования документов, включающий в себя:

— вид документа;
— целевая роль документа;
— проект / подраздел;
— специфика документа.

Таблица 1

**Модель доступа к технической информации**

| Роль | Функционал |
|---|---|
| Администратор базы знаний | Распределяет роли доступа, обеспечивает контроль целостности и корректности размещаемой информации |
| Модератор базы знаний | Обеспечивает наполнение и актуализацию базы знаний, в том числе соответствие документов разработанным стандартам, доводит до пользователей информацию об изменениях в базе знаний |
| Технический писатель | Инициирует и разрабатывает документы для базы знаний |
| Пользователь базы знаний | Использует базу знаний в соответствии с назначенным уровнем доступа |

Источник: сост. по (Кодд, 1970; Чен, 2017)[1].

[1] Щеглов, А. Ю. (2014). Модели, методы и средства контроля доступа к ресурсам вычислительных систем: учебное пособие. Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 50–55.

2) обеспечить централизованное хранение исходных документов в форматах docs, xlsx и др., с ограниченным доступом;

3) обеспечить версионность документов, включая фиксацию причин изменений документов, а также краткое описание изменений.

4) организовать публикацию итоговых версий документов базы знаний в нужных форматах:

— для шаблонов — в исходных форматах (docx, xlsx и др.);

— для других видов документов — в формате «только чтение» (PDF).

5) Обеспечить централизованный ролевой доступ к базе знаний с применением соответствующих сетевых протоколов (web-доступ).

Наиболее удобным способом организации базы знаний ТИ с точки зрения сервисного предприятия является ее интеграция в систему управления заявками.

Для управления знаниями в системе учета заявок используется специализированный модуль FAQ (Frequently Asked Questions), который позволяет обладает следующими ключевыми возможностями с точки зрения организации базы знаний ТИ:

— организация структурированного хранения и публикации документов, в соответствии с ролевой моделью доступа;

— обеспечение удобного поиска документов (по ключевым словам, по разделам);

— привязка документов (статей) к сущностям систем учета заявок — заявкам, договорам и др.;

— соответствие лучшим практикам хранения и обработки ТИ.

Точная структура и порядок настройки системы учета заявок: FAQ определяются по результатам дополнительного аналитического исследования.

При этом функциональность базы знаний может быть расширена за счет смежного использования системы облачного хранения документов Nextcloud, в частности:

1) формирование и учет задач по созданию / редактированию документов базы знаний;

2) организации версионного хранения документов;

3) ссылочного размещения документов, в т. ч. объемных архивов;

4) возможность публикации документов для внешних пользователей.

Основываясь на полученных данных, предлагаем сформировать целевую модель информационно-технологического обеспечения организации.

1. Центральным звеном информационно-технологического обеспечения специалистов сервисного центра должна стать система

управления заявками, консолидирующая в себе все процессы, связанные с деятельностью предприятия, в том числе:

1.1) обеспечение и автоматизация централизованного учета и обработки всех типов заявок;

1.2) тесная интеграция с системой 1С, в части:

— 1С-справочников — любая информация о существующих клиентах, договорах, объектах будет автоматически синхронизироваться между 1С и системой учета заказов;

— 1С-заказов — заявки, связанные со снабжением, смогут передавать и получать необходимые данные в 1С;

1.3) реализация базы знаний, содержащей в себе все необходимые нормативные и справочные материалы, с привязкой к тематике заявок.

2. Важным аспектом целостной и бесперебойной работы системы управления заявками будет являться внедрение / настройка смежных информационных систем, в том числе:

2.1) система сетевого каталога Active Directory, позволяющая обеспечить единую точку аутентификации всех информационных систем;

2.2) современная система корпоративной почты на базе СПО Zimbra, позволяющая обеспечить требуемый уровень безопасности и функциональности при работе с электронной почтой для всех сотрудников сервисного подразделения, а также решить дополнительные задачи внутренней коммуникации (списки рассылки, корпоративный календарь и др.);

2.3) система корпоративного облачного хранения на базе СПО Nextcloud для обеспечения расширенного функционала базы знаний, а также удобного обмена данными с контрагентами;

2.4) корпоративный чат на базе СПО Rocket Chat и система видеоконференцсвязи на базе BigBlueButton, позволяющие реализовать эффективную и защищенную систему внутренних онлайн-коммуникаций;

2.5) современная система телефонной связи (SIP-телефония на базе СПО Asterisk), позволяющая интегрировать телефонную связь в контур управления заявками (интеллектуальная маршрутизация вызовов, запись переговоров, привязка звонков к заявкам и др.).

Основываясь на лучших практиках современных корпоративных коммуникаций, необходимо формировать систему внутренних коммуникаций на базе информационных систем. При этом для разных видов и целей коммуникаций подходят разные информационные системы (табл. 2).

Таблица 2

**Система внутренних коммуникаций в разрезе информационных систем (ИС)**

| ИС | Вид коммуникаций |
|---|---|
| OTRS | Формальная переписка (текст, изображения, документы) в контексте выполняемых заявок |
| Почтовый сервер (домен medtehptp.ru) на базе СПО Zimbra | — Получение уведомлений по заявкам OTRS<br>— Переписка общего характера<br>— Использование групповых списков рассылки для доставки / фиксации важных уведомлений<br>— Использование общих календарей для планирования совещаний и встреч |
| Корпоративный чат на базе СПО Rocket Chat | — Прямая переписка 1–1<br>— Использование групп (каналов)<br>— Общий канал для оперативных уведомлений<br>— Канал для технических специалистов<br>— Канал для менеджеров<br>— Канал для руководства |
| Система видеоконференцсвязи на базе СПО BigBlueButton | — Прямые видеозвонки 1–1<br>— Вебинары для групп сотрудников<br>— Видеоконференции и вебинары с внешними участниками |

Источник: Modern enterprise management information systems. (2024). http://www.apro.kz/articles/sis.htm (дата обращения: 05.11.2024).

Как видно из таблицы 2, все предлагаемые к использованию информационные системы основаны на свободно распространяемом (бесплатном) программном обеспечении, а также соответствуют принципу полного контроля за информацией (в отличие от внешних систем коммуникаций, таких как WhatsApp, Telegram, Zoom и др.).

Для эффективного использования указанных средств необходимо сформировать и утвердить карту внутренних коммуникаций.

Для перехода к целевой модели информационно-технологического обеспечения предприятий и организаций нами разработана следующая дорожная карта развития и интеграции информационных систем (табл. 3).

Внедрение системы учета заявок на предприятии играет ключевую роль в повышении эффективности работы и улучшении обслуживания клиентов. Заявки могут быть как внутренними, например, от сотрудников предприятия, так и внешними, от клиентов или партнеров компании.

Таблица 3

**Карта развития и интеграции информационных систем**

| Этап | Срок реализации | Ожидаемый результат |
|---|---|---|
| Промышленное внедрение системы управления заявками (централизованное управление заявками) | 3–6 месяцев | Система управления заявками внедрена в промышленную эксплуатацию, задействованы стандартные интерфейсы системы |
| Оптимизация интерфейсов системы учета заявок (внешние формы, создание заявок через сайт, мобильные интерфейсы) | 6–12 месяцев | Оптимизированы и улучшены существующие интерфейсы системы управления заявками, добавлены новые интерфейсы |
| Интеграция системы учета заявок с 1С-справочниками (договоры, объекты, перечни оборудования) | 6–12 месяцев | Определен порядок интеграции и синхронизации данных между системой управления заявками и 1С, настроена автоматизация |
| Внедрение и наполнение базы знаний, разработка регламента работы с базой знаний (использование, актуализация) | 12–18 месяцев | Определена структуры и содержание базы знаний, произведена настройка и наполнение, проработан и организован порядок доступа |
| Реализация позаказного учета (интеграция системы учета заявок с 1С-заказами) | 12–18 месяцев | Определен порядок позаказного учета оборудования в системе учета заявок, определен порядок интеграции и синхронизации данных между системой учета заявок и 1С, настроена автоматизация |
| Модернизация сопутствующей инфраструктуры (электронная почта, телефония и др.) | 12–18 месяцев | Определен состав информационных систем, подлежащих модернизации, составлено ТЗ, произведена модернизация |

Источник: сост. по (Круглов и др., 2007; Остроух & Синха Бабу Раджа, 2014).

Можно выделить следующие преимущества внедрения системы учета заявок на предприятии:

1) автоматизация процесса приема и обработки заявок, что позволяет сократить время выполнения задач и улучшить управление рабочим процессом;

2) улучшение обслуживания клиентов за счет оперативного реагирования на их запросы и проблемы;

3) упорядоченное хранение информации о заявках, что помогает быстро находить необходимые данные и анализировать статистику запросов;

4) возможность мониторинга процесса выполнения заявки и контроля сроков исполнения;

5) улучшение взаимодействия между различными отделами и сотрудниками предприятия за счет общей системы учета заявок.

Для успешного внедрения системы учета заявок на предприятии необходимо провести подробный анализ бизнес-процессов, определить требования к системе, выбрать подходящее программное обеспечение и обеспечить обучение сотрудников. Также важно обеспечить поддержку и сопровождение системы после внедрения для ее эффективной работы.

### *Заключение*

Информационные системы управления технической информацией (ИСУТИ) играют важную роль в современных организациях, предоставляя возможность эффективного управления и использования технической информацией, связанной с разработкой и производством продукции.

Развитие ИСУТИ происходит в нескольких направлениях:

1) системы управления технической информацией постоянно совершенствуются и обновляются, чтобы соответствовать потребностям предприятий. Добавляются новые функции, улучшаются интерфейсы, повышается уровень автоматизации работы;

2) ИСУТИ становятся все более интегрированными с другими информационными системами предприятий, такими как системы управления производством, ERP-системы и т. д. Это позволяет более эффективно управлять процессами и обменом информацией на предприятии;

3) все большее количество предприятий переходят на облачные ИСУТИ, что позволяет им уменьшить затраты на оборудование и обеспечить более гибкое и масштабируемое решение;

4) развивается функциональность систем аналитики и отчетности, позволяющая анализировать данные и получать ценные инсайты для принятия управленческих решений;

5) разрабатываются мобильные приложения для управления технической информацией, и сотрудники могут получать доступ к необходимым данным в любое время и в любом месте.

Таким образом, развитие информационных систем управления технической информацией направлено на повышение эффек-

тивности и конкурентоспособности предприятий, обеспечивая им возможность управлять и использовать техническую информацию наиболее эффективным образом.

### *Список источников*

Барахнин, В. Б., Леонова, Ю. В. (2005). Информационная модель отношений между документами в информационной системе. *Вычислительные технологии, 10* (Спец. вып.), 129–137.

Бухалков, М. И. (2020). *Производственный менеджмент: организация производства: учебник: ВО - Бакалавриат* (2-е изд.). Самарский государственный технический университет. Москва: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М». http://new.znanium.com/go.php?id=1072248 (дата обращения: 05.11.2024).

Внедрение информационной системы управления предприятием, основные проблемы и задачи (2024). *cmdsoft.* http://cmdsoft.ru/information_systems/erp/system_management/ (дата обращения: 03.11.2024).

Двиведи, П., Бхарадвадж, К. К. (2015). Рекомендательная система электронного обучения для группы учащихся, основанная на подходе единого профиля учащегося. *Экспертные системы, 32* (2), 264–276. https://doi.org/10.1111/exsy.12061

Кодд, Э. Ф. (1970). Реляционная модель данных для больших общих банков данных. *Сообщения ACM, 13* (6), 377–387.

Коэн, С. Г. (2000). Социальные отношения и здоровье. В *С. Коэне, Л. Г. Андервуде и Б. Х. Готлибе (ред.), Измерение и вмешательство в социальную поддержку: Руководство для ученых в области здравоохранения и социальных наук* (стр. 3–25). Нью-Йорк, штат Нью-Йорк: Издательство Оксфордского университета.

Круглов, А. М., Будихин, А. В., Буров, Д. А. (2007). Актуализация сведений о данных информационной системы средствами активного словаря-справочника данных. *Научный вестник МГТУ ГА. Серия Аэромеханика и прочность, 119* (9), 166–171.

Остроух, А. В., Синха Бабу Раджа. (2014). Управление обслуживанием клиентов на основе CRM-технологий. *Автоматизация и управление в технических системах, 1.2* (9), 32–43. 10.12731/2306-1561-2014-1-17

*Современные информационные системы управления предприятиями* (2024). http://www.apro.kz/articles/sis.htm (дата обращения: 05.11.2024).

Фельферниг, А., Боратто, Л., Стеттингер, М., Ткалчич, М. (2024). *Системы групповых рекомендаций: введение.* Издательская компания Спрингер, Inc., 78–85.

Чен, Л.-К. (2017). Эффективная модель временных тем на основе LDA для повышения производительности поиска по блогам. *Знания и информационные системы, 54* (1), 243–266.

## *References*

Barakhnin, V. B., & Leonova, Yu. V. (2005). Information model of relations between documents in an information system. *Vychislitelnye Tekhnologii, 10* (Special issue), 129–137.

Bukhalkov, M. I. (2020). *Production management: organization of production: Textbook: Bachelor's degree* (2nd ed.). Samara State Technical University. Moscow: INFRA-M Scientific Publishing Center LLC. http://new.znanium.com/go.php?id=1072248 (date of access: 05.11.2024).

Chen, L.-C. (2017). An effective LDA-based time topic model to improve blog search performance. *Knowledge and Information Systems, 54* (1), 243–266.

Codd, E. F. (1970). A relational model of data for large shared data banks. *Communications of the ACM, 13* (6), 377–387.

Cohen, S. G. (2000). Social relationships and health. In S. Cohen, L. G. Underwood, & B. H. Gottlieb (Eds.), *Social support measurement and intervention: A guide for health and social scientists* (pp. 3–25). New York, NY: Oxford University Press.

Dwivedi, P., & Bharadwaj, K. K. (2015). E-learning recommender system for a group of learners based on the unified learner profile approach. *Expert Systems, 32* (2), 264–276. https://doi.org/10.1111/exsy.12061

Felfernig, A., Boratto, L., Stettinger, M., & Tkalcic, M. (2024). *Group Recommender Systems: An Introduction.* Springer Publishing Company Inc., 78–85.

Implementation of the enterprise management information system, the main problems and tasks. (2024). *cmdsoft.* URL: http://cmdsoft.ru/information_systems/erp/system_management/ (date of access: 03.11.2024).

Kruglov, A. M., Budikhin, A. V., & Burov, D. A. (2007). Updating information about information system data by means of an active dictionary-data directory. *Scientific Bulletin of the Moscow State Technical University GA. Aeromechanics and Durability series, 119* (9), 166–171.

Modern enterprise management information systems. (2024). URL: http://www.apro.kz/articles/sis.htm (date of application: 05.11.2024).

Ostroukh, A. V., & Sinha Babu Raja. (2014). Customer service management based on CRM technologies. *Automation and Management in Technical Systems, 1.2* (9), 32–43. 10.12731/2306-1561-2014-1-17

**Лесик Антон Николаевич** — аспирант, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина; https://orcid.org/0009-0002-1619-9598 (Российская Федерация, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; e-mail: antonlesik@yandex.ru).

**Калабина Елена Георгиевна** — профессор, д.э.н., Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина; https://orcid.org/0000-0002-3952-7665 (Российская Федерация, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; e-mail: kalabina@mail.ru).

**Anton N. Lesik** — graduate student, Institute Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin https://orcid.org/0009-0002-1619-9598 (19 Mira str., Yekaterinburg, 620002, Russian Federation; e-mail: antonlesik@yandex.ru).

**Elena G. Kalabina** — Professor, Doctor of Economics, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin https://orcid.org/0000-0002-3952-7665 (19 Mira str., Yekaterinburg, 620002, Russian Federation; e-mail: kalabina@mail.ru).

**УДК 332.122.6**
**JEL classification O33**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-10**

# Тенденции цифровизации индустриально развитых регионов России[1]

*Н. А. Матушкина*

Институт экономики УрО РАН (г. Екатеринбург, Россия).
https://orcid.org/0000-0002-2484-7041

Автор для корреспонденции: Н. А. Матушкина (matushkina.na@uiec.ru)

**Аннотация.** *В статье рассмотрены тенденции развития цифровизации в двадцати индустриально развитых регионах РФ, а также индикаторы их научно-технологического потенциала как основы для успешной цифровой трансформации. Проведенный анализ показал, что индустриально-развитые регионы в целом не отстают в использовании цифровых технологий, а по отдельным показателям, таким как использование промышленных роботов и автоматизированных линий, аддитивных технологий, цифровых платформ, превосходят среднероссийские показатели. В то же время в сфере производства товаров и услуг сектора ИКТ наблюдается существенное отставание от среднероссийского показателя во всех рассматриваемых регионах, за исключением Нижегородской области. Такой результат, с одной стороны, может свидетельствовать о недостаточном финансировании затрат на внедрение и использование цифровых технологий; с другой — объясняется в том числе специализацией рассматриваемых регионов и связанной с ней их инертностью. Обладая достаточно высоким научно-технологическим потенциалом, именно индустриальные регионы при соответствующем уровне финансирования способны обеспечить реализацию стратегии технологического суверенитета страны.*

**Ключевые слова:** цифровизация; информационно-коммуникационные технологии; цифровые технологии, индустриально-развитые регионы

[1] © Матушкина Н. А. Текст. 2024.

## Digitalization trends in industrially developed regions of Russia

*N. Matushkina*

Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia).
https://orcid.org/0000-0002-2484-7041

Corresponding author: N. A. Matushkina (matushkina.na@uiec.ru)

**Abstract.** *The article examines the trends in the development of digitalization in twenty industrially developed regions of the Russian Federation, as well as indicators of their scientific and technological potential, as a basis for successful digital transformation. The analysis showed that industrially developed regions are not lagging behind in the use of digital technologies. According to certain indicators, such as the use of industrial robots and automated lines, additive technologies, digital platforms, industrial regions exceed the Russian average. At the same time, in the sphere of production of goods and services of the ICT sector, there is a significant lag behind the Russian average in all the regions under consideration, with the exception of the Nizhny Novgorod Region. Such a result, firstly, may indicate insufficient funding for the costs of implementing and using digital technologies. Secondly, it is explained by the specialization of the regions under consideration and, associated with it, their inertia. Possessing a sufficiently high scientific and technological potential, it is the industrial regions, with the appropriate level of funding, that are able to ensure the implementation of the country's technological sovereignty strategy.*

**Keywords:** digitalization; information and communication technologies; digital technologies; industrially developed regions

### *Введение*

Вектор на цифровизацию является в последние годы приоритетным практически во всех сферах социально-экономической жизни в России и в мире. Согласно последнему рейтингу конкурентоспособности цифровых технологий, опубликованному в ноябре 2024 г. Высшей школой экономики IMD Швейцарии (IMD World Digital Competitiveness Ranking, 2024) среди 67 исследуемых стран первые три места заняли Сингапур, Швейцария и Дания. Четвертое место занимают США, опустившиеся на три позиции по сравнению с рейтингом прошлого года. Россия в данном рейтинге не рассматривалась. Мировыми лидерами цифровизации в промышленности является Сингапур, где развитие цифровой экономики является одним из приоритетов государственной политики, Великобритания, Япония, занимающая лидирующие позиции в робототехнике, Китай, активно развивающий технологии искусственного интеллекта, а также США (лидер в области искусственного интеллекта, защиты данных, инфраструктуры), Германия, Южная Корея (Грошева & Грошев, 2023; Лавренко & Мечикова, 2022; Васильева и др., 2018). Во всех странах,

лидирующих в области цифровых технологий, государство активно участвует в формировании политики цифровизации и поддержке в различной степени отраслей и производств. Исключение составляют США, где отсутствует единая государственная стратегия цифровизации, и технологические гиганты задают вектор лидерства в различных направлениях цифровизации. Несмотря на формальное отсутствие стратегического документа, государство в последнее время уделяет больше внимания поддержке, в том числе финансовой, приоритетных направлений развития цифровых технологий.

По данным Всемирного банка, Россия входит в десятку лидеров цифровизации в государственном секторе. На уровне государства вектор на цифровизацию экономики в РФ также признан одним из приоритетных, что отражено в «Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы». Кроме того, для ускорения темпов цифровизации в промышленности принято Распоряжение Правительства РФ от «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности», а также Минпромторгом РФ разработана и утверждена Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 г. и на период до 2030 г. Ключевыми приоритетами цифровой трансформации в промышленности являются обеспечение технологического суверенитета, а также увеличение доли высокотехнологичной продукции, внедрение технологий искусственного интеллекта, достижение цифровой зрелости отрасли и т. д. Активная цифровизация и выход на новый уровень коммуникации способны привести к значительной трансформации механизмов функционирования и развития во всех сферах экономики и социальной сферы, что особенно актуально в условиях необходимости поиска новых моделей хозяйствования и увеличения темпов качественного импортозамещения. Активное внедрение цифровых технологий различного уровня должно приводить к повышению эффективности производства за счет снижения издержек, повышения производительности труда, наращивания качества продукции, расширения рынков сбыта за счет снижения пространственных барьеров и т. п. (Зарипова и др., 2023).

По данным различных исследований, наибольший прорыв в развитии и внедрении цифровых технологий наблюдается в банковской сфере, а также в промышленности. В рейтинге НИУ ВШЭ обрабатывающая промышленность является одним из лидеров цифровизации в РФ, уступая финансовому сектору, торговле, высшему

образованию и IT отрасли. По данным Росстата, в разрезе отраслей обрабатывающей промышленности лидерами в использовании цифровых технологий являлись металлургия, производство электроники и электрического оборудования, автомобильная промышленность. Промышленные роботы и автоматизированные линии наиболее широко использовались в автомобильной промышленности, химии и нефтехимии. И если высокий уровень внедрения и использования цифровых технологий и сервисов в банковской сфере уже в настоящее время не вызывает сомнений, то потенциал промышленности в сфере ИКТ требует дальнейшего изучения и оценки. По нашему мнению, именно индустриальные регионы должны стать лидерами внедрения цифровых технологий, необходимых для перехода к новым технологическим укладам и повышения доли высокотехнологичной продукции. В то же время такие регионы обладают достаточно высоким уровнем социально-экономического развития в целом и, следовательно, более высоким потенциалом внедрения и использования ИКТ во всех сферах хозяйствования.

### *Данные и методы*

В ходе данного исследования рассмотрены показатели, касающиеся внедрения и использования информационно-коммуникационных технологий 20 индустриально развитых регионов за 2012–2023 гг. Существует множество классификаций регионов по типу хозяйствования, в основу данной работы положена типология промышленных регионов (Акбердина, 2020), в выборку вошли 20 регионов с преобладанием обрабатывающего сектора: Владимирская, Калужская, Липецкая, Московская, Ярославская, Вологодская, Ленинградская, Мурманская, Новгородская, Волгоградская, Ростовская области, Республика Башкортостан, Пермский край, Нижегородская, Самарская, Свердловская, Челябинская области, Красноярский край, Иркутская и Омская области. Источником информации послужили статистические данные Росстата.

### *Результаты*

Наиболее часто используемыми методами при оценке уровня цифровизации регионов РФ и отдельных предприятий являются различные интегральные оценки (Панова, 2021; Кузовкова и др., 2019; Таймасов & Мухаметова, 2023). Нами также использовался подобный подход как составляющая комплексной оценке готовности регионов к цифровой трансформации (Матушкина и др., 2022), где для отбора показателей и определения их веса использовались

методы экономико-математического моделирования. Такие индексы дают общее представление об уровне цифровизации, однако в общем усредненном индексе часто наблюдается нивелирование составляющих его субиндексов. В данном исследовании мы подробнее остановимся на структуре используемых организациями регионов цифровых технологий.

В настоящее время статистикой отслеживается достаточно обширный перечень показателей, отражающих развитие цифровой экономики в регионах РФ. Основная сложность оценки динамики использования цифровых технологий состоит в отсутствии сопоставимых рядов достаточной глубины. Сфера цифровизации достаточно молодая, и перечень отслеживаемых показателей, как и методики их расчета, а также круг обследуемых субъектов подвержены постоянным изменениям.

Источником первичных данных послужили формы статистического наблюдения № 3-информ «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг», которые предоставляют организации (кроме субъектов малого предпринимательства и некоторых некоммерческих организаций), а также государственные органы РФ. Поскольку отсутствует информация о числе обследуемых организаций, с целью сопоставимости данных оценка анализируемых абсолютных значений осуществлялась с трех позиций: относительно среднедушевых показателей рассматриваемых территорий, относительно среднероссийского показателя, а также их динамики. Уровень использования ИКТ организациями с 2015 г. вырос в среднем по стране на 30 % (данный показатель в целях сопоставимости рассчитан на душу населения). Как видно из рисунка 1, среди рассматриваемых регионов выделяются Мурманская и Новгородская области, в которых уровень использования ИКТ значительно превосходит среднероссийские показатели и в 2015 и в 2023 гг. Высокий уровень с хорошей динамикой наблюдается также во Владимирской, Калужской и Липецкой областях. В целом замечен значительный разброс рассматриваемых регионов относительно среднероссийского уровня использования ИКТ.

Как видно из таблицы 1, в 2023 г. только в половине рассматриваемых регионах численность работников, использующих ИКТ (на душу населения территории), выше среднероссийского уровня. При этом во всех индустриально развитых регионах в 2023 г. уровень затрат на внедрение и использование цифровых технологий, рассчитанных на душу населения, а также их динамика по отношению к 2015 г. ниже среднероссийского уровня. Следует отметить, что

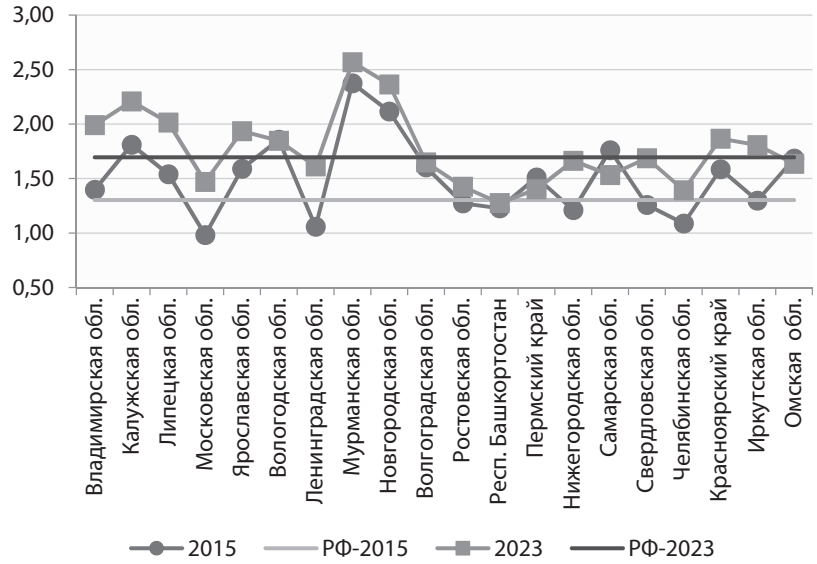



**Рис. 1.** *Использование ИКТ организациями в 2015 и 2023 гг., ед. на 1 тыс. чел. населения (источник: сост. автором по: Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг. Федеральная служба государственной статистики. https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 01.12.2024))*

при общем объеме затрат страны на внедрение и использование цифровых технологий, равным 4 трл руб. в 2023 г., более половины (2,5 трл руб.) приходится на город федерального значения Москва. Это свидетельствует о колоссальных диспропорциях в сфере финансирования ИКТ, а также дисбалансе в модели хозяйствования, когда 17,8 всех организаций зарегистрировано в Москве. Таким образом, показатели г. Москва существенно влияют на среднероссийские значения, искажая истинную картину внедрения и использования ИКТ в регионах РФ. Аналогичная ситуация наблюдается по производству товаров и услуг сектора ИКТ, где только Нижегородская область с объемом отгрузки (116,9 млн руб. на тыс. чел.) значительно (более чем в 2 раза) превосходит среднероссийский показатель (55,2 млн руб. на 1000 чел.). Показатели остальных регионов существенно отстают и колеблются в диапазоне от 2,5 в Ленинградской области до 29,6 млн руб.на 1 тыс. чел. в Свердловской области. На наш взгляд, данный показатель может служить одним из основных индикатором уровня развития цифровой экономики в регионах, отражающим результат цифровой трансформации экономики.

Таблица 1

**Использование цифровых технологий и производство связанных с ними товаров и услуг**

| Субъекты | Численность работников списочного состава (без внешних совместителей) организаций, использовавших ИКТ | | | Затраты организации на внедрение и использование цифровых технологий | | | Отгружено товаров и услуг собственного производства сектора ИКТ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2015 г. | 2023 г. | 2023 г. к 2015 г. | 2015 г. | 2023 г. | 2023 г. к 2015 г. | 2023 г. |
| | чел. на 1000 чел. населения | | % | Млн руб. на 1000 чел. населения | | % | Млн руб. на 1000 чел. населения |
| РФ | 168 | 195 | 116,2 | 7,8 | 27,6 | 351,7 | 55,2 |
| Владимирская обл. | 174 | 194 | 111,4 | 2,3 | 6,5 | 283,4 | 14,9 |
| Калужская обл. | 189 | 194 | 102,9 | 7,9 | 7,9 | 99,7 | 25,8 |
| Липецкая обл. | 168 | 195 | 115,5 | 3,2 | 10,5 | 332,6 | 18,0 |
| Московская обл. | 132 | 181 | 137,0 | 5,5 | 11,9 | 217,5 | 9,2 |
| Ярославская обл. | 200 | 214 | 107,1 | 6,7 | 7,6 | 113,7 | 18,8 |
| Вологодская обл. | 183 | 196 | 106,9 | 3,5 | 8,9 | 251,8 | 16,0 |
| Ленинградская обл. | 124 | 170 | 137,8 | 16,1 | 7,2 | 45,0 | 2,5 |
| Мурманская обл. | 233 | 289 | 123,9 | 5,3 | 12,2 | 231,0 | 17,3 |
| Новгородская обл. | 190 | 193 | 102,0 | 4,1 | 5,9 | 146,1 | 10,6 |
| Волгоградская обл. | 154 | 155 | 100,5 | 3,4 | 5,0 | 147,5 | 10,6 |
| Ростовская обл. | 150 | 154 | 102,7 | 1,9 | 5,2 | 280,4 | 11,1 |
| Респ. Башкортостан | 164 | 156 | 95,4 | 3,6 | 8,7 | 243,8 | 11,5 |
| Пермский край | 197 | 202 | 102,3 | 6,5 | 14,7 | 227,2 | 18,4 |
| Нижегородская обл. | 239 | 224 | 93,6 | 5,9 | 17,5 | 296,4 | 116,9 |

*Окончание табл. 1 на след. стр.*

*Окончание табл. 1*

| Субъекты | Численность работников списочного состава (без внешних совместителей) организаций, использовавших ИКТ | | | Затраты организации на внедрение и использование цифровых технологий | | | Отгружено товаров и услуг собственного производства сектора ИКТ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2015 г. | 2023 г. | 2023 г. к 2015 г. | 2015 г. | 2023 г. | 2023 г. к 2015 г. | 2023 г. |
| | чел. на 1000 чел. населения | | % | Млн руб. на 1000 чел. населения | | % | Млн руб. на 1000 чел. населения |
| Самарская обл. | 201 | 210 | 104,3 | 4,2 | 13,5 | 324,0 | 16,5 |
| Свердловская обл. | 228 | 226 | 99,2 | 7,4 | 14,6 | 198,5 | 29,6 |
| Челябинская обл. | 192 | 199 | 103,3 | 3,3 | 10,6 | 322,9 | 11,0 |
| Красноярский край | 202 | 224 | 111,0 | 5,6 | 14,9 | 265,2 | 16,3 |
| Иркутская обл. | 165 | 212 | 128,5 | 5,4 | 8,7 | 161,0 | 11,9 |
| Омская обл. | 101 | 180 | 179,3 | 3,0 | 8,3 | 276,1 | 12,5 |

Источник: сост. автором по: Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг. Федеральная служба государственной статистики. https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 01.12.2024).

Рассмотрим более подробно структуру использования цифровых технологий организациями. Среди отслеживаемых индикаторов цифровые технологии разного уровня. Нас интересуют наиболее современные и сложные ИКТ, которые, на наш взгляд, и должны послужить основой для перехода промышленности на новый технологический уровень и увеличению доли высокотехнологичной продукции. И если практически все организации, использующие ИКТ, пользуются Интернетом, в среднем более половины имеют веб-сайт, порядка 70 % используют электронный документооборот с внешними информационными системами, то с цифровыми технологиями более высокого уровня ситуация иная. Так, в среднем по выборке рассматриваемых регионов лишь 1,6 % организаций используют «цифровых двойников», 2,1 % — аддитивные технологии, 3,9 % — промышленные роботы и автоматизированные линии. Наиболее используемыми в данной группе технологий уровня остаются «облачные» сервисы, цифровые платформы и технологии сбора, обработки и анализа больших данных (см. рис. 2). Если рассматривать данные показатели с точки зрения количества пользователей цифровых технологий, то, как видно из рисунка 2, значения этих же показателей по рассматриваемому кругу организаций уже значительно выше. Так, на «цифровых двойников» приходится 10,4 % пользователей, 14,7 % — на аддитивные технологии, 17 % — на промышленные роботы и автоматизированные линии. Такая существенная разница свидетельствует о том, что цифровыми технологиями высшего уровня пользуются крупные организации с большим количеством сотрудников. Такой результат вполне логичен, т. к. технологии более высокого уровня требуют значительных затрат как на внедрение, так и на дальнейшее использование. В целом уровень использования цифровых технологий высокого уровня совокупности индустриально развитых регионов близок к среднероссийскому как в разрезе организаций, использующих ИКТ, так и в разрезе персонала организаций, использующих ИКТ.

Структура использования цифровых технологий высокого уровня в разрезе субъектов РФ представлена в таблице 2. Ожидаемо, что в индустриальных регионах чаще наблюдается использование промышленных роботов и автоматизированных линий (15 из 20 рассматриваемых территорий имеют показатель выше среднего по стране на 0,6–11,6 п. п.) а также аддитивных технологий — в 12 регионах доля пользователей выше среднероссийского значения на 0,3–8 п. п. Реже используют технологии искусственного интеллекта — только в трех регионах (Ярославская, Вологодская области, Красноярский край) показатель превышает среднероссийский. Показатель использования




**Рис. 2**. *Структура использования цифровых технологий организациями в 2023 г. (источник: сост. автором по: Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг. Федеральная служба государственной статистики. https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 01.12.2024))*

«облачных» сервисов в большинстве рассматриваемых индустриальных регионов также ниже среднего по стране.

Следует отметить, что успешная цифровая трансформация промышленности и экономики в целом невозможна без соответствующей готовности регионов и производств к переходу на новую модель развития. В случае цифровых технологий речь идет о кардинальных переменах в достаточно короткие сроки, что требует не только

Таблица 2

**Структура используемых цифровых технологий организациями в 2023 г., % от числа сотрудников организаций, использовавших ИКТ**

| Субъекты РФ | Геоинформационные системы | Цифровые платформы | Технологии сбора, обработки и анализа больших данных | Технологии искусственного интеллекта | «Облачные» сервисы | Интернет вещей | Технологии радиочастотной идентификации объектов (RFID) | Промышленные роботы / автоматизированные линии | Аддитивные технологии | «Цифровой двойник» | Центры обработки данных (ЦОД) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| РФ | 33,3 | 38,8 | 33,4 | 14,7 | 41,3 | 28,5 | 33,9 | 14,0 | 13,3 | 9,7 | 21,8 |
| Владимирская обл. | 34,4 | 33,5 | 27,1 | 8,4 | 41,5 | 30,2 | 31,5 | 18,1 | 15,4 | 6,8 | 15,3 |
| Калужская обл. | 29,4 | 33,6 | 27,7 | 6,4 | 35,9 | 25,0 | 27,5 | 24,0 | 15,5 | 7,9 | 16,4 |
| Липецкая обл. | 38,4 | 39,3 | 31,8 | 8,6 | 35,5 | 23,3 | 23,6 | 23,5 | 10,4 | 5,5 | 8,2 |
| Московская обл. | 29,5 | 39,8 | 38,6 | 15,4 | 45,9 | 32,4 | 32,3 | 17,5 | 14,6 | 8,6 | 19,6 |
| Ярославская обл. | 28,8 | 40,1 | 38,9 | 20,8 | 37,0 | 30,9 | 37,6 | 20,2 | 17,7 | 13,1 | 16,5 |
| Вологодская обл. | 41,4 | 47,1 | 36,1 | 25,1 | 30,8 | 21,4 | 40,1 | 22,4 | 10,5 | 9,9 | 22,5 |
| Ленинградская обл. | 35,5 | 42,7 | 39,1 | 12,8 | 41,4 | 32,0 | 35,0 | 19,2 | 13,6 | 11,5 | 19,8 |
| Мурманская обл. | 31,6 | 33,5 | 27,6 | 12,6 | 31,6 | 18,0 | 31,8 | 11,8 | 10,2 | 7,9 | 18,8 |
| Новгородская обл. | 32,7 | 34,3 | 38,5 | 14,8 | 43,2 | 31,8 | 28,9 | 16,5 | 13,9 | 12,4 | 18,6 |
| Волгоградская обл. | 30,4 | 32,7 | 35,1 | 11,8 | 40,1 | 28,7 | 33,0 | 10,1 | 11,1 | 10,1 | 18,2 |
| Ростовская обл. | 30,8 | 37,8 | 31,9 | 11,2 | 38,4 | 27,3 | 31,4 | 16,4 | 10,2 | 9,4 | 23,0 |
| Респ. Башкортостан | 38,2 | 45,5 | 31,6 | 13,5 | 40,8 | 32,9 | 38,1 | 15,0 | 10,8 | 8,7 | 24,1 |
| Пермский край | 37,7 | 43,2 | 33,1 | 14,7 | 40,3 | 32,8 | 37,6 | 16,0 | 15,7 | 12,0 | 26,3 |

*Окончание табл. 2 на след. стр.*

*Окончание табл. 2*

| Субъекты РФ | Геоинформационные системы | Цифровые платформы | Технологии сбора, обработки и анализа больших данных | Технологии искусственного интеллекта | «Облачные» сервисы | Интернет вещей | Технологии радиочастотной идентификации объектов (RFID) | Промышленные роботы / автоматизированные линии | Аддитивные технологии | «Цифровой двойник» | Центры обработки данных (ЦОД) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Нижегородская обл. | 31,5 | 39,4 | 29,9 | 14,2 | 41,9 | 22,2 | 32,3 | 15,3 | 18,1 | 14,0 | 22,8 |
| Самарская обл. | 33,3 | 38,5 | 35,6 | 11,6 | 39,9 | 28,4 | 34,3 | 18,3 | 21,3 | 14,5 | 24,2 |
| Свердловская обл. | 38,6 | 37,8 | 35,3 | 14,1 | 42,1 | 33,0 | 37,1 | 18,6 | 19,5 | 11,6 | 28,1 |
| Челябинская обл. | 35,4 | 41,2 | 24,0 | 14,0 | 38,0 | 27,2 | 35,0 | 25,6 | 15,8 | 12,6 | 21,9 |
| Красноярский край | 38,5 | 40,1 | 22,4 | 16,0 | 33,3 | 27,6 | 37,9 | 12,9 | 13,8 | 9,0 | 23,3 |
| Иркутская обл. | 37,8 | 44,8 | 32,2 | 12,8 | 39,7 | 27,3 | 38,3 | 9,2 | 11,2 | 10,5 | 20,8 |
| Омская обл. | 28,4 | 35,4 | 17,1 | 9,2 | 32,7 | 23,8 | 29,4 | 12,4 | 9,8 | 6,4 | 11,8 |

Источник: сост. автором по: Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг. Федеральная служба государственной статистики. https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 01.12.2024).

значительных финансовых, технологических, кадровых ресурсов, но и изменения модели управления производствами. Основные показатели научно-технологического потенциала приведены в таблице 3. Как видно из таблицы, для индустриально развитых регионов наблюдается существенный разброс значений показателей относительно среднего по стране. В таблице цветом отмечены ячейки значения, которых выше соответствующих показателей по РФ в целом. Так, по показателям «прирост воспроизводительных рабочих мест» и «выдано патентов на изобретения» почти все регионы не дотягивают до среднероссийских показателей. В то же время большая часть индустриально развитых регионов демонстрируют лучшую, чем в целом по РФ, динамику за 2012–2022/2023 гг. по показателям удельного веса инновационных товаров в общем объеме отгруженных товаров всех организаций, организаций промышленного производства, а также доли внутренних на текущих затрат на научные исследования и разработки в ВРП. Несмотря на то, что динамика данных показателей в рассматриваемых регионах опережает среднероссийские значения, в целом по РФ и некоторым регионам наблюдается снижение значений относительно 2012 г. Так, удельный вес инновационных товаров всех организаций снизился в целом по РФ на 2,02 п. п., а наиболее значительное снижение наблюдалось в Самарской (–11,6 п. п.), Ярославской (–8,7), Владимирской (–6,9), Липецкой (–5,9) областях. Эти же регионы — лидеры по снижению доли инновационных товаров организаций промышленного производство, что ожидаемо, учитывая индустриальную специфику регионов. Также в большинстве регионов (кроме Липецкой и Омской области, а также Красноярского края) и в целом по РФ наблюдается снижение доли внутренних затрат на научные исследования и разработки в валовом региональном продукте по отношению к 2012 г. В целом по РФ данный показатель снизился на 0,5 п. п., а в рассматриваемых регионах снижение достигало 2,4 п. п (Калужская обл.), более чем в половине регионов темп отрицательной динамики показателя был ниже среднероссийского. Можно констатировать, что индустриально развитые регионы обладают достаточно мощным научно-технологическим потенциалом для цифровой трансформации, а также значительной инертностью по сравнению с другими, более адаптивными сферами экономики, где цифровой переход осуществляется более высокими темпами. Однако при достаточном уровне финансирования именно индустриальные территории должны стать локомотивами в реализации технологического суверенитета и перехода экономики на высокотехнологичную ступень.

Таблица 3

**Научно-технологический потенциал регионов**

| Субъекты РФ | Прирост высокопроизводительных рабочих мест за 2012–2023 гг., ед. на 1 тыс. чел. населения | | Уровень инновационной активности организаций | | Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг | | Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг | | Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе обследованных организаций | | Разработанные передовые производственные технологии в 2023 г., ед. на 100 тыс. чел. | | Доля внутренних текущих затрат на научные исследования и разработки в ВРП | | Выдано патентов на изобретения в 2012–2023 гг., ед. на 100 тыс. чел. населения | Выдано патентов на полезные модели в 2012–2023 гг., ед. на 100 тыс. чел. населения |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2023 г., | 2023 г. к 2012, п. п. | 2023 г., | 2023 г. к 2012, п. п. | 2023 г., | 2023 г. к 2012, п. п. | 2023 г., | 2023 г. к 2012, п. п. | 2022 г., | 2022 г. к 2012, п. п. | 2022 г., | 2022 г. к 2012, п. п. | | |
| РФ | 64,5 | 11,31 | 1,01 | 5,97 | –2,02 | 6,23 | –1,57 | 22,71 | 13,61 | 14,46 | 0,9 | –0,5 | 149,9 | 67,5 |
| Владимирская обл. | 40,2 | 12,35 | –0,45 | 3,70 | –6,91 | 2,44 | –4,46 | 21,90 | 10,10 | 10,03 | 0,6 | –0,6 | 144,1 | 39,9 |
| Калужская обл. | 55,1 | 13,38 | 2,78 | 3,17 | –1,37 | 3,28 | 0,38 | 24,49 | 15,99 | 35,86 | 1,3 | –2,4 | 131,3 | 38,2 |
| Липецкая обл. | 29,4 | 11,94 | –2,16 | 4,92 | –5,95 | 4,30 | –6,60 | 19,81 | 6,91 | – | 0,1 | 0,0 | 48,6 | 24,4 |
| Московская обл. | 96,5 | 11,47 | 2,97 | 9,29 | –1,22 | 9,39 | 1,39 | 23,31 | 16,01 | 19,48 | 2,1 | –1,5 | 179,3 | 82,5 |
| Ярославская обл. | 53,0 | 11,44 | –0,86 | 6,32 | –8,74 | 7,40 | –8,30 | 21,99 | 10,79 | – | 1,6 | 0,3 | 122,1 | 77,3 |
| Вологодская обл. | 37,6 | 9,34 | 2,04 | 3,58 | –1,09 | 3,87 | –0,93 | 15,81 | 9,71 | – | 0,1 | 0,0 | 60,6 | 34,1 |

*Продолжение табл. 3 на след. стр.*

*Продолжение табл. 3*

| Субъекты РФ | Прирост высокопроизводительных рабочих мест за 2012–2023 гг., ед. на 1 тыс. чел. населения | Уровень инновационной активности организаций | | Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг | | Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг | | Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе обследованных организаций | | Разработанные передовые производственные технологии в 2023 г., ед. на 100 тыс. чел. | Доля внутренних текущих затрат на научные исследования и разработки в ВРП | | Выдано патентов на изобретения в 2012–2023 гг., ед. на 100 тыс. чел. населения | Выдано патентов на полезные модели в 2012–2023 гг., ед. на 100 тыс. чел. населения |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2023 г., | 2023 г. к 2012, п. п. | 2023 г., | 2023 г. к 2012, п. п. | 2023 г., | 2023 г. к 2012, п. п. | 2023 г., | 2023 г. к 2012, п. п. | | 2022 г., | 2022 г. к 2012, п. п. | | |
| Ленинградская обл. | 78,4 | 8,14 | –1,96 | 3,50 | 2,38 | 4,41 | 3,51 | 15,38 | 6,68 | 13,81 | 0,6 | –0,3 | 29,5 | 22,8 |
| Мурманская обл. | 31,6 | 8,79 | –0,21 | 4,30 | 4,18 | 3,92 | 3,82 | 16,37 | 9,77 | – | 0,3 | –0,5 | 48,4 | 22,2 |
| Новгородская обл. | 7,0 | 9,19 | 1,69 | 3,71 | 0,55 | 4,34 | 1,14 | 21,60 | 14,10 | 42,51 | 0,5 | –0,3 | 74,1 | 37,8 |
| Волгоградская обл. | 28,6 | 7,41 | 0,31 | 5,05 | 4,10 | 6,30 | 5,50 | 14,23 | 8,23 | – | 0,4 | –0,2 | 101,6 | 67,7 |
| Ростовская обл. | 31,7 | 26,62 | 17,92 | 8,98 | 1,86 | 7,51 | 0,91 | 50,06 | 41,96 | 5,96 | 0,6 | –0,5 | 126,3 | 42,4 |
| Респ. Башкортостан | 45,7 | 16,37 | 3,27 | 7,41 | 1,42 | 8,91 | 2,61 | 26,45 | 13,85 | 6,76 | 0,5 | –0,1 | 141,1 | 42,7 |
| Пермский кр. | 48,4 | 13,46 | –0,64 | 7,59 | –0,08 | 7,66 | 0,46 | 28,50 | 15,60 | 18,06 | 1,0 | –0,1 | 132,1 | 59,9 |
| Нижегородская обл. | 90,9 | 15,09 | 0,39 | 15,86 | –1,14 | 11,83 | –4,87 | 27,05 | 13,45 | 15,15 | 3,6 | –1,6 | 110,2 | 61,4 |

*Окончание табл. 3 на след. стр.*

*Окончание табл. 3*

| Субъекты РФ | Прирост высокопроизводительных рабочих мест за 2012–2023 гг., ед. на 1 тыс. чел. населения | Уровень инновационной активности организаций | | Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг | | Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг | | Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе обследованных организаций | | Разработанные передовые производственные технологии в 2023 г., ед. на 100 тыс. чел. | Доля внутренних текущих затрат на научные исследования и разработки в ВРП | | Выдано патентов на изобретения в 2012–2023 гг., ед. на 100 тыс. чел. населения | Выдано патентов на полезные модели в 2012–2023 гг., ед. на 100 тыс. чел. населения | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2023 г., | 2023 г. к 2012, п. п. | 2023 г., | 2023 г. к 2012, п. п. | 2023 г., | 2023 г. к 2012, п. п. | 2023 г., | 2023 г. к 2012, п. п. | | 2022 г., | 2022 г. к 2012, п. п. | | |
| Самарская обл. | 59,8 | 18,79 | 12,49 | 12,91 | –11,64 | 14,07 | –10,53 | 28,86 | 23,16 | 11,70 | 0,9 | –1,0 | 139,2 | 96,8 |
| Свердловская обл. | 58,7 | 12,09 | –1,21 | 6,93 | 2,82 | 7,90 | 4,40 | 24,14 | 12,84 | 28,88 | 1,0 | –0,1 | 121,0 | 76,3 |
| Челябинская обл. | 72,5 | 12,61 | 1,11 | 14,44 | 8,49 | 16,05 | 10,45 | 23,42 | 13,62 | – | 1,0 | –0,6 | 84,2 | 73,6 |
| Красноярский кр. | 48,7 | 6,67 | –2,83 | 2,56 | –0,84 | 1,64 | 0,74 | 13,78 | 5,48 | 13,45 | 1,1 | 0,1 | 123,5 | 48,6 |
| Иркутская обл. | 42,8 | 7,74 | 0,84 | 0,19 | –1,30 | 0,17 | –1,23 | 17,26 | 10,96 | – | 0,3 | –0,4 | 78,7 | 26,4 |
| Омская обл. | 46,7 | 8,59 | 0,39 | 8,32 | 5,62 | 11,45 | 8,85 | 21,29 | 14,09 | – | 0,7 | 0,1 | 108,0 | 68,1 |

Источник: сост. автором по: Федеральная служба государственной статистики. https://rosstat.gov.ru/statistics (дата обращения: 01.12.2024).

### *Заключение*

Проведенный анализ показал, что в целом не наблюдается лидерство индустриальных регионов в сфере внедрения и использования цифровых технологий. Если отметить значительное влияние г. Москва на среднероссийский показатель в сторону его увеличения, можно констатировать, что индустриально-развитые регионы не отстают в использовании цифровых технологий, а по отдельным показателям, таким как использование промышленных роботов и автоматизированных линий, аддитивных технологий, цифровых платформ, превосходят среднероссийские показатели. В то же время уровень затрат на внедрение и использование цифровых технологий существенно ниже среднего по стране и в десятки раз ниже объемов финансирования г. Москва, что отражается как на темпах цифровой трансформации, так и на результатах перехода к более высокотехнологичным производствам. Так, например, объем отгрузки товаров и услуг сектора ИКТ в разы ниже среднероссийского показателя, что, с одной стороны, может свидетельствовать о недостаточном результате развития сферы ИКТ в индустриальных регионах, с другой — объясняется в том числе специализацией рассматриваемых территорий. При более глубоком сравнительном анализе результатов цифровизации регионов следует исключать показатели г. Москва из совокупности для предотвращения искажения реального уровня развития ИКТ в регионах.

### *Благодарности*

Статья подготовлена в рамках гос. задания Института экономики УрО РАН на 2024–2026 гг.

### *Acknowledgements*

The article has been prepared in accordance with the state order to the Institute of Economics of the Ural Branch of RAS for 2024–2026.

### *Список источников*

Акбердина, В. В. (2020). Мультифункциональная роль индустриально развитых регионов в экономике страны. *Journal of New Economy, 21* (3), 48–72. 10.29141/2658-5081-2020-21-3-3

Васильева, Н. В., Бачуринская, И. А. (2018). Проблемные аспекты цифровизации строительной отрасли. *Вестник алтайской академии экономики и права, 7,* 39–46.

Грошева, П. Ю., Грошев, А. А. (2023). Зарубежный опыт цифровизации промышленности: США, Китай, Япония. В *Наука и образование в разви-*

*тии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. XV Всероссийские научные Зворыкинские чтения сб. тез. докл. Всероссийской научной конференции* (с. 56–58). Муром: МИ ВлГУ.

Зарипова, Ю. О., Третьякова, Е. А. (2023). Сравнительная характеристика подходов к оценке информатизации и цифровой зрелости регионов России. В *Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии: сб. науч. статей* (с. 37–47). Екатеринбург. https://doi.org/10.17059/dti-2023-4

Кузовкова, Т. А., Салютина, Т. Ю., Кухаренко, Е. Г. (2019). Методические основы и результаты интегральной оценки цифрового развития экономики и общества. *Электронный научный журнал «Век качества», 3,* 106–122.

Лавренко, Е. В., Мечикова, М. Н. (2022). Цифровая трансформация промышленности: российский и зарубежный опыт. *Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий, 11* (1), 47–52. 10.24412/2225-8264-2022-1-46-51

Матушкина, Н. А., Котлярова, С. Н., Мыслякова, Ю. Г. (2022). Оценка готовности регионального транспортного комплекса к цифровой трансформации. *Экономика региона, 18* (3), 802–819. 10.17059/ekon.reg.2022-3-13

Панова, В. Л. (2021). Интегральная оценка уровня цифровизации предприятия методом структурно-иерархического анализа. *Вестник института экономических исследований, 2* (22), 163–171.

Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг. *Федеральная служба государственной статистики.* https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 01.12.2024).

Таймасов, А. Р., Мухаметова, А. Д. (2023). Методический подход к оценке уровня цифрового регионального развития. *Экономика и управление: научно-практический журнал, 6,* 18–21. 10.34773/EU.2023.6.3

*IMD World Digital Competitiveness Ranking 2024. The digital divide: risks and opportunities IMD.* November 2024. Lausanne, Switzerland. https://imd.widen.net/s/xvhldkrrkw/20241111-wcc-digital-report-2024-wip (дата обращения: 01.12.2024).

## *References*

Akberdina, V. V. (2020). Mul'tifunktsional'naya rol' industrial'no razvitykh regionov v ekonomike strany. *Journal of New Economy [Multifunctional role of industrially developed regions in the Russian economy. Journal of New Economy], 21* (3), 48–72. DOI: 10.29141/2658-5081-2020-21-3-3 (In Russ.)

Grosheva, P. Yu., Groshev, A. A. (2023). Zarubezhnyj opyt cif-rovizacii promyshlennosti: SShA, Kitaj, Yaponiya. In *Nauka i obrazo-vanie v razvitii promyshlennoj, social'noj i ekonomicheskoj sfer regionov Rossii. XV Vserossijskie nauchnye Zvorykinskie chteniya [Foreign experience of industrial digitalization: USA, China, Japan. Science and education in the development of industrial, social and economic spheres of Russian regions. XV All-Russian scientific Zvorykin readings]: sb. tez. dokl. Vserossijskoj nauchnoj konferencii* (p. 56–58). Murom: MI VlGU (In Russ.)

*IMD World Digital Competitiveness Ranking 2024. The digital divide: risks and opportunities IMD.* November 2024. Lausanne, Switzerland. https://imd.widen.net/s/xvhldkrrkw/20241111-wcc-digital-report-2024-wip (accessed: 01.12.2024).

Kuzovkova, T. A., Salutina, T. Yu., Kukharenko, E. G. (2019). Methodical bases and results of integrated assessment of digital development of economy and society Elektronnyj nauchnyj zhurnal «Vek kachestva» [Age of quality], 3, 106–122. (In Russ.)

Lavrenko, E. V., Mechikova, M. N. (2022). Digital transformation of industry: russian and foreign experience. *Vestnik Sibirskogo instituta biznesa i informacionnyh tekhnologij. [Vestnik sibirskogo instituta biznesa i informatsionnykh tekhnologii] 11,* 1, 47–52. DOI: 10.24412/2225-8264-2022-1-46-51 (In Russ.)

Matushkina, N. A., Kotlyarova, S. N. & Myslyakova, Yu. G. (2022). Assessment of the Readiness of Regional Transport Systems for Digital Transformation. *Ekonomika regiona [Economy of regions], 18* (3), 802–819. 10.17059/ekon.reg.2022-3-13. (In Russ.)

Panova, V. L. (2021). Integral assessment of the enterprise's level of digitalization by the method of structural and hierarchical analysis. *Vestnik instituta ekonomicheskih issledovanij. [Economic Research Institute Journal], 2* (22), 163–171. (In Russ.)

Information on the use of digital technologies and the production of related goods and services. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. [Federal State Statistics Service].* https://rosstat.gov.ru/statistics/science (accessed: 01.12.2024). (In Russ.)

Taimasov, A. R., Mukhametova, A. D. (2023). Ethodological Approach To Assessing The Level Of Digital Regional Development. *Ekonomika i upravlenie: nauchno-prakticheskij zhurnal. [Economics and management: research and practice journal], 6,* 18–21. DOI: 10.34773/EU.2023.6.3. (In Russ.)

Vasil'eva, N. V., Bachurinskaya, I. A. (2018). Problematic aspects of digitalization of the construction industry. *Vestnik altajskoj akademii ekonomiki i prava [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], 7,* 39–46. (In Russ.)

Zaripova, Yu. O., Tret'yakova, E. A. (2023). Comparative characteristics of approaches to assessing informatization and digital maturity of Russian regions. *Cifrovaya transformaciya promyshlennosti: tendencii, upravlenie, strategii [Digital transformation of industry: trends, management, strategies]. Sbornik nauchnyh statej* (p. 37–47). Ekaterinburg. https://doi.org/10.17059/dti-2023-4 (In Russ.)

**Матушкина Наталья Александровна** — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН; https://orcid.org/0000-0002-2484-7041 (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: matushkina.na@uiec.ru).

**Natalia A. Matushkina** — Cand. Sci. (Econ.), Senior Research Associate, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS; https://orcid.org/0000-0002-2484-7041 (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: matushkina.na@uiec.ru).

**УДК 332.1**
**JEL classification: L26, O14, O25**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-11**

# Тренды изменения системной устойчивости промышленного комплекса России в условиях формирования промышленных экосистем и платформизации[1]

*Е. С. Мезенцева*

Институт экономики УрО РАН (г. Екатеринбург, Россия).
https://orcid.org/0000-0002-6213-6136

Автор для корреспонденции: Е. С. Мезенцева (mezentseva.es@uiec.ru).

**Аннотация.** *Промышленность как система под влиянием внешних и внутренних факторов претерпела с начала 2000-х годов ряд ключевых качественных изменений технологического, организационного и структурного характера. В статье проведена систематизация теоретических подходов к понятию системной устойчивости промышленности, выделены факторы и угрозы системной устойчивости промышленности России, основные тренды развития промышленности России в 2000–2024 годах. Предложен методический подход к оценке системной устойчивости промышленности, включающий группировку показателей по функциональным блокам (производственный, финансовый, инновационный, структурный, цифровой трансформации, институциональный и др.). Проведен анализ динамики показателей системной устойчивости промышленности России за 2000–2024 годы. Выявлены основные тенденции развития промышленности России, связанные с важностью процессов цифровой трансформации, формированием промышленных экосистем и платформизацией. Разработаны рекомендации по формированию промышленной политики в целях повышения устойчивости промышленности в условиях внешних ограничений, необходимости формирования технологического суверенитета с учетом трендов платформизации, сетизации и формирования экосистем.*

**Ключевые слова:** промышленность; устойчивость; экосистемы; платформы

[1] © Мезенцева Е. С. Текст. 2024.

# Trends in the systemic stability of the Russian industrial complex in the context of the formation of industrial ecosystems and platformization

*E. Mezentseva*

Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg, Russia).
https://orcid.org/0000-0002-6213-6136

Corresponding author: E. S. Mezentseva (mezentseva.es@uiec.ru).

**Abstract.** *Industry as a system under the influence of external and internal factors has undergone a number of key qualitative changes of a technological, organizational and structural nature since the beginning of 2000. The article systematizes theoretical approaches to the concept of systemic sustainability of industry, identifies factors and threats to the systemic sustainability of industry in Russia, the main trends in the development of Russian industry in 2000–2024. We propose a methodological approach to assessing the systemic sustainability of industry, including grouping indicators by functional blocks (production, financial, innovative, structural, digital transformation, institutional, etc.). The dynamics of indicators of systemic sustainability of Russian industry for 2000–2024 is analyzed. The main trends in the development of industry in Russia related to the importance of digital transformation processes, the formation of industrial ecosystems and platformization are identified. We have developed recommendations on the formation of industrial policy in order to increase the sustainability of industry in the face of external constraints, the need to form technological sovereignty and taking into account the trends of platformization, networking and ecosystem formation.*

**Keywords:** industry; sustainability; ecosystems; platforms

## *Введение*

Промышленность является системообразующей отраслью отечественной экономики, обеспечивающей конкурентоспособность России на мировом рынке, ее устойчивое и сбалансированное развитие является первоочередной задачей. Развитие промышленности подвержено влиянию как глобальных трендов, связанных с цифровизацией, Индустрией 4.0 и т. д., так и геополитических условий, приводящих к различным ограничениям. В настоящее время обострился вопрос формирования технологического суверенитета российской промышленности, фокус внимания смещается в сторону обеспечения системной устойчивости российской промышленности в краткосрочном периоде и поиска факторов долгосрочного роста.

Представляется актуальным изучение системной устойчивости промышленного комплекса РФ в периоде с 2000 г., ее изменения в результате влияния различных факторов, обоснование методики ее оценки, выявление основных трендов и направления изменения промышленного комплекса РФ и обоснование рекомендаций по формированию государственной политики для повышения устойчивости промышленности.

Рассматривая промышленность как единую производственную систему, обеспечивающую основной выпуск валовой продукции страны, необходимо учитывать, что на нее оказывает непосредственное влияние множество факторов: политические, технологические, экономические, экологические, социальные. Системная устойчивость промышленного комплекса РФ за период 2000–2024 гг. претерпела ряд ключевых качественных изменений технологического, организационного и структурного характера под влиянием внешних и внутренних факторов. Различные отрасли промышленности демонстрируют разные уровни устойчивости в зависимости от их специфики и экономических условий.

Термин «системная устойчивость промышленного комплекса» встречается в трудах В.В. Акбердиной (2022). Если говорить об этой тематике в контексте экономических шоков и турбулентности, то она рассматривается в трудах отечественных и зарубежных ученых (Petak, 2002; Бурлачков, 2009; Гусаков, 2018; Клейнер, 2021; Kleyner et al., 2015). Согласно В.К. Бурлачкову, устойчивость экономической системы характеризуется равенством скоростей протекания основных экономических процессов. Такое свойство системы называют ризельентностью. В статье В.В. Акбердиной (2021) экономическая резильентность определена как «способность экономики полностью восстанавливаться после воздействия шоков различной природы за счет внутренних адаптивных свойств». На региональном и отраслевом уровнях системную устойчивость изучали Г.Б. Клейнер, М.А. Рыбачук (2019), А.Н. Стеблинская (Kleyner et al., 2021), Л.С. Шеховцева (2020). Упомянутые исследователи ЦЭМИ РАН предлагали рассчитывать индекс системной сбалансированности как индикатор устойчивости экономического роста. В.В. Акбердина (Akberdina, 2022) выделяет две группы факторов резильентности экономической системы: 1) «врожденные», обусловленные структурными особенностями и сложившимся эволюционным путем развития; 2) «приобретенные» (адаптивные), связанные со сглаживанием последствий шоков с использованием дополнительных усилий.

### *2. Факторы резильентности российской промышленности*

Рассмотрим основные этапы развития промышленности РФ с 2020 г., выделим негативные факторы и факторы резильентности. Российская экономика с 2000 г. пережила несколько шоков. И в каждый из этих периодов промышленный комплекс сохранял системную устойчивость благодаря тем или иным факторам. Так, в период мирового финансового кризиса 2008 г. действовали такие «врожденные» факторы, как наличие значительных резервов и мобильность капитала между финансовым и промышленным секторами, а также адаптивные факторы, связанные с антикризисной политикой государства. В период санкций 2014–2015 гг. сыграли роль огромный потенциал промышленности сектора исследований и разработок, значительные резервы для развития производств, что обеспечило реализацию политики импортозамещения. В период кризиса 2020 г. российская промышленность сохранила относительную устойчивость благодаря преобладанию крупного бизнеса с государственным участием и локализации цепочек добавленной стоимости внутри страны.

В 2001–2005 гг. в промышленности наблюдались высокие темпы роста. В 2006–2010 гг. произошел существенный спад производства в связи с мировым финансовым кризисом 2008 г. Факторами, наибольшим образом повлиявшими на снижение промышленного производства, были: структурные детерминанты (высокие значения долей традиционных отраслей промышленности в ряде регионов), высокие темпы роста инвестиций в отдельных отраслях промышленности в предыдущий период, значительная доля предприятий с иностранной собственностью.

Период 2010–2021 гг. (волна санкций, пандемия COVID-19) характеризовался умеренными темпами роста в промышленности. В 2015 г. в индустриальных регионах РФ произошел резкий спад промышленного производства. Факторами, наибольшим образом повлиявшими на снижение промышленного производства, стали: рост импортозависимости за предыдущий период, высокая доля традиционных и сырьевых отраслей в структуре промышленности. Промышленное развитие стало основываться на принципах импортозамещения и локализации производства, при сохранении общего тренда цифровой трансформации.

Оценивая результаты реализации государственных мер поддержки промышленности в регионах после санкций 2014–2015 гг., можно отметить значительные положительные эффекты, которые уже в 2022 г. стали определенным залогом устойчивости (Akberdina,

2022). Среди них: снижение импортозависимости от ключевых товарных групп за период 2013–2021 гг.; рост экспорта ключевых товарных групп.

В.В. Акбердиной и О.П. Смирновой (2020а) выделены угрозы функционированию промышленного комплекса РФ в современных условиях с учетом глобальных вызовов и угроз: деиндустриализация экономики страны; снижение производственной безопасности (износ основных фондов) на фоне замедления инвестиций; нарастание научно-технологического отставания, проявляющееся в низкой доле внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП. Кроме этого, к факторам риска устойчивости промышленного комплекса отнесены значительная импортозависимость по ряду стратегических позиций, низкая эффективность труда, высокая энергоемкость, низкая рентабельность отдельных видов продукции, в отдельных случаях — значительная зависимость от зарубежных партнеров.

Наиболее острой проблемой развития промышленности РФ в 2022 г. после введения крупномасштабных антироссийских санкций явились поиск новых логистических цепочек поставок продукции и развитие процессов импортозамещения.

Рассмотрим подробнее, какие стратегии использовали промышленные предприятия для адаптации к санкционному давлению. Анализ специалистов НИУ ВШЭ (Перечнева, 2023) показал следующее. Около четверти предприятий придерживались «стратегии сжатия». Она характерна для отраслей автомобилестроение и деревообработка. Вторая стратегия — «упрощение и повышение независимости». Для снижения зависимости от импорта, таким предприятия вынуждены были либо производить более простой продукт, либо использовать менее сложные технологии. Примером является производство одежды. Третья стратегия — перестройка цепочек кооперации. Такие предприятия оперативно сменили поставщиков, логистику и так далее. Данную стратегию использовали предприятия химической и фармацевтической отрасли. Четвертая стратегия — модернизация. Такие предприятия начали выводить на рынок продукты и искать новые рынки. Пример подобного подхода продемонстрировали производители мебели.

### *3. Методы оценки системной устойчивости промышленного комплекса*

На основе систематизации исследований авторского коллектива Института экономики УрО РАН по теме промышленного развития,

сформирован методический подход к оценке системной устойчивости промышленного комплекса России. В работах В.В. Акбердиной и О.П. Смирновой (2020a; 2020b) проведена оценка устойчивого развития региональной промышленности. Авторами предложена модель устойчивого развития промышленного комплекса России, которая состоит из ресурсной, финансовой, инновационной (научно-технологической), производственной, кадровой, рыночной составляющих. Данную модель мы взяли за основу группировки показателей, характеризующих системную устойчивость промышленности (табл. 1). Ниже мы раскроем в динамике доступные к расчету показатели.

Таблица 1

**Показатели оценки системной устойчивости промышленного комплекса**

| Основные блоки показателей | Перечень показателей |
|---|---|
| Производственный блок | Индекс промышленного производства |
| | Доля промышленных видов деятельности в структуре ВРП |
| | Степень износа основных фондов;<br>Удельный вес полностью изношенных основных фондов |
| | Энергоемкость выпускаемой продукции промышленных предприятий; энергоэффективность |
| Кадровый блок | Индекс производительности труда промышленных предприятий |
| | Доля занятых на промышленных предприятиях в общей численности занятых |
| Рыночный блок | Экспорт ключевых товарных групп |
| | Экспорт технологий |
| | Межрегиональный обмен промышленной продукцией |
| Ресурсный блок (импортозависимость) | Импорт ключевых товарных групп |
| | Количество и структура соглашений по импорту технологий и услуг технического характера |
| | Доступ к ресурсам развития (в т. ч. научные знания, реактивы, высокотехнологичные компоненты и т. д.);<br>Количество соглашений по импорту технологий и услуг технического характера |
| | Количество предприятий, имеющих сертификат на продукцию российского происхождения |
| Финансовый блок | Удельный вес убыточных промышленных предприятий |
| | Рентабельность активов промышленных предприятий |
| | Рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) промышленных предприятий |

*Окончание табл. 1 на след. стр.*

*Окончание табл. 1*

| **Основные блоки показателей** | **Перечень показателей** |
|---|---|
| Инвестиционный блок | Динамика инвестиций промышленных предприятий;<br>Структура инвестиций (доля инвестиций в машины и оборудование) |
| Показатели цифровизации | Доля затрат на внедрение и использование цифровых технологий в отраслях промышленности РФ;<br>Доля затрат на внедрение и использование цифровых технологий в ВРП;<br>Масштабы роботизации производства, применения специального программного обеспечения, средств промышленного интернета вещей, искусственного интеллекта и т. д.;<br>Затраты на цифровизацию на 1 млн руб. выпуска промышленной продукции |
| Инновационный блок | Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП |
| | Доля высокотехнологичных и среднетехнологичных предприятий в объеме выручки компаний промышленности |
| | Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг |
| | Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации в общем числе обследованных организаций |
| Технологический блок | Используемые передовые производственные технологии |
| | Разработанные передовые производственные технологии |
| Структурный блок | Отраслевая структура промышленности (по объему производства, численности занятых) |
| | Доля малых и средних предприятий в промышленности |
| Институциональный блок | Доля объема отгруженных товаров, произведенных промышленными предприятиями, находящимися в частной собственности |
| | Доля объема отгруженных товаров, произведенных промышленными предприятиями, находящимися в совместно российской и иностранной собственности |
| | Объемы кооперационных взаимодействий (межотраслевых, межрегиональных) |
| | Регуляторная среда;<br>Инфраструктурные ресурсы;<br>Институты для бизнеса |

Источник: сост. автором.

### *4. Показатели системной устойчивости промышленного комплекса РФ в 2000–2024 гг.*

Если говорить об актуальных тенденциях развития промышленности РФ в отраслевом разрезе, то в 2023 г. на увеличение ВВП (+3,6 %) наибольшее влияние оказал рост индексов физического объема добавленной стоимости в отраслях обрабатывающих производств (+7,0 %): увеличение связано с ростом производства компьютеров, электронных и оптических изделий на 32,8 %, готовых металлических изделий на 27,8 %, прочих транспортных средств и оборудования на 25,5 % и пищевых продуктов на 5,9 %[1].

Далее рассмотрим основные показатели развития промышленности и те блоки показателей, на изменение которых в большей степени влияют внешние шоки и современные тренды Индустрии 4.0.

*Доля промышленности в ВВП.* С 2002 по 2020 гг. доля промышленности в ВВП РФ выросла почти на 7 %. В то же время средняя доля обрабатывающих производств в валовом продукте не росла и составляла около 17 %. После 2020 г. доля обрабатывающих производств в ВВП сократилась и пока не восстановилась (табл. 2).

*Индекс промышленного производства.* Самые высокие темпы роста производства наблюдались в 2001–2005 гг. как в добывающей, так и в обрабатывающей промышленностях. Динамика изменения индекса производства демонстрирует влияние кризисных периодов на развитие производства РФ: спад производства под влиянием кризиса 2007 г. с самым сильным падением в 2009 г. (–10,7 %) и возвратом к росту в 2010 г. В период с 2011 по 2019 г. нет резкого роста, однако и года, которые эксперты выделяют как кризисные (например, 2014–2015 гг.), не отмечены резким снижением. При всемирном падении производства в 2020 г. также объективен возврат и даже некоторый рост в 2021 г., по наиболее актуальным данным — индекс сентябрь 2024 г. к сентябрю 2023 г. равен 103,2 %.

Динамика объемов обрабатывающих производств в России тоже была положительной, за исключением 2015 г.

*Износ основных фондов.* Степень износа основных фондов в обрабатывающих отраслях промышленности в России в целом выросла с 41 % в 2012 г. до 52 % в 2020 г., однако в последние годы она снижается.

*Рентабельность промышленных предприятий.* В сравнении с динамикой за долгосрочный период рентабельность находится на

[1] Росстат (2024). Росстат представляет первую оценку ВВП за 2023 год. https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/230009#_ftn1 (дата обращения: 05.10.2024).

Таблица 2

**Доля промышленных видов деятельности в структуре ВВП, %**

| Годы | Добыча полезных ископаемых | Обрабатывающие производства |
|---|---|---|
| 2022 | 14,5 | 16,3 |
| 2021 | 14,3 | 17,1 |
| 2020 | 10,5 | 17,1 |
| 2019 | 13,5 | 16,7 |
| 2018 | 13,9 | 17,3 |
| 2017 | 11,3 | 16,2 |
| 2016 | 10,2 | 15,9 |
| 2002 | 6,7 | 17,2 |

Источник: сост. автором по данным Росстата. https://www.fedstat.ru/indicator/59450 (дата обращения: 05.10.2024).

Таблица 3

**Индекс промышленного производства, % к предыдущему периоду**

| Показатель | Данные показателя по годам | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2000 | 2001–2005 | 2006–2010 | 2011–2015 | 2016–2020 | 2015 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Промышленность в целом | 108,7 | 131,1 | 109,4 | 107,1 | 110,6 | 100,2 | 97,9 | 106,4 | 100,7 | 104,1 |
| Обрабатывающие производства | 110,9 | 135,2 | 112,9 | 110,2 | 116,2 | 99,9 | 101,3 | 107,3 | 100,3 | 108,6 |
| Добыча полезных ископаемых | 106,4 | 133,3 | 107,6 | 105,7 | 104,9 | 101,3 | 93,5 | 104,2 | 101,5 | 98,7 |

Источник: сост. автором по данным Росстата. https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial (дата обращения: 05.10.2024).

умеренном уровне (около 16–20 % в 2024 г.) (Сальников, 2024). Однако резко негативным фактором стало то, что впервые за много лет ставка по кредитам начинает превышать уровень рентабельности.

*Инвестиции.* Наряду с позитивным трендом роста инвестиций в последние годы, следует отметить снижение «уровня технологичности» инвестиций в основной капитал. По оценке Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (Сальников, 2024) по данным Росстата, в целом за 2022–2023 гг. фи-

Таблица 4

**Степень износа основных фондов промышленности РФ, %**

| Показатель | Значение показателя по годам | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2008 | 2010 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Добыча полезных ископаемых | 45,6 | 46,8 | 52,8 | 54,9 | 56,4 | 57,8 | 58,4 | 57,1 | 58,5 | 52,8 | 51,6 |
| Обрабатывающие производства | 41,0 | 42,2 | 45,9 | 47,4 | 48,8 | 50,6 | 51,3 | 51,9 | 51,6 | 47,4 | 47,3 |

Источник: сост. автором по данным Росстата.

зический объем инвестиций в машины и оборудование сократился на 8,1 % при наращивании инвестиций в нежилые здания и сооружения на 35 %.

Если говорить об отраслевом разрезе, то рост инвестиций в машиностроении составил за 2022–2023 гг. 19,5 %. В период 2020–2021 гг. инвестиции выросли на 9 %, но в 2022 г. упали на 14 %[1].

*Структурная сбалансированность.* Одной из важнейших проблем промышленного развития является низкая структурная сбалансированность. Особо отрицательным фактором в этой области, снижающим устойчивость развития промышленной системы, является низкая доля малого и среднего предпринимательства (Мезенцева, 2023). Кроме того, важным показателем является удельный вес малых инновационных предприятий. В среднем по России доля крупных предприятий в обороте обрабатывающих производств с 2005 г. по 2020 г. в среднем составляла около 90 %. Доля малых предприятий составляла от 8,2 % (в 2011 г.) до 12,9 % (в 2020 г.).

К показателям технологической структуры следует отнести долю продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей экономики в ВВП; долю высокотехнологичных и среднетехнологичных компаний в объеме выручки компаний промышленности. Проведенный анализ доли высокотехнологичных отраслей в ВВП (рис.) указывает на некоторый рост показателя к концу 2020 г., когда на фоне пандемии произошел вынужденный структурный переход от

[1] ЦМАКП (2023). ЦМАКП: в российском машиностроении недостаточный уровень технологического развития. Журнал «Промышленные страницы», 8.07.2023. https://indpages.ru/news/nyedostatochniyi-urovyen-tyehnologeechyeskogo-razveeteeya (дата обращения: 10.09.2024).

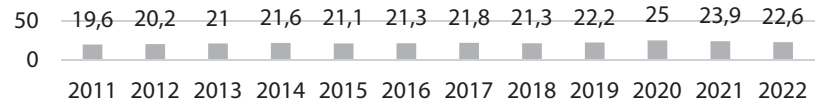



**Рис.** *Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП РФ (% к итогу) (источник: сост. автором по данным Росстата)*

традиционного к новому (Гусарова, 2021; Гринев & Квинт, 2023). Однако такие темпы роста пока не удалось стабилизировать.

*Структура импорта и экспорта.* В условиях нарастания санкционных ограничений обостряется вопрос ресурсной базы промышленности. В большей степени это касается серьезной импортозависимости от важнейших видов материально-технических ресурсов: стратегические, редкие и редкоземельные металлы, сырье для химической промышленности, электронная компонентная база, отдельные виды комплектующих для машиностроения.

В структуре импорта главной остается статья «Машины, оборудование и транспортные средства» с почти постоянным показателем около 50 %. Произошло увеличение закупок продукции химической промышленности с 13,8 % (2007 г.) до 18,3 % и снижение закупок продовольственных товаров с 13,8 % до 11,6 %. Таким образом, зависимость от импорта высокотехнологичной продукции оставалась стабильно высокой.

По мнению Д. Белоусова (ЦМАКП), самые долгосрочные отрицательные последствия спровоцируют санкции 4-й группы, которые фактически означают ликвидацию доступа к ресурсам развития (Перечнева, 2022). Исключение российских специалистов из научных коллабораций, отсутствие требуемых для проведения научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности реактивов, высокотехнологичных компонентов и др. приведет к ограничениям в области научных исследований и разработок и, соответственно, уровня технологического развития промышленности РФ.

Серьезной угрозой является слабое развитие в России рынка сервисных услуг. В 2021 г. с российскими компаниями было заключено более 6700 соглашений по импорту технологий и услуг технического характера, из которых 5673 соглашения (84,7 %) со странами, которые сегодня относятся к числу недружественных России (Романова & Сиротин, 2022).

*Структура экспорта.* Минеральные продукты занимают большую долю, однако она снизилась с 64,9 % в 2007 г. до 43,1 % в 2022 г. Экспорт машин и оборудования не увеличивается (5,6 % в 2007 г., 6,6 % в 2021 г., 4,7 % в 2022 г.).

Санкционная политика в 2014 г. оказала значительное воздействие на переориентацию промышленности РФ, а соответствующие решения позднее были объединены в антикризисный план (2015 г.) с мерами импортозамещения и поддержки «несырьевого экспорта» (Климанов и др., 2016). По мнению исследователей, «усиление политики импортозамещения стало одним из факторов положительной динамики производства» (Атаева & Атаев, 2023). При этом процессы импортозамещения следует признать ситуативным действием, а не системными мерами.

В 2022 г. после введения санкций промышленность столкнулась со следующими проблемами: критический импорт в условиях технологического и товарного эмбарго; ограничение экспорта российского сырья — нефти, газа, металлов, угля. Страны-партнеры разделились на «дружественные» и «недружественные». Российские предприятия столкнулись с ограничением импорта как промежуточной продукции, что значительно ограничивает производство (например, микроэлектроника в автомобильной промышленности), так и конечной продукции, что существенно ограничивает спрос (например, рынок лекарственных препаратов).

### *5. Цифровая трансформация и сетевизация промышленности*

Цифровая трансформация отраслей объявлена одним из приоритетов, реализация которого является необходимым условием достижения технологического суверенитета России. На ведущих предприятиях промышленности речь идет уже не о внедрении отдельных цифровых продуктов, а о создании цифровых экосистем, способных комплексно решать основные задачи их развития. Устойчивость будущей экономической динамики, заложенная в создании новых цифровых технологий, будет обеспечиваться цифровыми платформами, которые становятся основной технологией взаимодействия хозяйствующих субъектов (Головина и др., 2021). По данным исследования ИСИЭЗ ВШЭ (Абдрахманова и др., 2023), около 15 % предприятий обрабатывающих производств использовали цифровые платформы в своей деятельности в 2021 г.

Критически важным для процессов цифровизации и поддержания конкурентоспособности российских предприятий на мировом уровне является адекватность технического уровня используемых цифровых технологий для промышленности. Эта проблема приобретает особую остроту в связи с появлением внешнеэкономических ограничений доступа компаний к передовым западным информационным технологиям.

Статистика показывает, что около 85 % компаний используют те или иные виды специальных программных средств, при этом около 80 % применяют отечественные разработки (Kumar & Korovin, 2023). По данным Росстата, что около 30 % предприятий промышленности используют специальные программные средства для проектирования (CAD/CAE/CAM/CAO), при этом около 17 % — отечественные. Доля промышленных компаний, использующих специальные программные средства для управления автоматизированным производством и технологическими процессами, составляет более 35 %, при этом около 10 % используют только иностранное программное обеспечение в этой сфере. Подробнее о динамике и состоянии цифровизации промышленности РФ можно прочитать в статье Ю.Г. Лавриковой и соавторов (2024).

В качестве негативной тенденции нужно отметить отсутствие выраженной динамики доли компаний, использующих специальное программное обеспечение в рассмотренных сферах в пятилетнем периоде.

Что касается показателя затрат промышленных предприятий на цифровые технологии, то за 5 лет они выросли почти в 2 раза (табл. 5). Более ранней статистики по этому показателю нет.

Развитие промышленности, помимо цифровизации, еще в большей мере должно быть основано на усилении инженерного образования, трансфере научных разработок в производство, обеспечении финансовыми ресурсами быстрорастущих высокотехнологичных производств. Данные вопросы решаются в рамках создания промышленных и инновационных экосистем. Стратегия развития промышленности России и ее отдельных регионов может быть реализована с учетом новых технологических трендов, направленных на развитие базовых и перспективных отраслей промышленности. Важнейшим из трендов является рост рынков, основанных на сетевых решениях. Важным направлением является развитие сервисных моделей обслуживания отечественного машиностроения. Необходимо развитие соответствующей инфраструктуры для сер-

Таблица 5

**Затраты на внедрение и использование цифровых технологий, млн руб.**

| Показатель | Значение показателя по годам | |
|---|---|---|
| | 2019 | 2023 |
| Добыча полезных ископаемых | 48067, 0 | 89938,3 |
| Обрабатывающие производства | 207224,6 | 368652,3 |

Источник: сост. автором по данным Росстата. https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 05.10.2024).

висных компаний. Перспективными направлениями инновационного и технологического развития являются формирование и расширение кластерного подхода. Перспективы замещения импорта могут быть реализованы за счет формирования новых кооперационных цепочек создания ценности.

### *6. Выводы и рекомендации для промышленной политики*

Промышленный комплекс РФ демонстрирует высокий уровень системной устойчивости к шоковым воздействиям на экономику. Однако для перехода адаптации к развитию необходимы гибкие меры промышленной политики, учитывающей тренды цифровизации, сетевизации, формирования промышленных платформ и экосистем.

Важны системные меры по развитию и пространственному размещению промышленности. В качестве важнейших системных мер, обеспечивающих экономическую безопасность промышленного развития и его рационального пространственного размещения, можно рекомендовать следующие: инвентаризация производственно-логистических цепочек; государственное планирование пространственного размещения новых промышленных предприятий и производственных мощностей; формирование региональных и макрорегиональных программ по импортозамещению с акцентом на крупные межрегиональные и межмуниципальные проекты в промышленности; повышение роли системообразующих предприятий; финансовая поддержка реализуемым и планируемым инвестиционным проектам.

Дальнейшее формирование инструментов промышленной политики в целях повышения устойчивости промышленности РФ следует обосновывать с учетом изменений объектов ее воздействия, связанных с развитием бизнес-моделей, основанных на цифровизации. Можно выделить среди таких объектов технологические платформы, формируемые на принципах сетецентричности, устойчивые сетевые производственно-сервисные системы, а также промышленные и инновационные экосистемы.

### *Заключение*

Стратегические направления развития отечественной промышленности следует корректировать с учетом современных трендов цифровизации, сервисизации производства, сетевизации, приверженности принципам ESG в качестве основных долгосрочных приоритетов ее развития. Направления развития промышленности для

повышения устойчивости включают обеспечение быстрой адаптации производства к меняющемуся спросу, укрепление межрегионального сотрудничества, выстраивание партнерских отношений производителей и потребителей промышленной продукции. Анализ динамики изменения показателей системной устойчивости промышленности за период с 2000 г. дает основание сделать вывод о том, что промышленный комплекс России планомерно движется в направлении формирования цифровых платформенных рынков и промышленных экосистем.

### *Благодарности*

Статья подготовлена в рамках государственного задания Минобрнауки РФ для Института экономики УрО РАН, тема НИР «Методология оценки и прогнозирования социально-экономических эффектов трансформации промышленности индустриальных регионов в условиях формирования цифровых платформенных рынков и промышленных экосистем».

### *Acknowledgements*

The article was prepared within the framework of the state assignment of the Ministry of Education and Science of Russia for the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, the research topic is «Methodology for assessing and predicting the socio-economic effects of industrial transformation in industrial regions in the context of the formation of digital platform markets and industrial ecosystems».

### *Список источников*

Абдрахманова, Г. И., Гохберг, Л. М., Демьянова, А. В. и др. (2023). *Платформенная экономика в России: потенциал развития: аналитический доклад.* Москва: ИСИЭЗ ВШЭ, 72. https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/832628936.pdf (дата обращения: 03.10.2024).

Акбердина, В. В. (2021). Факторы резильентности в российской экономике: сравнительный анализ за период 2000–2020 гг. *Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 17* (8), 1412–1432. https://doi.org/10.24891/ni.17.8.1412

Акбердина, В. В., Смирнова О. П. (2020a). Оценка устойчивого развития регионального промышленного комплекса в условиях цифровизации экономики В *Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии — 2020* (с. 5–12). Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 246.

Акбердина, В. В., Смирнова, О. П. (2020b) Оценка угроз экономической безопасности регионального промышленного комплекса. *Национальные инте-*

*ресы: приоритеты и безопасность, 16* (11), 2060–2085. https://doi.org/10.24891/ni.16.11.2060

Атаева, А. Г., Атаев, Д. М. (2023). Методологический подход к формированию промышленной политики региона. *Ars Administrandi (Искусство управления), 1,* 153–173. https://doi.org/10.17072/2218-9173-2023-1-153-173

Бурлачков, В. К. (2009). Турбулентность экономических процессов: теоретические аспекты. *Вопросы экономики, 11,* 90–97. https://doi.org/10.32609/0042-8736-2009-11-90-97

Головина, А. Н., Левченко А. Н., Юрченко К. П. (2021). Цифровая трансформация и промышленная политика в парадигме инновационного развития. *Актуальные вопросы современной экономики, 5,* 461–470.

Гринев, С. А., Квинт, В. Л. (2023). Формирование стратегических приоритетов промышленного развития РФ как инновационный фактор преодоления кризисных периодов. *Экономика промышленности, 16* (3), 275–283. https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-3-275-283

Гусаков, В. Г. (2018). Основы системной экономики. *Доклады Национальной академии наук Беларуси, 62* (4), 488–494. https://doi.org/10.29235/1561-8323-2018-62-4-488-494

Гусарова, М. С. (2021). Проблемы инновационного развития России: анализ факторов и институциональные решения. *Вопросы инновационной экономики, 11* (4), 1383–1402.

Клейнер, Г. Б. (2021). *Системная экономика: шаги развития.* Москва: Научная библиотека, 746.

Клейнер, Г. Б., Рыбачук, М. А. (2019). Системная сбалансированность экономики России: региональный разрез. *Экономика региона, 15* (2), 309–323. https://doi.org/10.17059/2019-2-1

Климанов, В. В., Чернышова, Н. А., Недопивцева, Д. А. (2016). Механизмы формирования стратегических приоритетов социально-экономического развития. *Мир экономики и управления, 6* (4), 80–92.

Лаврикова, Ю. Г., Бодрунов, С. Д., Акбердина, В. В., Коровин, Г. Б. (2024). Цифровая трансформация экономики: особенности индустриально развитых регионов. *Экономическое возрождение России, 79,* 5–24. https://doi.org/10.37930/1990-9780-2024-1-79-5-24

Мезенцева, Е. С. (2023). Трансформация институциональной структуры промышленности России и ее индустриальных регионов. *Финансовый бизнес, 12,* 149–155. https://doi.org/10.48521/FINBIZ.2023.246.12.001

Перечнева, И. (2022) Санкции — не COVID, пересидеть не получится. *Эксперт-Урал, 25-26,* 9.

Перечнева, И. (2023). Экономика России завершает 2023 год лучше ожиданий. Что дальше? *Эксперт-Урал, 1* (885). https://expert-ural.com/archive/nomer-1-885/ne-tormozim.html (дата обращения: 12.09.2024).

Романова, О. А., Сиротин, Д. В. (2022). Стратегический вектор развития металлургии России в условиях новой реальности. *Известия Уральского госу-*

*дарственного горного университета, 3,* 133–145. https://doi.org/10.21440/2307-2091-2022-3-133-145

Сальников, В. (2024). Реальный сектор экономики: о некоторых важнейших нюансах текущей ситуации и о разумных пределах представлений о будущем. http://www.forecast.ru/_ARCHIVE/Presentations/Salnikov/20240917.pdf (дата обращения: 10.10.2024).

Шеховцева, Л. С. (2020). Системное развитие и устойчивость региона как основа модернизации экономики. *Креативная экономика, 14* (10), 2309–2330. https://doi.org/10.18334/ce.14.10.110909

Akberdina, V. V. (2022). System resilience of industry to the sanctions pressure in industrial regions: Assessment and outlook. *Journal of New Economy, 23* (4), 26–45. https://doi.org/10.29141/2658-5081-2022-23-4-2.

Kleyner, G. B. (2015). System resource of economic strategic stability. *π-Economy, 4,* 10–24. https://doi.org/10.5862/JE.223.1

Kleyner, G. B., Rybachuk, M. A., Steblyanskaya, A. N. (2021). System balance index as an indicator of the Russian gas industry's sustainable growth. *Finance: Theory and Practice, 25* (4), 37–47. https://doi.org/10.26794/2587-5671-2021-25-4-37-47

Kumar, V., Korovin, G. A. (2023). Comparision of Digital Transformation of Industry in the Russian Federation with the European Union. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation, 61,* 45–57. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30351-7_5

Petak, W. (2002). *Earthquake resilience through mitigation: A system approach. Paper presented at the International Institute for Applied Systems Analysis.* Laxenburg, 12.

## *References*

Abdrakhmanova, G. I., Gokhberg, L. M., Dem'yanova, A. V. et al. (2023). *Platformennaya ekonomika v Rossii: po-tencial razvitiya: analiticheskij doklad [Platform Economy in Russia: Development Potential: Analytical Report].* Moscow: ISSEK HSE, 72. https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/832628936.pdf. (In Russ.).

Akberdina, V.V. (2021). Resilience factors in the Russian economy: a comparative analysis for the period 2000–2020. *Nacional'nye interesy: prioritety i bezopasnost' [National Interests: Priorities and Security], 17* (8), 1412–1432. https://doi.org/10.24891/ni.17.8.1412. (In Russ.).

Akberdina, V.V. (2022). System resilience of industry to the sanctions pressure in industrial regions: Assessment and outlook. *Journal of New Economy, 23* (4), 26–45. https://doi.org/10.29141/2658-5081-2022-23-4-2. EDN: JNACYT. (In Russ.).

Akberdina, V.V., Smirnova O.P. (2020) Assessment of sustainable development of the regional industrial complex in the context of digitalization of the economy In *Cifrovaya transformaciya promyshlennosti: tendencii, upravlenie, strategii — 2020 [Digital transformation of industry: trends, management, strategies — 2020]* (pp. 5–12). Ekaterinburg: Institute of Economics, Ural Branch of the RAS, 246. (In Russ.).

Akberdina, V.V., Smirnova, O.P. (2020) Assessment of threats to economic security of the regional industrial complex. *Nacional'nye interesy: prioritety i bezopasnost' [National Interests: Priorities and Security], 16* (11), 2060–2085. https://doi.org/10.24891/ni.16.11.2060. (In Russ.).

Ataeva, A.G., Ataev, D.M. (2023) Methodological approach to the formation of regional industrial policy. *Ars Administrandi (The Art of Management), 1,* 153–173. https://doi.org/10.17072/2218-9173-2023-1-153-173. (In Russ.).

Burlachkov, V.K. (2009). Turbulence of economic processes: theoretical aspects. *Voprosy Ekonomiki [Economic Issues], 11,* 90–97. https://doi.org/10.32609/0042-8736-2009-11-90-97. (In Russ.).

Golovina, A.N., Levchenko A.N., Yurchenko K.P. (2021) Digital transformation and industrial policy in the paradigm of innovative development. *Aktual'nye voprosy sovremennoj ekonomiki [Actual issues of modern economics], 5,* 461–470. EDN JLIDXB. (In Russ.).

Grinev, S.A., Kvint, V.L. (2023) Formation of strategic priorities for industrial development of the Russian Federation as an innovative factor in overcoming crisis periods. *Ekonomika promyshlennosti [Industrial Economics], 16* (3), 275–283. https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-3-275-283. (In Russ.).

Gusakov, V.G. (2018). Fundamentals of system economics. *Doklady Nacional'noj akademii nauk Belarusi [Reports of the National Academy of Sciences of Belarus], 62* (4), 488–494. https://doi.org/10.29235/1561-8323-2018-62-4-488-494. (In Russ.).

Gusarova, M.S. (2021) Problems of innovative development of Russia: analysis of factors and institutional solutions. *Voprosy innovacionnoj ekonomiki [Issues of Innovative Economics], 11* (4), 1383–1402. (In Russ.).

Kleiner, G.B. (2021). *Sistemnaya ekonomika: shagi razvitiya [Systemic Economy: Development Steps].* Moscow: Scientific Library, 746. (In Russ.).

Kleiner, G.B., Rybachuk, M.A. (2019). Systemic balance of the Russian economy: regional section. *Ekonomika regiona [Regional Economy]. 15* (2), 309–323. https://doi.org/10.17059/2019-2-1. (In Russ.).

Kleyner, G.B. (2015). System resource of economic strategic stability. *π-Economy, 4,* 10–24. https://doi.org/10.5862/JE.223.1.

Kleyner, G.B., Rybachuk, M. A., Steblyanskaya, A. N. (2021). System balance index as an indicator of the Russian gas industry's sustainable growth. *Finance: Theory and Practice, 25* (4), 37–47. https://doi.org/10.26794/2587-5671-2021-25-4-37-47.

Klimanov, V.V., Chernyshova, N.A., Nedopivtseva, D.A. (2016) Mechanisms for the formation of strategic priorities for socio-economic development. *Mir ekonomiki i upravleniya [World of Economics and Management], 6* (4), 80–92. (In Russ.).

Kumar, V., Korovin, G. A. (2023) Comparision of Digital Transformation of Industry in the Russian Federation with the European Union. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation, 61,* 45–57. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30351-7_5.

Lavrikova Yu.G., Bodrunov S.D., Akberdina V.V., Korovin G.B. (2024) Digital transformation of the economy: features of industrially developed regions. *Ekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii [Economic Revival of Russia], 79,* 5–24. https://doi.org/10.37930/1990-9780-2024-1-79-5-24. (In Russ.).

Mezentseva, E.S. (2023) Transformation of the institutional structure of the Russian industry and its industrial regions. *Finansovyj biznes [Financial Business], 12,* 149–155. https://doi.org/10.48521/FINBIZ.2023.246.12.001. (In Russ.).

Perechneva I. (2022) Sanctions are not COVID, you won't be able to sit them out. *Ekspert-Ural [Expert-Ural],* 25–26, 9. (In Russ.).

Perechneva, I. (2023) Russia's Economy Ends 2023 Better Than Expectations. What's Next? *Ekspert-Ural [Expert-Ural]. 1* (885). https://expert-ural.com/archive/nomer-1-885/ne-tormozim.html. (In Russ.).

Petak, W. (2002). Earthquake resilience through mitigation: A system approach. Paper presented at the International Institute for Applied Systems Analysis. Laxenburg, 12.

Romanova, O. A., Sirotin. D. V. (2022) Strategic vector of development of Russian metallurgy in the context of the new reality. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta [Bulletin of the Ural State Mining University], 3,* 133–145. https://doi.org/10.21440/2307-2091-2022-3-133-145. (In Russ.).

Salnikov, V. (2024) Real sector of the economy: on some of the most important nuances of the current situation and on reasonable limits of ideas about the future. http://www.forecast.ru/_ARCHIVE/Presentations/Salnikov/20240917.pdf. (In Russ.).

Shekhovtseva, L. (2020). Systemic development and sustainability of the region as a basis for economic modernization. *Kreativnaya ekonomika [Creative Economy], 14* (10), 2309–2330. https://doi.org/10.18334/ce.14.10.110909. (In Russ.).

**Мезенцева Елена Сергеевна** — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН; https://orcid.org/0000-0002-6213-6136 (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: mezentseva.es@uiec.ru).

**Elena S. Mezentseva** — Cand. Sci. (Econ.), Institute of Economics of the Ural Branch of RAS; https://orcid.org/0000-0002-6213-6136 (29, Moscovskaya St., Ekaterinburg, Russian Federation, e-mail: mezentseva.es@uiec.ru).

**УДК 338.2**
**JEL classification: M10, O32**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-12**

# Распространение технологии искусственного интеллекта в деятельности организаций РФ[1]

*А. С. Мельников [а], Е. Г. Калабина [б]*

[а] Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург, Россия).
https://orcid.org/0000-0002-6531-8912

[б] Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург, Россия).
https://orcid.org/0000-0002-3952-7665

Автор для корреспонденции: А. С. Мельников (melnikov4work@gmail.com)

**Аннотация.** *Несмотря на интерес к технологиям ИИ, уровень их внедрения остается на низком уровне. Для успешной интеграции искусственного интеллекта в деятельности организаций необходимо преодоление ключевых барьеров — нехватка квалифицированных кадров, ограниченной нормативной базы использования технологий, затратность внедрения цифровых технологий. Статья посвящена анализу распространения технологий искусственного интеллекта в деятельности организаций РФ. Научная новизна исследования заключается в оценке распространенности использования технологий искусственного интеллекта в РФ за 2021–2023 годы. Авторами проведен количественный анализ статистики по использованию цифровых технологий, объемам затрат на их внедрение. В результате выявлена динамика внедрения и применения цифровых технологий и инструментов. Результаты исследования могут быть использованы для разработок стратегий цифровой трансформации организаций и улучшения систем менеджмента в условиях цифровой экономики.*

**Ключевые слова:** цифровые технологии; искусственный интеллект; цифровая трансформация

[1] © Мельников А. С., Калабина Е. Г. Текст. 2024.

# Dissemination of artificial intelligence technology in the activities of Russian organizations

*A. Melnikov* [a], *E. Kalabina* [b]

[a] Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (Yekaterinburg, Russia).
https://orcid.org/0000-0002-6531-8912

[b] Ural State University of Economics (Yekaterinburg, Russia).
https://orcid.org/0000-0002-3952-7665

Corresponding author: A.S. Melnikov (melnikov4work@gmail.com).

**Abstract.** *Despite the interest in AI technologies, the level of their implementation remains at a low level. For the successful integration of artificial intelligence into the activities of organizations, it is necessary to overcome key barriers — a lack of qualified personnel, a limited regulatory framework for the use of technology, and the cost of implementing digital technologies. The article is devoted to the analysis of the spread of artificial intelligence technologies in the activities of Russian organizations. The scientific novelty of the study lies in assessing the prevalence of artificial intelligence technologies in the Russian Federation for 2021–2023. The authors conducted a quantitative analysis of statistics on the use of digital technologies and the costs of their implementation. Subsequently, the dynamics of the implementation and application of digital technologies and tools were identified. The research results can be used to develop strategies for digital transformation of organizations and improve management systems in the digital economy.*

**Keywords:** digital technologies; artificial intelligence; digital transformation

## *Введение*

Всё больше организаций начинают внедрять технологии искусственного интеллекта, применяют облачные платформы и системы анализа больших данных. В связи с этим актуальность исследования обусловлена повышенным интересом организаций к цифровизации и внедрению современных технологий в бизнес-процессы.

Данные технологии уже нашли применение в областях автоматизации процессов, улучшения взаимодействия с заказчиками, оптимизации логистических процессов и цепочек поставок. Облачные сервисы помогают организовать удаленную работу, алгоритмы машинного обучения позволяют предсказывать тренды в поведении клиентов, а также выявлять риски.

Правильно внедренные технологии искусственного интеллекта (ИИ) положительно влияют на скорость выполнения задач, повышая точность результатов и снижая вероятность ошибок при работе. Данные параметры особенно важны в рыночных услови-

ях, учитывая высокую конкуренцию, когда организациям важно адаптироваться к изменениям. Современные решения и технологии не только позволяют ускорить бизнес-процессы, но и открывают пространство для роста и инноваций уже на базе внедренных технологий. Таким образом, грамотное использование этих технологий позволяет компаниям укреплять свои позиции и увеличивать прибыль.

Искусственный интеллект представляет собой один из ключевых элементов цифровой трансформации, способствуя улучшению производительности, оптимизации процессов и созданию новых моделей бизнеса. На сегодняшний день многие российские компании начинают активно осваивать потенциал ИИ.

Тем не менее уровень внедрения ИИ в России остается значительно ниже, чем в таких ведущих странах, как США и Китай. Эти страны активно инвестируют в развитие искусственного интеллекта, создавая мощные экосистемы, включающие государственную поддержку, крупные компании, стартапы и исследовательские институты. В отличие от них, в России развитие ИИ сдерживается рядом факторов, включая недостаточное финансирование исследований, нехватку квалифицированных специалистов и ограниченный доступ к необходимым данным. Несмотря на это, российские компании и государственные структуры постепенно начинают преодолевать эти барьеры, открывая перспективы для более активного применения технологий ИИ в ближайшие годы.

Анализ актуальной литературы позволит выявить основные аспекты внедрения ИИ, включая практические достижения, существующие проблемы и перспективы.

## *Основная часть*

### *2.1. Обзор литературы*

Исследование McKinsey подчеркивает, что использование ИИ в бизнесе обеспечивает увеличение операционной эффективности на 15–25 %. В докладе указано, что наиболее популярными направлениями внедрения являются автоматизация рутинных процессов и персонализация клиентских услуг. Страны с развитой цифровой инфраструктурой, такие как США и Китай, опережают другие государства в интеграции ИИ (Singla et al., 2024).

В исследовании, проведенном Wharton School, рассматривается влияние генеративного ИИ на трансформацию бизнес-моделей. В статье авторы отмечают возможности технологий искусственного

интеллекта для улучшения клиентского сервиса. В пример приводится использование платформы, представляющей персонализированные рекомендации для клиента[1].

В работе Б. Стэкпола описывается, как крупные компании используют ИИ в качестве конкурентного преимущества. «Поскольку искусственный интеллект продолжает становиться мейнстримом, компании объединяют ИИ и большие данные для создания и проектирования более качественных продуктов, более быстрого реагирования на меняющиеся рыночные условия и защиты потребителей от мошенничества» (Stackpole, 2021). В статье приводятся примеры компаний, таких как Siemens, Mastercard. На их опыте обсуждаются способы повышения эффективности операционной деятельности компаний, помощь ИИ в улучшении дизайна продуктов, а также предотвращения мошенничества.

В исследовании М. Бейли и А. Кейна изучалось влияние ИИ на рост производительности в разных отраслях. В результате были описаны кейсы организаций, где ИИ был применен для улучшения работ call-центров, повышения эффективности работы менеджеров среднего звена и ускорения научных разработок (Baily & Kane, 2024).

С. Янг в своей работе рассматривала применение технологий ИИ для точного земледелия. Технология производила анализ погодных условий, состояния почвы и растений, затем полученная информация использовалась для расчета использования удобрений и пестицидов, чтобы повысить урожайность (Young, 2020).

В статье Г. Каррина описывается, как генеративный ИИ облегчил работу врачей путем автоматизации рутинных процессов: заполнение карт и результатов анализов пациентов. Как показали результаты исследования, это позволило повысить производительность медицинского персонала и улучшить качество лечения пациентов[2].

Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ проводил исследование (2023 г.), по итогу которого были представлены следующие выводы: две трети (65 %) обследованных организаций применяют ИИ пока в тестовом (экспериментальном) режиме, изучая и оценивая возможности новых решений для

[1] Netessine, S. (2024). AI: A Game-Changer for Business Model Transformation. Wharton Executive Education. https://executiveeducation.wharton.upenn.edu/thought-leadership/wharton-at-work/2024/03/business-model-innovation-with-ai/ (дата обращения: 30.11.2024).

[2] Currin, G. (2023). How Generative AI will Transform Health Care and Finance. Columbia Engineering News. https://datascience.columbia.edu/news/2023/how-generative-ai-will-transform-health-care-and-finance/ (дата обращения: 30.11.2024).

бизнеса (Туровец & Вишневский, 2023). Примерно 3/4 респондентов используют ИИ совместно с другими цифровыми технологиями. В половине случаев речь идет о различных видах промышленного ПО, включая системы автоматизированного проектирования, управления процессами и др. Более четверти (27 %) организаций применяют ИИ, наряду с технологиями Интернета вещей, 38 % — в связке с коммуникационными сервисами, обеспечивающими взаимодействие с клиентами и решение маркетинговых задач.

Наиболее востребованы продукты на основе технологий компьютерного зрения и распознавания и синтеза речи (78,7 % и 62 % ответов соответственно). Активно применяются и рекомендательные системы на основе предиктивной аналитики и больших данных (40,7 %), обеспечивающие функции прогнозирования развития ситуаций и поведения объектов, например, при обслуживании оборудования и транспортных средств. Чаще всего ИИ-решения оптимизируют управленческие задачи (продажи и маркетинг, финансовый и бухгалтерский учет), в меньшей степени — производственные процессы. Гораздо реже (около 10 %) респонденты применяют интеллектуальные системы управления для автоматизации сложных процессов, которые трудно контролировать традиционными методами. Подобные системы — необходимый элемент цифровых фабрик (полностью распределенных производств), позволяющий гибко подстраивать производственные процессы под изменения спроса и внешних условий.

С точки зрения развития потенциала ИИ в РФ представлена следующая картина.

По расчетам «Яков и Партнёры», полный экономический потенциал искусственного интеллекта в России составляет 22–36 трлн руб. в номинальных ценах (Болотских & Дорохова, 2023), а к 2028 г. реализованный эффект на рост выручки и сокращение затрат компаний может составить 4,2–6,9 трлн руб. (среднее внедрение ИИ среди компаний России — около 20 %), что эквивалентно влиянию на ВВП до 4 %. Эффект от генеративного ИИ составит от этого значения 0,8–1,3 трлн руб. (около 20 %).

Искусственный интеллект занимает ключевую роль в трансформации современных организаций, предоставляя инструменты для автоматизации процессов, анализа данных и повышения эффективности. В условиях глобальной цифровизации российские компании все чаще интегрируют ИИ в свою деятельность, однако остаются значительные барьеры, связанные с ресурсами, навыками и нормативным регулированием.

Результатом нашей работы стало формирование оценки о текущем состоянии распространения технологий искусственного интеллекта организаций в РФ.

### *2.2. Методы исследования*

В данном исследовании использовался количественный метод оценки распространения технологий ИИ в организациях РФ путем анализа статистики использования цифровых технологий организаций, а также статистики затрат на внедрение и использование цифровых технологий организациями[1]. Таким образом, мы смогли выявить динамику в использовании технологий и сформулировать выводы о текущем состоянии распространения цифровых технологий и инструментов в организациях в РФ.

### *2.3. Результаты и обсуждение*

#### *2.3.1. Направления использования искусственного интеллекта в промышленности*

Исходя из проведенного анализа, необходимо отметить факт сокращения использования технологий искусственного интеллекта (рис. 1) в деятельности организаций в 2023 г. До этого наблюдалась тенденция к росту, причем в 2022 г. прирост в абсолютных величинах составил более 3 тыс. организаций. В 2023 г. количество организаций сократилось до 15 тыс. организаций, что ниже уровня 2020 г. — тогда технологиями искусственного интеллекта пользовались 16 тыс. организаций. В отрасли промышленности можно отметить, что показатели вернулись к значениям 2021 г.

В данном случае снижение можно было бы объяснить санкционными издержками, но также следует отметить факт, что не все компании оказались способными обеспечивать использование технологий искусственного интеллекта. Наиболее частыми факторами отказа являются недостаточность финансовых средств, отсутствие должной инфраструктуры, сложность в применении.

Если рассматривать статистику детально по наиболее популярным ИИ-технологиям, то можно увидеть, что технология компьютерного зрения вернулась к показателям 2021 г., до «кризисного»

[1] Федеральная служба государственной статистики (2024). Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (итоги стат. наблюдения по ф. № 3-информ). https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 30.11.2024).

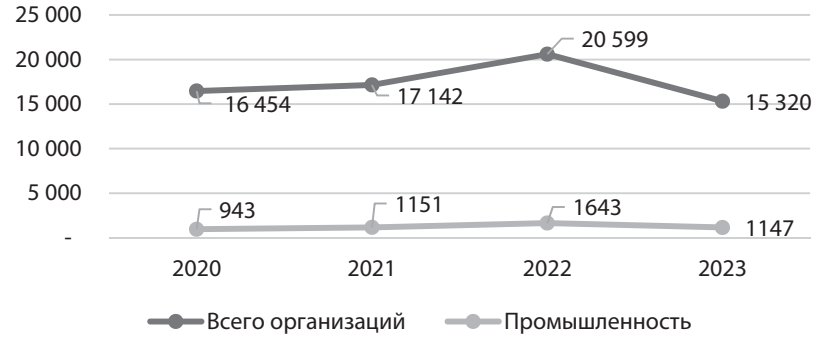



**Рис. 1.** *Число организаций, использовавших технологии искусственного интеллекта, в период с 2020 по 2023 ггг. (источник: Федеральная служба государственной статистики (2024). Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (итоги стат. наблюдения по ф. № 3-информ). https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 30.11.2024))*

2022 г., и сохраняет тенденцию к росту. Технология обработки естественного языка также показывает динамику роста после резкого спада в 2022 г.

Одновременно с этим технологии распознавания и синтеза речи, а также рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений показывают стагнирующие темпы (рис. 2).

При этом необходимо отметить, что число организаций, использующих технологии сбора и обработки данных, заметно сократилось практически в два раза — с 97 тыс. до 47 тыс. организаций за последний год (рис. 3), скорее всего, это связано с уходом многих игроков рынка из-за санкционного давления. В отрасли промышленности за данный период также наблюдался спад, причем не только резкий, как в 2023 г., т. к. и в 2021 г. было снижение на 200 организаций в использовании цифровых технологий обработки данных.

Сопоставим две структуры затрат — общую и в отрасли промышленности (табл. 1, табл. 2). Как мы видим, статья затрат на приобретение машин и оборудования в отрасли промышленности продолжает расти, в то время как в общей статистике происходит снижение — это можно объяснить спецификой отрасли, поскольку оборудование в промышленности является основным активом для получения дохода. Внутренняя разработка ПО в промышленности идет в разрез с общим трендом снижения, скорее всего, это связано с тем, что организации стремятся создать собственные решения




**Рис. 2.** *Число организаций, использовавших различные технологии ИИ (источник: Федеральная служба государственной статистики (2024). Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (итоги стат. наблюдения по ф. № 3-информ). https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 30.11.2024))*

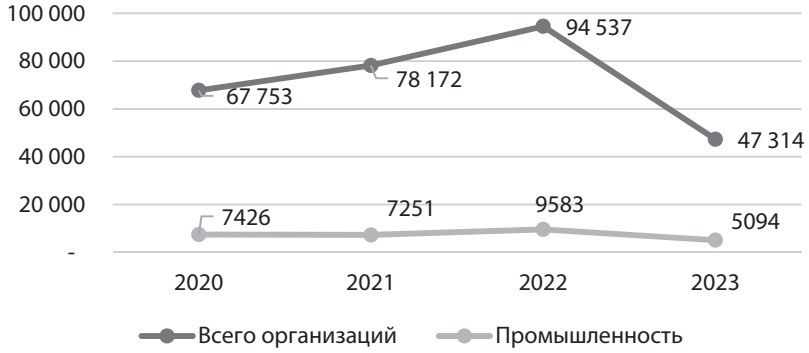



**Рис. 3.** *Число организаций, использовавших технологии сбора, обработки и анализа больших данных, в период с 2020 по 2023 гг. (источник: Федеральная служба государственной статистики (2024). Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (итоги стат. наблюдения по ф. № 3-информ). https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 30.11.2024))*

Таблица 1

**Основные статьи затрат организаций РФ на использование и внедрение цифровых технологий в период с 2019 по 2023 гг., %**

| Год | Внешние затраты на приобретение и адаптацию ПО | Внутренние затраты на приобретение и адаптацию ПО | Оплата услуг связи | Приобретение машин и оборудования | Прочие затраты |
|---|---|---|---|---|---|
| 2019 | 12,46 | 21,05 | 14,35 | 33,87 | 9,17 |
| 2020 | 16,90 | 13,71 | 14,97 | 32,39 | 7,91 |
| 2021 | 14,60 | 13,53 | 9,04 | 27,70 | 23,19 |
| 2022 | 18,86 | 13,29 | 7,52 | 25,48 | 24,69 |
| 2023 | 21,48 | 12,93 | 6,34 | 23,01 | 24,67 |

Источник: Федеральная служба государственной статистики (2024). Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (итоги стат. наблюдения по ф. № 3-информ). https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 30.11.2024).

Таблица 2

**Основные статьи затрат организаций отрасли промышленности РФ на использование и внедрение цифровых технологий в период с 2019 по 2023 гг., %**

| Год | Внешние затраты на приобретение и адаптацию ПО | Внутренние затраты на приобретение и адаптацию ПО | Оплата услуг связи | Приобретение машин и оборудования | Прочие затраты |
|---|---|---|---|---|---|
| 2019 | 15,87 | 16,57 | 10,83 | 31,78 | 3,48 |
| 2020 | 20,50 | 14,43 | 11,38 | 34,64 | 3,69 |
| 2021 | 18,88 | 15,75 | 8,23 | 28,86 | 2,86 |
| 2022 | 17,68 | 11,75 | 7,45 | 38,26 | 2,46 |
| 2023 | 24,14 | 13,91 | 5,49 | 29,33 | 4,07 |

Источник: Федеральная служба государственной статистики (2024). Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (итоги стат. наблюдения по ф. № 3-информ). https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 30.11.2024).

под свои модели работы и процессы. При этом затраты на внешнюю разработку также продолжают расти, как и в общей статистике организаций.

Сравнительный анализ международного опыта показывает, что Россия имеет значительный потенциал для масштабного внедрения ИИ.

Из анализа полученных данных видно, что организации до 2022 г. имели тенденцию к росту использования ИИ в своей деятельности. Однако с 2022 г. данные показывают, как тренд на использование технологий искусственного интеллекта прекратился и прирост организаций стал минимальным либо стагнирующим. Безусловно существует ряд замедляющих факторов распространения: ограничения доступа к технологиям со стороны стран-производителей, внутренние барьеры организаций (Мельников & Калабина, 2024) — отсутствие понимания или необходимости у руководства, недостаточная компетентность кадров, также некоторые организации отмечают финансовые затруднения по поддержанию технологий.

Успешные примеры интеграции ИИ в России демонстрируют эффективность этой технологии, особенно в крупных компаниях, но без улучшения условий для малых и средних предприятий ее распространение останется ограниченным.

### *Заключение*

Искусственный интеллект постепенно становится неотъемлемой частью деятельности организаций в РФ, обеспечивая повышение эффективности и конкурентоспособности. Однако для достижения полной интеграции ИИ необходимо преодоление ключевых барьеров: обучение кадров, развитие нормативной базы и финансовая поддержка компаний.

Будущее ИИ в России зависит от скоординированных действий государства, бизнеса и научного сообщества, что позволит ускорить цифровую трансформацию экономики и закрепить позиции РФ на мировом рынке.

Результаты исследования могут быть использованы для разработки стратегий цифровой трансформации и улучшения управления организациями в условиях цифровой экономики. Полученные данные также позволяют бизнесу и государственным органам отслеживать процесс цифровизации и корректировать планы по цифровому развитию.

### *Список источников*

Болотских, М., Дорохова, М. (2023). Искусственный интеллект в России — 2023: тренды и перспективы. *Яков и Партнёры.* https://yakov.partners/upload/iblock/c5e/c8t1wrkdne5y9a4nqlicderalwny7xh4/20231218_AI_future.pdf (дата обращения: 30.11.2024).

Мельников, А. С., Калабина, Е. Г. (2024). Барьеры распространения цифровых технологий в деятельности российских компаний: причины и по-

следствия. *Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова, 21* (6(138)), 33–45. 10.21686/2413-2829-2024-6-33-45

Туровец, Ю., Вишневский, К. (2023). Искусственный интеллект в России: кто, что и как внедряет. НИУ ВШЭ. https://issek.hse.ru/news/862013645.html (дата обращения: 30.11.2024).

Baily, M., Kane, A. (2024). Как ИИ повлияет на производительность. *Brookings.* https://www.brookings.edu/articles/how-will-ai-affect-productivity/ (дата обращения: 30.11.2024).

Singla, A., Sukharevsky, A., Yee, L., Hall, B. (2024). The state of AI in early 2024: Gen AI adoption spikes and starts to generate value. *McKinsey&Company.* https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/quantumblack/our%20insights/the%20state%20of%20ai/2024/the-state-of-ai-in-early-2024-final.pdf (дата обращения: 30.11.2024).

Stackpole, B. (2021). How big firms leverage artificial intelligence for competitive advantage. *MIT Sloan.* https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/how-big-firms-leverage-artificial-intelligence-competitive-advantage (дата обращения: 30.11.2024).

Young, S. (2020). The Future of Farming: Artificial Intelligence and Agriculture. *Harvard International Review.* https://hir.harvard.edu/the-future-of-farming-artificial-intelligence-and-agriculture/ (дата обращения: 30.11.2024).

## *References*

Baily, M., Kane, A. (2024). How will AI affect productivity. *Brookings.* https://www.brookings.edu/articles/how-will-ai-affect-productivity/ (date of access: 30.11.2024)

Bolotskih, M., Dorohova, M. (2023). Iskusstvennyj intellekt v Rossii — 2023: trendy i perspektivy [Artificial Intelligence in Russia - 2023: Trends and Prospects]. *Jakov i Partnjory [Yakov & Partners].* https://yakov.partners/upload/iblock/c5e/c8t1wrkdne5y9a4nqlicderalwny7xh4/20231218_AI_future.pdf (date of access: 30.11.2024) (In Russ.)

Melnikov, A. S. (2024). Barery rasprostranenija cifrovyh tehnologij v dejatel'nosti rossijskih kompanij: prichiny i posledstvija [Barriers to the spread of digital technologies in the activities of Russian companies: causes and consequences] / A. S. Mel'nikov, E. G. Kalabina. *Vestnik Rossijskogo jekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plehanova [Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics],* 21(6(138)), 33–45. 10.21686/2413-2829-2024-6-33-45 (In Russ.)

Singla, A., Sukharevsky, A., Yee, L., Hall, B. (2024). The state of AI in early 2024: Gen AI adoption spikes and starts to generate value. *McKinsey&Company.* https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/quantumblack/our%20insights/the%20state%20of%20ai/2024/the-state-of-ai-in-early-2024-final.pdf (date of access: 30.11.2024).

Stackpole, B. (2021). How big firms leverage artificial intelligence for competitive advantage. *MIT Sloan.* https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/how-

big-firms-leverage-artificial-intelligence-competitive-advantage (date of access: 30.11.2024)

Turovec, Ju., Vishnevskij, K. (2023). Iskusstvennyj intellekt v Rossii: kto, chto i kak vnedrjaet [Artificial Intelligence in Russia: Who, What, and How is Implementing It]. *NIU VShJe [HSE University]*. https://issek.hse.ru/news/862013645.html (date of access: 30.11.2024) (In Russ.)

Young, S. (2020). The Future of Farming: Artificial Intelligence and Agriculture. *Harvard International Review.* https://hir.harvard.edu/the-future-of-farming-artificial-intelligence-and-agriculture/ (date of access: 30.11.2024)

**Мельников Александр Сергеевич** — аспирант кафедры международной экономики и менеджмента, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина; https://orcid.org/0000-0002-6531-8912 (620062, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19; e-mail: melnikov4work@gmail.com).

**Калабина Елена Георгиевна** — профессор кафедры экономики предприятий , Уральский государственный экономический университет; https://orcid.org/0000-0002-3952-7665 (Российская Федерация, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта / Народной Воли, 62 / 45; e-mail: kalabina@mail.ru).

**Alexander S. Melnikov** — postgraduate student of the Department of International Economics and Management of the Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin; https://orcid.org/0000-0002-6531-8912 (Russian Federation, 620062, Yekaterinburg, Mira St., 19; e-mail: melnikov4work@gmail.com).

**Elena G. Kalabina** — professor of the Department of Enterprise Economics of the Ural State University of Economics; https://orcid.org/0000-0002-3952-7665 (Russian Federation, 620144, Yekaterinburg, 8 Marta/Narodnoy Voli St., 62/45; e-mail: kalabina@mail.ru).

**УДК 332.1**
**JEL classification: O31, P25, L16**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-13**

# Патентно-информационные услуги как фактор устойчивого конкурентоспособного развития промышленности[1]

*А. Г. Мокроносов [а)], Т. Р. Асылгужин [б)]*

[а, б)] Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург, Россия).

[а)] https://orcid.org/0000-0002-8644-7932

[б)] https://orcid.org/0000-0001-6072-2927

Автор для корреспонденции: Т. Р. Асылгужин (asul555@bk.ru).

**Аннотация.** *Исследование направлено на совершенствование цифровой экосистемы интеллектуальной собственности, способствующей опережающему насыщению промышленности уникальными техническими решениями и инновациями для обеспечения интеллектуального суверенитета страны. Цель исследования заключается в обосновании авторской трактовки экономической сущности и закономерности развития патентно-информационных услуг как ключевого фактора обеспечения устойчивого конкурентоспособного развития промышленных отраслей и предприятий. Методологическая база исследования основана на теории инноваций, концепции технологических и мирохозяйственных укладов, концептуальных положениях управления интеллектуальной собственностью. Использованы такие научные методы работы, как анализ, синтез, абстракция, сравнение, экономико-статистический, исторический и логический анализ. Исследование основано на данных Федеральной службы по интеллектуальной собственности и Федеральной службы государственной статистики. Результаты анализа показали, что патентная аналитика способствует оптимизации инновационной деятельности, снижению издержек и формированию устойчивых конкурентных преимуществ, выявляет резервы внедрения патентно-информационных услуг в бизнес-процессы промышленных предприятий для повышения эффективности их инновационного потенциала. Подтверждена авторская гипотеза, что патентно-информационные услуги являются ключевым звеном в процессе опережающего создания и вывода на рынок уникальных технологий и продуктов.*

**Ключевые слова:** цифровая трансформация промышленности; интеллектуальная собственность; устойчивое развитие; патентно-информационные услуги

[1] © Мокроносов А. Г., Асылгужин Т. Р. Текст. 2024.

# Patent information services as a factor of sustainable competitive development of industry

*A. Mokronosov* [a], *T. Asylguzhin* [b]

[a, b] Ural State University of Economics (Yekaterinburg, Russia)

[a] https://orcid.org/0000-0002-8644-7932

[b] https://orcid.org/0000-0001-6072-2927

Corresponding author: T. Asylguzhin (asul555@bk.ru).

**Abstract.** *The research is aimed at improving the digital eco-system of intellectual property, which contributes to the rapid saturation of industry with unique technical solutions and innovations to ensure the intellectual sovereignty of the country. The purpose of the study is to substantiate the author's interpretation of the economic essence and patterns of development of patent information services as a key factor in ensuring sustainable competitive development of industrial sectors and enterprises. The methodological basis of the research is based on the theory of innovation, the concept of technological and world economic structures, and the conceptual provisions of intellectual property management. Scientific methods of work: analysis, synthesis, abstraction, comparison, economic and statistical, historical and logical analysis. Information base: data from the Federal Service for Intellectual Property, the Federal State Statistics Service. The results of the analysis showed that patent analytics contributes to the optimization of innovation activities, cost reduction and the formation of sustainable competitive advantages, identifies reserves for the introduction of patent information services into the business processes of industrial enterprises to increase the efficiency of their innovative potential. The results of the study confirmed the author's hypothesis that patent information services are a key link in the process of advanced creation and market launch of unique technologies and products.*

**Keywords:** digital transformation of industry; intellectual property; sustainable development; patent-information services

## *Введение*

Происходящая в настоящее время смена технологических укладов в рамках многовекторной трансформации интегрального мирохозяйственного уклада (Глазьев, 2022) предоставляет возможность занять лидирующие конкурентные позиции базовым отраслям отечественной промышленности, на основе опережающего развития сквозных и критических технологий, значительного повышения интеллектуального потенциала. Однако в условиях высокой скорости и растущей неопределенности перемен, ужесточения конкурентной борьбы на мировых рынках жизненный цикл устойчивого конкурентного преимущества существенно сокращается,

что обусловливает необходимость повышения способности страны эффективно и своевременно реагировать на возникающие угрозы научно-технологического обеспечения реализации задач и национальных приоритетов, удовлетворяющих потребности отраслей экономики и общества.

Стратегией научно-технологического развития РФ (далее Стратегия) на долгосрочный период, определившей цель, основные задачи и приоритеты интеграции научно-технологической сферы с социально-экономической системой страны в единую систему, в числе наиболее значимых факторов глобальных изменений в организации научно-технической и инновационной деятельности указаны:

— существенное сокращение времени между получением новых знаний и созданием технологий и продукции, их выходом на рынок;

— размывание дисциплинарных и отраслевых границ в научных исследованиях и разработках;

— резкое увеличение объема научно-технологической информации, возникновение принципиально новых способов работы с ней;

— рост требований к квалификации исследователей, международная конкуренция за привлечение талантливых высококвалифицированных работников в науку, инженерию, предпринимательство;

— возрастание роли международных стандартов, выделение ограниченной группы стран, доминирующих в научных исследованиях и разработках;

— формирование научно-технологической периферии, утрачивающей научную идентичность и выступающей кадровым донором.

В Концепции технологического развития на период до 2030 г. (далее Концепция) отмечено, что в числе наиболее опасных угроз для технологического развития России является недостаточная способность экономики адаптироваться к имеющим системный характер глобальным трендам, проявляющаяся в отставании темпов инновационно-ориентированного роста. В числе важнейших механизмов реализации намеченной цели по инновационно ориентированному росту определено устранение регуляторных барьеров для рынка интеллектуальной собственности (ИС), стимулирование спроса и предложения, расширения рынков отечественной инновационной продукции.

Системная поддержка намеченных в важнейших документах стратегического планирования приоритетных проектов устойчивого инновационного технологического развития в отраслях и предприятиях промышленности осложняется недостаточной разработанностью целого ряда теоретико-методических аспектов и

методического инструментария исследования роли ИС в разрешении существующих противоречий между необходимостью и возможностью обеспечения опережающей конкурентоспособности в условиях резкого сокращения жизненного цикла конкурентных преимуществ. В частности, требует дальнейшей разработки методология исследования патентно-информационных услуг (ПИУ) как фактора опережающей конкурентоспособности национальной промышленности.

Целью статьи является выявление закономерностей и тенденций функционирования и развития патентно-информационных услуг в аспекте обеспечения устойчиво-конкурентоспособного развития промышленных отраслей и предприятий в процессе их цифровой трансформации. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

— обосновать экономическую сущность патентно-информационных услуг как эффективного аналитического инструмента, обеспечивающего устойчивое конкурентное преимущество отечественной промышленности;

— уточнить на примере Свердловской области факторы спроса и предложения, организационно-экономические механизмы развития патентно-информационных услуг на региональном рынке.

### *Основная часть*

В настоящее время под устойчивым конкурентным преимуществом (УКП) понимается длительно действующее преимущество, которое предоставляет возможность его монопольного использования и не может быть мгновенно достигнуто конкурентами путем копирования или имитации (Ахмедов, 2019; Тарануха, 2012), В свете эволюции научных школ и теорий генезис формирования и развития УКП объясняется организационными, процессными и функциональными свойствами конкуренции как сложной динамической системы и предполагает лучшую обеспеченность ресурсами, характеризующимися редкостью, ценностью, невозможностью замены или подделки, а также лучшую компетентность (в аспекте превосходства в знаниях, умениях, навыках) (Тарануха, 2017). Согласно М. Портеру, устойчивое развитие достижимо при условии постоянного формирования конкурентных преимуществ через внедрение инновационных решений, занятие лидирующие позиции в области передовых технологий, создании уникальных ценностей (Магретта, 2013; Портер, 2016). Таким образом, устойчивое развитие сегодня видится в формировании конкурентных преимуществ предприятий, основанных на разуме, знаниях, интеллектуальной собствен-

ности и инновациях (Бодрунов & Глазьев, 2023). Человек при этом играет ключевую роль как носитель и «генератор» знаний.

Интеллектуальная собственность подразделяется на две основные сферы: авторское право (и смежные с авторскими права) и промышленная собственность. К области авторского права относятся литературные и художественные произведения, например, книги, музыка, картины и скульптуры, фильмы и произведения, созданные на основе технологий (такие как компьютерные программы и электронные базы данных). Смежные права в свою очередь распространяются на исполнения, постановки, фонограммы и другие объекты интеллектуальной собственности, которые стали общественным достоянием (Бессараб, 2023).

Промышленная собственность, в широком смысле, распространяется на все продукты промышленного или природного происхождения. Прежде всего к промышленной собственности относятся результаты интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере и в сфере дизайна, которые охраняются законом, а именно изобретения, полезные модели, промышленные образцы, секреты производства (ноу-хау). Промышленная интеллектуальная собственность обязательно регистрируется в государственном патентном ведомстве в установленном порядке и требует наличие патента. Только при таких условиях интеллектуальная собственность приобретает статус промышленной собственности, закрепляет монопольное право на отечественных и зарубежных рынках (кроме ноу-хау). К промышленной собственности также относятся средства индивидуализации, такие как товарные знаки, знаки обслуживания, фирменные наименования и указания происхождения или наименования места происхождения.

Промышленная интеллектуальная собственность представляет собой инструмент, обеспечивающий конкурентные преимущества в экономической деятельности и служащий основой для коммерциализации инновационных разработок. Патентование технических решений представляет собой сложный и многогранный процесс, который имеет свои преимущества и недостатки, представленные в таблице 1.

Свердловская область вносит значительный вклад в реализацию национальных проектов, направленных на обеспечение технологического превосходства Российской Федерации в таких сферах, как электронная промышленность, производство беспилотных авиационных систем и их компонентов, высокоскоростной транспорт, двигателестроение, техника специального и военного назна-

Таблица 1

**Основные преимущества и недостатки патентования технологических решений**

| Основные преимущества | Основные недостатки |
|---|---|
| Правовая защита: патент предоставляет владельцу исключительное право на использование изобретения, которое является монопольным. | Ограниченный срок действия: срок действия патента ограничен (до 20 лет), после чего изобретение становится общественным достоянием. |
| Конкурентное преимущество: создание барьеров для входа на рынок для других участников, а также в обеспечении надежной защиты от несанкционированного копирования и использования продукции конкурентами. | Ограничение в применении: в быстро меняющихся отраслях патенты могут оказаться неэффективными из-за длительности процесса оформления, краткости жизненного цикла технологий, высокой конкуренции. В таких условиях приоритетными становятся скорость и секретность. |
| Монетизация: патент может быть лицензирован или продан, что открывает дополнительные возможности для получения дохода. | Риски судебных разбирательств: несоблюдение патентных прав может стать причиной длительных и дорогостоящих судебных разбирательств. |
| Привлечение инвесторов и партнеров: инновации, защищенные патентами, делают бизнес более привлекательным для инвесторов и венчурных фондов, потенциальных партнеров. | Публичность информации: описание изобретения становится доступным для всех, что может помочь конкурентам разработать обходные пути. |
| Репутация и имидж: внедрение решений, подкрепленных патентной защитой, способствует формированию имиджа и деловой репутации предприятия как высокотехнологичной и инновационной организации. | Сложности международной защиты: патент, зарегистрированный в одном государстве, не имеет юридической силы в других странах, что влечет за собой необходимость дополнительных издержек на обеспечение международной защиты. |
| Рыночная стоимость предприятия: наличие патентов способствует росту стоимости предприятия за счет увеличения ее интеллектуального капитала, который рассматривается как ценное нематериальное преимущество. | Высокие затраты: регистрация патента требует больших затрат на оплату пошлин и услуг патентных специалистов, а сам процесс может занять длительное время, особенно при наличии сложных технологических решений. |

Источник: сост. авторами.

чения, производство лекарственных средств, а также в развитии атомной энергетики и ядерной медицины. Являясь центром широкого спектра высокотехнологичных производств, Свердловская область нуждается в развитой цифровой экосистеме интеллектуальной собственности (ЭКСИС), способствующей созданию, защите и внедрению знаний и инноваций в условиях «новой конкуренции» (Орехова & Ярошевич, 2022).

Спрос на патентно-информационные услуги обусловлен усложнением правовых и экономических аспектов защиты объектов интеллектуальной собственности, а также острой потребностью бизнеса в комплексной поддержке на всех этапах работы с результатами интеллектуальной деятельности. Значительный объем информации и высокая динамика его роста существенно расширяют спектр патентных услуг. Патентно-информационные услуги, опираясь на преимущества патентной информации, предоставляют инновационным предприятиям и научно-исследовательским институтам актуальные и перспективные сведения, необходимые для реализации новых проектов, разработки передовых технологий и планирования стратегии защиты интеллектуальной собственности. Авторами под патентно-информационными услугами понимают комплекс действия по созданию, структурированию, анализу и управлению патентной информации и объектов интеллектуальной собственности, направленных на поддержку изобретателей, предприятий, организаций в работе над разработкой, коммерциализации и внедрении в бизнес-процессы результатов интеллектуальной деятельности.

Патентно-информационные услуги предоставляют предприятиям и организациям инструмент для оптимизации деятельности и укрепления их конкурентных позиций. Услуги помогают преобразовать неявное знание, скрытое в массиве патентной информации, в явное, доступное и структурированное, что позволяет предприятиям принимать взвешенные стратегические решения. Использование патентной аналитики способствует формированию устойчивого конкурентного преимущества благодаря защите ключевых технологий (предоставление монопольного права), эффективному управлению инновациями и адаптации к изменениям рыночной конъюнктуры. Патентно-информационные услуги предоставляют следующие возможности:

— патентный ландшафт, или патентные исследования технического уровня, представляет собой всесторонний анализ патентной активности в определенной сфере, позволяющий выявить наибо-

лее динамично развивающиеся технологии, определить их основных разработчиков и обнаружить перспективные направления для инноваций. Проведение патентных исследований предоставляет разработчикам возможность избежать дублирования уже существующих решений, что способствует экономии ресурсов и времени. Более того, такой анализ позволяет сосредоточить усилия на создании уникальных и инновационных технологий, что имеет ключевое значение для стратегического планирования;

— исследования на патентную чистоту являются неотъемлемой составляющей деятельности предприятия, стремящегося к расширению своего присутствия на новых рынках и обеспечению надежной защиты своих интеллектуальных прав. Патентный анализ помогает заблаговременно выявить патенты, которые могут стать препятствием (потенциальные случаи нарушения прав третьих лиц) для разработки или вывода продукта на рынок, и разработать альтернативные решения или договориться о лицензировании. Также позволяет обнаружить недобросовестное использование собственной интеллектуальной собственности;

— анализ патентного портфеля предприятия представляет собой фундаментальный инструмент для оценки его значимости и перспектив. Исследование позволяет выявить наиболее перспективные патенты, которые могут быть внедрены, проданы, лицензированы или усовершенствованы;

— патентный анализ партнеров и мониторинг конкурентов. Исследование патентных баз данных позволяет выявить компании, функционирующие в смежных областях, но не являющиеся прямыми конкурентами, что открывает перспективы для сотрудничества, обмена лицензиями и совместных исследований. В то же время мониторинг патентной активности конкурентов помогает оперативно реагировать на изменения в отрасли, корректировать стратегию и предотвращать возможные конфликты.

В Свердловской области функционирует ряд организаций, предоставляющих широкий спектр патентно-информационных услуг. Среди них можно выделить Центр поддержки технологий и инноваций УрФУ (экспертно-аналитическое сопровождение инновационных проектов: от идеи до коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности), Свердловскую областную общественную организацию «Всероссийское общество изобретателей и рационализаторов» (популяризация изобретательской и рационализаторской деятельности), Центральную научную библиотеку УрО РАН (предоставление доступа к патентным коммерческим

базам данных и поисково-аналитическим инструментам), Уральский межрегиональный центр трансфера технологий (услуги по продвижению технологий и проектов), некоммерческое партнерство патентных поверенных «Новация», филиал ООО «Юридическая фирма Городисский и партнеры» (предоставление различных патентно-информационных услуг), а также 59 зарегистрированных патентных поверенных (Зубов & Неретин, 2023). Большинство крупных промышленных предприятий Урала имеют в своей структуре подразделения, ответственные за управление интеллектуальной собственностью. Благодаря развитию инфраструктуры и поддержке муниципальных властей Свердловская область в 2023 г. занимает пятое место среди субъектов РФ и первое место в Уральском федеральном округе по количеству используемых результатов интеллектуальной деятельности (табл. 2).

Хотя существует множество организаций и специалистов, занимающихся вопросами интеллектуальной собственности, их текущий потенциал недостаточен для того, чтобы удовлетворить потребности всех предприятий региона. Многие компании, особенно представители малого и среднего бизнеса, не имеют доступа к качественным патентно-информационным услугам из-за ограниченности финансовых ресурсов. Кроме того, с усложнением технологических проектов возрастает потребность в более специализированных и высококвалифицированных экспертах, способных работать с междисциплинарными инновациями и сложными патентными спо-

Таблица 2

**Количество использованных объектов интеллектуальной собственности в Уральском Федеральном округе в 2023 г.**

| Субъекты РФ | Изобретения | Полезные модели | Промышленный образец | Всего* |
|---|---|---|---|---|
| Уральский ФО | 1966 | 808 | 440 | 5428 |
| Курганская обл. | 117 | 44 | 2 | 216 |
| Свердловская обл. | 846 | 467 | 365 | 2612 |
| Тюменская обл. | 383 | 135 | 28 | 1329 |
| Челябинская обл. | 620 | 162 | 45 | 1271 |

Примечание: * Изобретения, полезные модели, промышленные образцы, программы для ЭВМ, базы данных, топологии интегральных микросхем, селекционные достижения, секреты производства (ноу-хау).

Источник: Роспатент. Открытые данные. Статистическая отчетность об использовании результатов интеллектуальной деятельности по федеральным округам РФ. https://rospatent.gov.ru/opendata (дата обращения: 29.11.2023).

рами. Для решения этой проблемы необходимо активно развивать сеть центров поддержки технологий, расширять образовательные программы в области интеллектуальной собственности и предоставлять государственные гранты или субсидии на патентно-информационные услуги для малых и средних предприятий. Данные меры позволят более эффективно использовать потенциал инфраструктуры интеллектуальной собственности региона и в долгосрочной перспективе укрепить его позиции в сфере инноваций.

Свердловская область представляет собой один из промышленных центров Российской Федерации, что находит свое отражение в распределении инноваций в бизнес-процессах создания продукта (рис. 1). Так, среди десяти лидеров девять видов экономической деятельности (ОКВЭД 2) относятся к промышленному производству. Металлургическое производство по итогам 2023 г. с существенным отрывом использует наибольшее количество запатентованных технических решений, на втором месте — научные исследования и разработки.




**Рис. 1.** *Виды экономической деятельности, в которых использовались изобретения в 2023 г. (источник: Роспатент. Открытые данные. Статистика использования результатов интеллектуальной деятельности по видам экономической деятельности. https://rospatent.gov.ru/opendata (дата обращения: 29.11.2023))*
*Примечание: Виды экономической деятельности, представленные в ОКВЭД 2.*

Несмотря на то, что Свердловская область является лидером в Уральском федеральном округе по внедрению инноваций, согласно статистическим данным Росстата, промышленные предприятия Свердловской области в 1,6 раза уступают по объему выпуска инновационных товаров собственного производства предприятиям Челябинской области, а по выпуску новых товаров для рынка сбыта — в 41,7 раза (табл. 3). В 2023 г. только два предприятия Свердловской области смогли выпустить новые товары собственного производства, предназначенные для мирового рынка.

По инвестициям в инновационную деятельность промышленных предприятий УрФО занимает третье место после Приволжского и Центрального федеральных округов. С другой стороны, затраты УрФО (220 млрд руб.) практически сравнимы с Республикой Татарстан (209 млрд руб.). В УрФО наибольшие затраты на инновационную деятельность приходятся на Ханты-Мансийский автономный округ (130 млрд руб.), в основном на разработку процессных инноваций (табл. 4). Свердловские промышленные предприятия инвестируют в инновационную деятельность в 2,5 раза меньше, уделяя больше внимания продуктовым инновациям.

В Уральском федеральном округе примерно половина предприятий деятельность по разработке и защиты инновационных решений осуществляют собственными силами, структурными подразделениями, в то время как другая половина прибегает к услугам аутсорсинга, включая патентно-информационные услуги (табл. 5).

В частности, АО «Научно-производственная корпорация «Уралвагонзавод», занимающаяся разработкой и производством военной техники, дорожно-строительных машин и железнодорожных вагонов, активно использует инструмент промышленной интеллектуальной собственности для защиты своих разработок и вовлекает все изобретения в коммерческий оборот. На 2022 г. действует более 50 лицензионных договоров с ведущими участниками рынка. За 2020–2021 гг. «Уралвагонзавод» на интеллектуальной собственности гражданского назначения заработал около 350 млн руб.[1]

Однако, несмотря на наличие развитой инфраструктуры в сфере интеллектуальной собственности, значительные инвестиции в инновационную деятельность и осознание важности создания, коммерциализации и защиты высокотехнологичных отечествен-

[1] ЦЭП Вагон-груз. Все новости. Уралвагонзавод увеличил патентный портфель на 25 %. https://wagon-cargo.ru/news/uralvagonzavod-uvelichil-patentnyy-portfel-na-25/ (дата обращения: 28.11.2024).

Таблица 3

**Объем инновационных товаров собственного производства промышленных предприятий Уральского Федерального округа в 2023 г. (млн руб.)**

| Субъекты РФ | Инновационные товары собственного производства | | | Новые товары для мирового рынка сбыта предприятия | | Новые товары для рынка сбыта предприятия | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Отгружено товаров | Удельный вес в общем объеме отгруженных товаров, % | Число организаций | Отгружено товаров | Число организаций | Отгружено товаров | Число организаций |
| Уральский ФО | 806240,2 | 4,1 | 137 | конфиденциально* | 2 | 289148,5 | 23 |
| Курганская обл. | 6248,1 | 2,3 | 15 | 0 | 0 | конфиденциально* | 2 |
| Свердловская обл. | 258290,8 | 7,9 | 64 | конфиденциально* | 2 | 6765,9 | 12 |
| Тюменская обл. | 122928,7 | 0,9 | 23 | 0 | 0 | конфиденциально* | 1 |
| Ханты-Мансийский автономный округ | 63904,1 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Челябинская обл. | 418772,5 | 16 | 35 | 0 | 0 | 282203,3 | 8 |

Примечание: *данные не размещаются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных, полученных от предприятий, в соответствии с ФЗ от 29.11.2007 № 282-ФЗ (ст.4, п.5; ст. 9. П.1).

Источник: Росстат. Сведения об инновационной деятельности организации (итоги статнаблюдения по форме № 4-инновации) за 2023 г., https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 27.11.2024).

Таблица 4

**Затраты на инновационную деятельность промышленных предприятий Уральского Федерального округа в 2023 г. (млн руб.)**

| Субъекты РФ | Затраты на инновационную деятельность | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | по видам инновационной деятельности | | | по типам инноваций | | | |
| | Всего | Исследование и разработка новых продуктов и методов их производства | Приобретение прав на патенты, регистрация РИД, поддержание действующих патентов | Инжиниринг | Разработка и приобретение программ для ЭВМ | Продуктовые инновации | Процессные инновации |
| Уральский ФО | 220985,5 | 78900,1 | 783,4 | 3745,5 | 50009,6 | 71522,7 | 149462,8 |
| Курганская обл. | 654,4 | 304,5 | 27,9 | 84,6 | 94,4 | 547,1 | 107,2 |
| Свердловская обл. | 52756,4 | 24294,5 | 579,7 | 1653,8 | 7048,9 | 41401,6 | 11354,7 |
| Тюменская обл. | 141875,7 | 49131,9 | 24,9 | 980,1 | 42280,5 | 10586,4 | 131289,3 |
| Ханты-Мансийский автономный округ | 130759,0 | 45598,6 | 4,1 | конфиденциально* | 41183,5 | 3170,6 | 127588,4 |
| Челябинская обл. | 25699,1 | 5169,2 | 150,8 | 1026,9 | 585,7 | 18987,6 | 6711,5 |

Примечание: *данные не размещаются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных, полученных от предприятий, в соответствии с ФЗ от 29.11.2007 № 282-ФЗ (ст.4, п.5; ст. 9. П.1)

Источник: Росстат. Сведения об инновационной деятельности организации (итоги статнаблюдения по форме № 4-инновации) за 2023 г. https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 27.11.2024).

Таблица 5

**Количество предприятий с затратами на инновационную деятельность в Уральском Федеральном округе в 2023 г.**

| Субъекты РФ | Исследование и разработка новых продуктов и методов их производства | | Приобретение прав на патенты, регистрация РИД, поддержание действующих патентов | | Инжиниринг | | Разработка и приобретение программ для ЭВМ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Всего | Аутсорсинг | Всего | Аутсорсинг | Всего | Аутсорсинг | Всего | Аутсорсинг |
| Уральский ФО | 198 | 92 | 256 | 106 | 50 | 33 | 126 | 74 |
| Курганская обл. | 7 | 4 | 19 | 6 | 4 | 3 | 6 | 4 |
| Свердловская обл. | 106 | 47 | 121 | 45 | 18 | 10 | 42 | 21 |
| Тюменская обл. | 41 | 19 | 49 | 21 | 13 | 9 | 57 | 36 |
| Челябинская обл. | 44 | 22 | 67 | 34 | 15 | 11 | 21 | 13 |

Источник: Росстат. Сведения об инновационной деятельности организации (итоги статнаблюдения по форме № 4-инновации) за 2023 г. https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 27.11.2024).

ных разработок стейкхолдерами, большинство ведущих высокотехнологичных предприятий Свердловской области не проявляют высокой активности по защите своих технологических решений с помощью патентов (табл. 6). Так, например, АО «Уральский завод гражданской авиации», один из лидеров в области самолетостроения в России, за последние четыре года получил всего четыре патента. Крупный российский холдинг транспортного машиностроения АО «Синара-Транспортные Машины» получил два патента.

Свердловская область занимает лидирующие позиции по количеству инновационных предприятий и степени интеграции интеллектуальной собственности в бизнес-процессы. Однако по некоторым параметрам, таким как объем производства инновационной продукции и инвестиции в инновации промышленных предприятий, регион уступает другим субъектам УрФО, что свидетельствует

Таблица 6

**Патентная активность наиболее высокотехнологичных крупнейших предприятий Свердловской области за последние 4 года**

| **Высокотехнологичные крупнейшие предприятия Свердловской области*** | **Патенты** | **Программы для ЭВМ** |
|---|---|---|
| АО «Научно-производственная корпорация «Уралвагонзавод» | 286 | 31 |
| АО «Производственное объединение «Уральский оптико-механический завод» | 41 | 46 |
| АО «Производственная фирма «СКБ Контур» | 0 | 31 |
| АО «НПО Автоматики им. академика Н.А. Семихатова» | 13 | 7 |
| АО «Уральское проектно-конструкторское бюро «Деталь» | 10 | 1 |
| АО «Уральский завод гражданской авиации» | 5 | 4 |
| ПАО «Уралхимпласт» | 6 | 0 |
| АО «Синара — Транспортные Машины» | 2 | 0 |
| АО «Пневмостроймашина» | 0 | 0 |
| ООО «Завод Медсинтез» | 0 | 0 |

Примечание: * Наиболее высокотехнологичные предприятия, представленные в государственной программе Свердловской области «Научно-технологическое развитие Свердловской области» от 19 сентября 2024 г. N 628-ПП.

Источник: поиск проведен с помощью платформы Роспатента. https://searchplatform.rospatent.gov.ru/ (дата обращения: 28.11.2024). Запрос поиска — патентообладатель: «наименование предприятия» и дата публикации: 01.01.2020 — 27.11.2024).

о наличии потенциала для развития инновационной деятельности и указывает на необходимость дальнейших усилий в этой области.

Недостаточное внимание, уделяемое патентованию технологических решений, существенно ограничивает возможности предприятий по коммерциализации своих разработок и укреплению позиций на рынке. Патентно-информационные инструменты играют ключевую роль в решении этой задачи, предоставляя предприятиям доступ к аналитическим инструментам, необходимым для защиты интеллектуальной собственности и эффективного управления инновациями. Успешные примеры подтверждают, что совершенствование цифровой экосистемы интеллектуальной собственности путем внедрения патентно-информационных услуг в бизнес-процессы промышленных предприятий не только способствует защите уникальных технологических разработок, но и расширяет возможности для увеличения доходов. Для реализации инновационного потенциала региона и обеспечения его устойчивого развития необходимо более активно интегрировать патентно-информационные услуги в бизнес-процессы предприятий. Однако внедрение ПИУ в корпоративные процессы требует системного подхода, который включает в себя обучение сотрудников, интеграцию аналитических инструментов и разработку стратегий управления интеллектуальной собственностью.

### *Заключение*

Проведенное исследование подтвердило авторскую гипотезу о том, что ПИУ являются ключевым звеном в процессе опережающего создания и вывода на рынок уникальных продуктов. Повышение эффективности использования ПИУ позволяет не только защитить и продлить монопольное право на объекты ИС, но и преобразовать неявное знание, содержащееся в массиве патентной информации, в явное, что способствует решению операционных и стратегических задач конкурентоспособного развития промышленности.

В Свердловской области активно формируется ЭКСИС, включающая организации, предоставляющие широкий спектр ПИУ, однако далеко не все предприятия в полной мере используют потенциал, предоставляемый институтом ИС. Данное обстоятельство обусловлено как недостаточным видением менеджментом предприятий стратегических преимуществ патентования, так нехваткой квалифицированных специалистов, способных эффективно использовать инструменты патентно-информационного анализа и интегрировать их в бизнес-процессы.

Активное использование ПИУ может стать драйвером развития высокотехнологичных производств региона, способствуя не только укреплению устойчивых конкурентных позиций промышленных предприятий, но и повышению инвестиционной привлекательности промышленности Свердловской области на национальном и международном уровне.

## *Список источников*

Ахмедов, Т. Х. (2019). Определение конкурентного преимущества и источники его формирования. *Территория науки, 4,* 13–18.

Бессараб, Н. С. (2023). *Интеллектуальная собственность в современной России.* Тула: ТулГУ, 206.

Бодрунов, С. Д., Глазьев, С. Ю. (2023). *Закономерности формирования основ ноономики как грядущего общественного устройства: знать и действовать.* Санкт-Петербург: ИНИР им. С.Ю. Витте; Москва: Центркаталог, 340.

Глазьев, С. Ю. (2022). Глобальная трансформация через призму смены технологических и мирохозяйственных укладов. *AlterEconomics, 19*(1), 93–115. DOI: 10.31063/AlterEconomics/2022.19-1.6

Джоан, М. (2013). *Ключевые идеи. Майкл Портер. Руководство по разработке стратегии.* Москва: Манн, Иванов и Фербер, 272.

Зубов, Ю. С., Неретин, О. П. (2023). *Годовой отчет Федеральной службы по интеллектуальной собственности за 2023 год.* Москва: ФИПС, 180.

Мокроносов, А. Г., Асылгужин, Т. Р., Кондратьев, И. П., Лихачева, С. С. (2021). Экосистемный подход к управлению интеллектуальной собственностью в цифровой экономике. В *Материалы III Международной научно-практической конференции Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии — 2021 (29 октября 2021 г.) (с. 85–97).* Институт экономики УрО РАН. Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения РАН, 145.

Орехова, С. В., Ярошевич, Н. Ю. (2022). Экосистемы и новая конкуренция: феномен «яйца и курицы». *Вопросы управления, 2*(75), 34–48. 10.22394/2304-3369-2022-2-34-48

Портер, М. (2016). *Международная конкуренция: Конкурентные преимущества стран.* Москва: Альпина Паблишер, 947.

Тарануха, Ю. В. (2012). *Конкуренция: система и процесс.* Москва: Дело и сервис, 672.

Тарануха, Ю. В. (2017). *Конкуренция и конкурентоспособность.* Москва: Издательство «Русайнс», 336.

## *References*

Akhmedov, T.H. (2019). Definition of competitive advantage and sources of its formation. *Territoriya nauki [The territory of science], 4,* 13–18. (In Russ.)

Bessarab, N.S. (2023). *Intellektual'naya sobstvennost' v sovremennoj Rossii: monografiya [Intellectual Property in modern Russia: a monograph]*. Tula: TulGU, 206. (In Russ.)

Bodrunov, S.D., Glazyev, S.Yu. (2023). *Zakonomernosti formirovaniya osnov noonomiki kak gryadu-shchego obshchestvennogo ustrojstva: znat' i dejstvovat' [Patterns of formation of the foundations of the economy as a future social structure: to know and act]*. St. Petersburg: INIR named after S.Y. Witte; Moscow: Center catalog, 340. (In Russ.)

Glazyev, S.Yu. (2022). Global transformation through the prism of changing technological and world economic patterns. *AlterEconomics, 19,* 93–115. DOI: 10.31063/AlterEconomics/2022.19-1.6 (In Russ.)

Joan, M. (2013). *Klyuchevye idei. Majkl Porter. Rukovodstvo po razrabotke strategii [Key ideas. Michael Porter. A guide to strategy development]*. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 272. (In Russ.)

Mokronosov, A.G., Asylguzhin, T.R., Kondratiev, I.P., Likhacheva, S.S. (2021). Ecosystem approach to intellectual property management in the digital economy. V *materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii Cifrovaya transformaciya promyshlennosti: tendencii, upravlenie, strategii — 2021. [In the materials of the III International Scientific and Practical Conference Digital Transformation of Industry: Trends, management, strategies — 2021]. (October 29, 2021)* (pp. 85–97). Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Yekaterinburg: Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 145. (In Russ.)

Orekhova, S.V., Yaroshevich, N.Yu. (2022). Ecosystems and new competition: the phenomenon of «eggs and chickens». *Voprosy upravleniya [Management issues], 2* (75), 34–48. DOI: 10.22394/2304-3369-2022-2-34-48 (In Russ.)

Porter, M. (2016). *Mezhdunarodnaya konkurenciya: Konkurentnye preimushchestva stran [International competition: Competitive advantages of countries]*. Moscow: Alpina Publisher, 947. (In Russ.)

Taranukha, Yu.V. (2012). *Konkurenciya: sistema i process: monografiya [Competition: system and process: monograph]*. Moscow: Business and Service, 672. (In Russ.)

Taranukha, Yu.V. (2017). *Konkurenciya i konkurentosposobnost' [Competition and competitiveness]*. Moscow: Rusains Publishing House, 336. (In Russ.)

Zubov, Y.S., Neretin, O.P. (2023). *Godovoj otchet Federal'noj sluzhby po intellektual'noj sobstvennosti za 2023 god. [Annual report of the Federal Service for Intellectual Property for 2023]*. Moscow: FIPS, 180. (In Russ.)

**Мокроносов Александр Германович** — доктор экономических наук, профессор, Уральский государственный экономический университет; https://orcid.org/0000-0002-8644-7932 (620990, Российская Федерация, г. Екатеринбург, улица 8 Марта, д. 62; e-mail: amokronosov@mail.ru).

**Асылгужин Тимур Ринатович** — аспирант, Уральский государственный экономический университет; https://orcid.org/0000-0001-6072-2927 (620990, Российская Федерация, г. Екатеринбург, улица 8 Марта, д. 62; e-mail: asul555@bk.ru).

**Alexander G. Mokronosov** — Dr. Sci. (Econ.), Professor; Professor Ural State University of Economics; https://orcid.org/0000-0002-8644-7932 (62, 8 Marta Street, Yekaterinburg, 620990, Russian Federation; e-mail: amokronosov@mail.ru).

**Timur R. Asylguzhin** — PhD applicant Ural State University of Economics; https://orcid.org/0000-0001-6072-2927 (62, 8 Marta str., Yekaterinburg, 620990, Russian Federation; e-mail: asul555@bk.ru).

**УДК 336**
**JEL classification: O14, O32, H56**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-14**

# Применение искусственного интеллекта в космической отрасли: международный опыт и перспективы России в условиях санкционного давления[1]

*И. А. Наугольнова*

Самарский государственный экономический университет (г. Самара, Россия).
https://orcid.org/0000-0002-4360-6147

Автор для корреспонденции: И. А. Наугольнова (naugolnovaia@mail.ru).

**Аннотация.** *Статья посвящена анализу использования искусственного интеллекта (ИИ) в космической отрасли России и за рубежом. Рассматриваются ключевые отличия в технологических решениях, применяемых международными космическими агентствами, такими как NASA и SpaceX, и российскими предприятиями, включая «Роскосмос». Освещены примеры интеграции ИИ в проекты дистанционного зондирования Земли, пилотируемых космических миссий и управления спутниками. Особое внимание уделено перспективам развития ИИ в российской космической отрасли в условиях санкционного давления, а также стратегии импортозамещения и международного сотрудничества. Описаны существующие вызовы, связанные с доступом к передовым технологиям и компонентам, а также шаги, предпринимаемые для повышения технологической независимости.*

**Ключевые слова:** искусственный интеллект; космическая отрасль; Роскосмос; санкции; импортозамещение

[1] © Наугольнова И. А. Текст. 2024.

# Application of Artificial Intelligence in the Space Industry: International Experience and Russia's Prospects in the Context of Sanction Pressure

*I. Naugolnova*

Samara State University of Economics (Samara, Russia).
https://orcid.org/0000-0002-4360-6147

Corresponding author: I. Naugolnova (naugolnovaia@mail.ru).

**Abstract.** *The article analyzes the use of artificial intelligence (AI) in the space industry in Russia and abroad. Key differences in technological solutions used by international space agencies, such as NASA and SpaceX, and Russian enterprises, including Roscosmos, are considered. Examples of AI integration into Earth remote sensing projects, manned space missions, and satellite control are highlighted. Particular attention is paid to the prospects for the development of AI in the Russian space industry under sanctions pressure, as well as the strategy of import substitution and international cooperation. The existing challenges associated with access to advanced technologies and components are described, as well as the steps taken to increase technological independence.*

**Keywords:** artificial intelligence, space industry, Roscosmos, sanctions, import substitution.

## *Введение*

Развитие космической отрасли в XXI в. переживает новый виток благодаря активной интеграции передовых цифровых технологий. Искусственный интеллект (ИИ) стал важным инструментом в решении сложных задач управления космическими миссиями, обработки огромных объемов данных и повышения эффективности автоматизированных систем (Харланов & Крючков, 2022). Мировые лидеры космической отрасли по числу запусков и объему выручки SpaceX и NASA уже демонстрируют значительные успехи в использовании ИИ для автоматизации космических запусков, управления спутниками и пилотируемыми миссиями, что, согласно их отчетам, позволяет сократить затраты и повысить точность выполнения операций (Ядова & Осико, 2022). В то же время российская космическая отрасль, столкнувшись с последствиями международных санкций, активно развивает собственные технологии ИИ для обеспечения независимости от зарубежных поставщиков и поддержания конкурентоспособности на мировом рынке (Рамблер, 2024). Несмотря на санкционное давление, Россия продолжает интеграцию ИИ в различные аспекты космической деятельности, однако уровень развития и внедрения ИИ в российской космической промышленности

остается менее масштабным по сравнению с ведущими мировыми игроками. Одним из ключевых вызовов является необходимость развития собственных технологий в условиях ограниченного доступа к передовым технологиям и платформам для машинного обучения (Балиева, 2024).

Цель настоящей работы — проанализировать текущее состояние и перспективы применения ИИ в российской космической отрасли в сравнении с зарубежными компаниями, а также выявить ключевые барьеры и возможности для развития отечественных технологий. Исследование опирается на анализ практических примеров использования ИИ в космосе как в России, так и за рубежом, с особым акцентом на различия в уровне технологичности и доступности ресурсов.

### *Основная часть*

Российская космическая отрасль традиционно играет ключевую роль в обеспечении национальной безопасности, научных исследований и международного сотрудничества в области освоения космоса. Однако с 2014 г., после присоединения Крыма к России и последующих геополитических событий, космическая промышленность России оказалась под значительным давлением санкций. Санкционные ограничения, введенные рядом западных стран, нацелены на подрыв ключевых направлений российской космонавтики, включая научные программы, производство спутников, запуск ракет, международные проекты и поставки необходимых компонентов. В этих условиях российская космическая отрасль была вынуждена адаптироваться к новым вызовам, пересмотреть приоритеты и разработать стратегии импортозамещения для сохранения своей конкурентоспособности на мировом уровне (Туктарова, 2010). Ориентация на экспорт обусловлена экономической целесообразностью, т. к. экспорт космических технологий, услуг и продукции (например, ракетных двигателей, запусков спутников) является важным источником дохода для России. До введения санкций значительную долю доходов Роскосмос получал именно за счет контрактов с зарубежными компаниями и государствами. Российская космическая отрасль имеет долгую историю лидерства на мировом рынке запусков, особенно в области коммерческих запусков спутников и пилотируемых программ. Участие российских корпораций в глобальных цепочках стоимости способствует удержанию лидерских позиций на рынке. Более того, Российская космическая программа, хотя и включает крупные государственные проекты,

не может полностью обеспечить необходимый объем заказов для устойчивого развития отрасли. Именно экспортный потенциал российской космической отрасли помогает поддерживать технологическое развитие в условиях санкционного давления.

Первый этап санкционного давления начался в марте 2014 г., когда США, Европейский Союз и другие страны ввели экономические санкции против России. Одним из первых секторов, которые ощутили на себе санкции, была космическая промышленность. В июле 2014 г. США ввели запрет на поставку высокотехнологичных компонентов, используемых в создании спутников, ракет и других космических аппаратов. В частности, был ограничен экспорт американских микроэлектронных комплектующих, что затруднило производство спутников для навигации, связи и дистанционного зондирования Земли, в т. ч. спутников ГЛОНАСС (Никитина & Ушакова, 2015).

Дальнейшие санкции, принятые в 2018 г., усилили ограничения на поставки оборудования, технологий и материалов для аэрокосмической промышленности. Ограничения затронули сотрудничество с NASA и другими западными космическими агентствами, в т. ч. совместные научные миссии и космические запуски с участием российских ракет-носителей. В частности, в апреле 2021 г. США ввели санкции против предприятий, связанных с Роскосмосом, что привело к сокращению международных заказов на российские ракетные двигатели РД-180 и РД-181, использовавшиеся в американских космических запусках (Котляр, 2021).

После событий 2022 г. санкционное давление резко усилилось. ЕС и США ввели новые ограничения, направленные на подрыв способности России разрабатывать и эксплуатировать современные космические технологии. Были введены санкции против поставок полупроводников, микросхем и сложных компонентов для ракет и спутников, что создало серьезные трудности для российского производства высокотехнологичных космических систем. Важным ударом стал выход европейских партнеров из совместного проекта в рамках марсианской миссии «ЭкзоМарс»[1] (Корнилова, 2015).

«Недружественные» страны, вводя санкции против российской космической отрасли, преследовали несколько ключевых целей. Во-первых, ключевой задачей стало ослабление российской науч-

[1] Мурашева, К. (2022). Европа вышла из проекта с Россией по изучению Марса. Ferra.ru. URL: https://www.ferra.ru/news/techlife/evropa-vyshla-iz-proekta-s-rossiei-po-izucheniyu-marsa-12-07-2022.htm (дата обращения: 03.09.2024).

но-технологической базы для обеспечения национальной безопасности, т. к. космические технологии тесно связаны с оборонной промышленностью. Во-вторых, стремление лишить Россию доступа к международным рынкам запуска космических аппаратов, что негативно сказалось бы на экономических показателях отрасли. В-третьих, санкции были нацелены на создание дефицита высокотехнологичных комплектующих, что должно было привести к замедлению развития космических технологий в России (Никитина & Ушакова, 2015).

Однако российская космическая отрасль при активной поддержке государства предпринимает меры по разрешению проблем и вызовов современной действительности. Одним из приоритетных направлений стало импортозамещение критически важных компонентов. Например, в 2020 г. Роскосмос объявил о разработке отечественных аналогов микроэлектронных систем, используемых в спутниках и ракетах. Также было запущено несколько программ по созданию новых материалов и компонентов (полупроводников и композитных материалов), которые могут использоваться в космической промышленности (Naugolnova, 2024).

Российская космическая отрасль также наращивает сотрудничество с новыми международными партнерами, в частности с Китаем и Индией. Так, например, в 2021 г. Россия и Китай подписали соглашение о совместном строительстве научной станции на Луне, что открывает новые перспективы для развития российской космонавтики. Кроме того, Роскосмос продолжает развивать собственные амбициозные программы, такие как создание национальной орбитальной станции, которая заменит МКС, и программы по исследованию Луны и дальнего космоса. Эти проекты не только позволят России сохранить независимый доступ к космосу, но и создадут базу для реализации дальнейших миссий, например, таких как исследования Луны и Марса.

По мнению автора, перспективы развития российской космической отрасли зависят от способности отрасли и скорости адаптации к новым экономическим и технологическим условиям. Важную роль в этом будет играть программа импортозамещения, направленная на снижение зависимости от иностранных технологий и компонентов (Никитина & Коршунова, 2024). Также перспективным проектом является развитие новых типов ракет, по примеру «Ангара», которые будут использоваться для запуска тяжелых грузов на орбиту, а также для будущих межпланетных миссий. Следует ориентировать на новый тренд — создание многократно использу-

емых носителей, что будет способствовать удешевлению запусков. В долгосрочной перспективе важную роль сыграет расширение международного сотрудничества. Санкции западных стран заставили Россию искать новых партнеров в космической сфере (Китай, Индия, Иран и страны Латинской Америки). Количество стран, желающих стать членами БРИКС, растет, что потенциально позволит расширить рынки сбыта российской продукции.

Важным с точки зрения перспективности направлением развития является использование искусственного интеллекта в проектах. Одним из первых примеров применения ИИ в космосе стало использование автономных систем управления космическими аппаратами, что позволило существенно снизить зависимость от операторов на Земле. В 2018 г. компания NASA внедрила ИИ для управления спутниками, что позволило аппарату по программе Earth Science автоматизировать процесс сбора и анализа данных с помощью алгоритмов машинного обучения.

На международном рынке одной из самых известных компаний, активно работающих с ИИ в космической сфере, является SpaceX, которая использует эту технологию в системах управления полетами и автоматической посадки ракет-носителей Falcon. Алгоритмы машинного обучения помогают анализировать данные с датчиков, что делает процессы возврата ракет на Землю более точными. В 2020 г. ИИ сыграл ключевую роль в успешных запусках пилотируемых миссий SpaceX на МКС, где искусственный интеллект контролировал многие системы жизнеобеспечения и поддержания безопасности экипажа на борту корабля Crew Dragon.

В России так же идет активное внедрение искусственного интеллекта в космическую отрасль. Госкорпорация «Роскосмос» начала интеграцию ИИ в системы управления спутниками и автоматических межпланетных станций. Наиболее часто сейчас технология используется для обработки данных дистанционного зондирования Земли, собранных спутниками, что помогает автоматизировать процессы мониторинга состояния окружающей среды, изменения климата и прогнозирования угроз безопасности жизни населения. В 2022 г. была представлена новая программа «Сфера», в рамках которой запланировано создание сети спутников, использующих ИИ для анализа данных и оптимизации передачи информации.

Еще одним важным направлением в России является разработка ИИ для использования на орбитальных станциях и в пилотируемых миссиях. В 2021 г. было представлено программное обеспечение для роботизированных систем управления на базе искусственного

интеллекта, которое планируется использовать на будущей российской орбитальной станции. Оно будет отвечать за автоматическое управление жизнеобеспечением, проведение научных экспериментов и управление роботизированными манипуляторами. ИИ также рассматривается как средство поддержки астронавтов в миссиях дальнего космоса, что станет важным шагом в подготовке к межпланетным полетам, таким как миссии на Марс.

Однако возможности российских и зарубежных технологий различны. Зарубежные компании, в частности SpaceX, NASA и ESA (Европейское космическое агентство), опережают весь мир в применении ИИ благодаря большему количеству научно-технических разработок, финансовым ресурсам и комплексному подходу к внедрению технологий машинного обучения и обработки больших данных. Если компания SpaceX активно использует ИИ для управления многоразовыми ракетами и автоматизации полетных операций, таких как точная посадка ракет и автономное управление кораблями Crew Dragon, а NASA применяет ИИ для анализа данных межпланетных миссий, обработки изображений и автономных решений на Марсе (например, марсоход «Perseverance»), то в России ИИ пока в основном используется для более узкоспециализированных задач: автоматизация обработки данных дистанционного зондирования Земли или управление системами жизнеобеспечения на орбитальных станциях. Программа «Сфера» предполагает более широкое применение ИИ для анализа спутниковых данных и управления будущими орбитальными станциями, но масштаб подобных проектов пока уступает зарубежным аналогам (Ядова & Осико, 2022).

Зарубежные компании имеют доступ к более продвинутым облачным технологиям и мощным вычислительным ресурсам, что позволяет быстрее и точнее обучать модели ИИ. Компании Google и Microsoft предоставляют ИИ-платформы TensorFlow и Azure для анализа космических данных. В России инфраструктура для работы с большими данными и машинным обучением развивается медленнее из-за ограниченного доступа к высокопроизводительным технологиям и компонентам. Тем не менее разработка национальных платформ для ИИ, например, нейропроцессоров компании «Элвис-НеоТек», открывает перспективы для повышения автономности их применения (Балиева, 2024).

Основными разработчиками ИИ для космической отрасли в России являются государственные предприятия и исследовательские институты. «Роскосмос» и «Институт космических исследований

РАН» ведут разработку систем на основе ИИ для автоматизации спутниковых миссий и дистанционного зондирования Земли. Сбер активно разрабатывают платформы для машинного обучения, которые могут быть интегрированы в космические программы.

Хотя в России ИИ пока используется более ограниченно, в будущем он может сыграть ключевую роль в проектах создания национальной орбитальной станции и лунной базы. Перспективы включают автоматизацию управляемых миссий и обеспечение независимости от зарубежных технологий.

### *Заключение*

Несмотря на беспрецедентное санкционное давление, российская космическая отрасль демонстрирует устойчивое развитие, акцентируясь на развитии и внедрении новых технологий, технологическом суверенитете, международном сотрудничестве с новыми партнерами. Одну из решающих ролей в достижении первенства на мировом рынке космических технологий играет искусственный интеллект. За рубежом ИИ уже интегрирован в более продвинутые и масштабные проекты, тогда как в России его применение сосредоточено на решении текущих задач, с потенциалом для расширения по мере роста технологий.

### *Список источников*

Балиева, А. Е. (2024). Использование искусственного интеллекта в космонавтике. В *World of science: сборник статей VII Международной научно-практической конференции, Пенза, 30 января 2024 года* (С. 64–67). Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.). EDN KIPLGB.

Корнилова, А. Д. (2015). Основы модернизации промышленности России. В *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Социально-гуманитарные и экономические науки: сборник статей / под ред. М. И. Бальзанникова, К. С. Галицкова, А. А. Шестакова* (С. 322–326). Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет.

Котляр, М. (2021). В «Роскосмосе» прокомментировали прекращение закупок РД-180 американцами. *Газета.Ru.* https://www.gazeta.ru/science/2021/09/04_a_13951880.shtml (дата обращения: 03.09.2024).

Никитина, Н. В., Коршунова, А. С. (2024). Процесс импортозамещения и его влияние на экономику российских предприятий. В *Стратегии устойчивого развития: социальные, экономические и юридические аспекты: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 25 января 2024 года* (С. 168–169). Чебоксары: ООО «Издательский дом „Среда“». DOI: 10.31483/r-109834. EDN HXDVNO.

Никитина, Н. В., Ушакова, О. С. (2015). Влияние санкций на экономическую ситуацию в России. В *Наука XXI века: актуальные направления развития: Материалы Международной заочной научно-практической конференции, Самара, 20–21 апреля 2015 года* (С. 545–548). Самара: Самарский государственный экономический университет. EDN UEVEOL.

Российская космическая отрасль преодолела последствия санкций стран Запада (2023). *Рамблер/новости.* https://news.rambler.ru/science/50549267-rossiyskaya-kosmicheskaya-otrasl-preodolela-posledstviya-sanktsiy-stran-zapada/ (дата обращения: 03.09.2024).

Туктарова, Л. Р. (2010). Моделирование устойчивости экономического роста предприятия: теоретические и практические аспекты. *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета, 2* (31), 83–86.

Харланов, А. С., Крючков, Б. И. (2022). Применение системы искусственного интеллекта и технологий индустрии 4.0. в космической отрасли. В *Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение: Материалы Донецкого международного научного круглого стола, Донецк, 25 мая 2022 года* (С. 140–151). Донецк: Государственное учреждение Институт проблем искусственного интеллекта. EDN HTFPVV.

Ядова, Н. Е., Осико, С. М. (2022). Искусственный интеллект: применение и перспективы развития на примере ракетно-космического приборостроения. Научные исследования и разработки. *Экономика фирмы, 11*(2), 54–59. DOI: 10.12737/2306-627X-2022-11-2-54-59. EDN MPIRXS.

Naugolnova, I. (2024). Development of Process Management in the Context of Sanctions and Economic Digitization. In *Proceedings of the 3rd International Conference Engineering Innovations and Sustainable Development, Samara, 26 April 2024* (Vol. 540, Pp. 88–95). Cham: Springer Nature Switzerland. DOI: 10.1007/978-3-031-67372-6_11. EDN PGXREW.

## *References*

Balieva, A. E. (2024). Ispolzovanie iskusstvennogo intellekta v kosmonavtike [Application of artificial intelligence in space exploration]. In *World of science: Sbornik statey VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Penza, 30 yanvarya 2024 goda [World of Science: Collection of articles of the VII International Scientific and Practical Conference, Penza, January 30, 2024]* (pp. 64–67). Penza: Nauka i Prosveshchenie (IP Gulyaev G.Yu.). EDN KIPLGB. (In Russ.)

Evropa vyshla iz proekta s Rossiey po izucheniyu Marsa [Europe withdrew from the project with Russia to study Mars]. Ferra.ru. [Electronic resource]. URL: https://www.ferra.ru/news/techlife/evropa-vyshla-iz-proekta-s-rossiei-po-izucheniyu-marsa-12-07-2022.htm (In Russ.)

Harlanov, A. S., & Kryuchkov, B. I. (2022). Primenenie sistemy iskusstvennogo intellekta i tekhnologiy industrii 4.0 v kosmicheskoy otrasli [Application of artificial intelligence systems and Industry 4.0 technologies in the space sector]. In *Iskusstvennyy intellekt: teoreticheskie aspekty, prakticheskoe primenenie: Materialy*

*Donetskogo mezhdunarodnogo nauchnogo kruglogo stola, Donetsk, 25 maya 2022 goda [Artificial Intelligence: Theoretical Aspects, Practical Application: Proceedings of the Donetsk International Scientific Round Table, Donetsk, May 25, 2022]* (pp. 140–151). Donetsk: State Institution Institute of Artificial Intelligence Problems. EDN HTFPVV. (In Russ.)

Kornilova, A. D. (2015). Osnovy modernizatsii promyshlennosti Rossii [Fundamentals of industrial modernization in Russia]. In *Traditsii i innovatsii v stroitelstve i arkhitekture. Sotsialno-gumanitarnye i ekonomicheskie nauki: Sbornik statey [Traditions and innovations in construction and architecture. Socio-humanitarian and economic sciences: Collection of articles]* (pp. 322–326). Samara: Samara State Architectural and Construction University. (In Russ.)

Naugolnova, I. (2024). Development of Process Management in the Context of Sanctions and Economic Digitization. In *Proceedings of the 3rd International Conference Engineering Innovations and Sustainable Development, Samara, April 26, 2024* (Vol. 540, pp. 88–95). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67372-6_11. EDN PGXREW.

Nikitina, N. V., & Korshunova, A. S. (2024). Protsess importozameshcheniya i ego vliyanie na ekonomiku rossiyskikh predpriyatiy [Import substitution process and its impact on the economy of Russian enterprises]. In *Strategii ustoychivogo razvitiya: sotsialnye, ekonomicheskie i yuridicheskie aspekty: Materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Cheboksary, 25 yanvarya 2024 goda [Sustainable Development Strategies: Social, Economic, and Legal Aspects: Proceedings of the III All-Russian Scientific and Practical Conference, Cheboksary, January 25, 2024]* (pp. 168–169). Cheboksary: Sreda Publishing House. https://doi.org/10.31483/r-109834. EDN HXDVNO. (In Russ.)

Nikitina, N. V., & Ushakova, O. S. (2015). Vliyanie sanktsiy na ekonomicheskuyu situatsiyu v Rossii [Impact of sanctions on the economic situation in Russia]. In *Nauka XXI veka: Aktualnye napravleniya razvitiya: Materialy Mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Samara, 20–21 aprelya 2015 goda [Science of the XXI century: Current development trends: Proceedings of the International Distant Scientific and Practical Conference, Samara, April 20–21, 2015]* (pp. 545–548). Samara: Samara State University of Economics. EDN UEVEOL. (In Russ.)

Rossiyskaya kosmicheskaya otrasl preodolela posledstviya sanktsiy stran Zapada [The Russian space industry overcame the consequences of Western sanctions]. Rambler/novosti. https://news.rambler.ru/science/50549267-rossiyskaya-kosmicheskaya-otrasl-preodolela-posledstviya-sanktsiy-stran-zapada/ (In Russ.)

Tuktarova, L. R. (2010). Modelirovanie ustoychivosti ekonomicheskogo rosta predpriyatiya: teoreticheskie i prakticheskie aspekty [Modeling the stability of enterprise economic growth: Theoretical and practical aspects]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsialno-ekonomicheskogo universiteta [Bulletin of the Saratov State Social-Economic University], 2* (31), 83–86. (In Russ.)

V «Roskosmose» prokommentirovali prekrashchenie zakupok RD-180 amerikantsami [Roskosmos commented on the cessation of RD-180 purchases

by Americans]. Gazeta.Ru. [Electronic resource]. URL: https://www.gazeta.ru/science/2021/09/04_a_13951880.shtml (In Russ.)

Yadova, N. E., & Osiko, S. M. (2022). Iskusstvennyy intellekt: primenenie i perspektivy razvitiya na primere raketno-kosmicheskogo priborostroeniya [Artificial intelligence: Application and development prospects in the case of rocket-space instrumentation]. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki. Ekonomika firmy [Scientific Research and Development. Firm Economics], 11*(2), 54–59. https://doi.org/10.12737/2306-627X-2022-11-2-54-59. EDN MPIRXS. (In Russ.)

**Наугольнова Ирина Александровна** — доктор экономических наук, доцент, профессор, кафедра экономики, организации и стратегии развития предприятия, Самарский государственный экономический университет; https://orcid.org/0000-0002-4360-6147 (Российская Федерация, 443031, г. Самара, ул. 5-я малая линия, 27А, 0; e-mail: naugolnovaia@mail.ru).

**Irina A. Naugolnova** — Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Economics, Organization and Strategy of Enterprise Development, Samara State University of Economics; https://orcid.org/0000-0002-4360-6147 (Russian Federation, 443031, Samara, ul. 5-ya Malaya Liniya, 27A, 0; e-mail: naugolnovaia@mail.ru).

**УДК 338.46**
**JEL classification: O17, O21, O25**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-15**

# Разработка сервисных моделей в отрасли нефтегазового машиностроении и на рынке строительных материалов для цифровизации сервиса в условиях западных санкций[1]

*А. А. Панчайкин [а)], Е. Г. Калабина [б)]*

[а, б)] Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург, Россия).

[а)] https://orcid.org/0009-0009-0805-8227

[б)] https://orcid.org/0000-0002-3952-7665

Автор для корреспонденции: А. А. Панчайкин (Ekts66@mail.ru).

**Аннотация.** *В статье изучены аспекты сервисного моделирования в отраслях, а также дана оценка санкционного влияния на развитие процессов сервитизации на различных отраслевых рынках. Рассмотрены модели сервиса как ключевые элементы построения информационного обеспечения деятельности предприятий в части оказания ими производственных, монтажных, проектных и других услуг. Изучены вопросы сервитизации на рынке нефтегазового машиностроения и на рынке строительных материалов. Проанализированы конкретные механизмы влияния санкций на процессы и операции сервиса. Показана зависимость увеличения функций сервиса при уменьшении числа обслуживающих компаний, приходящихся на российские сервисные организации.*

**Ключевые слова:** сервис; сервитизация; санкции; санкционное влияние

[1] © Панчайкин А. А., Калабина Е. Г. Текст. 2024.

# Development of service models in the oil and gas engineering industry and in the construction materials market for the digitalization of service in the context of Western sanctions

*A. Panchaykin [a], E. Kalabina [b]*

[a, b] Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (Ekaterinburg, Russia).

[a] https://orcid.org/0009-0009-0805-8227

[b] https://orcid.org/0000-0002-3952-7665

Corresponding author: A.Panchaykin (Ekts66@mail.ru).

**Abstract.** *The article examines aspects of service modeling in industries, as well as an assessment of the sanctions impact on the development of servitization processes in various industry markets. The author of the article considers service models as key elements of building information support for the activities of enterprises in terms of their provision of production, installation, design, etc. services. The author of the article examines the issues of easement in the oil and gas engineering market and in the construction materials market. The specific mechanisms of the impact of sanctions on the processes and operations of the service are analyzed. The dependence of the increase in service functions with a decrease in the number of service companies belonging to Russian service organizations is shown.*

**Keywords:** service; servitization; sanctions; sanctions influence

## *Введение*

Вопросы санкционного влияния на экономику России активно исследуются отечественными учеными. В. Катасонов (2023) и К. Паршев (2015) изучают в своих трудах влияние западных санкций на российскую экономику, К.Ю. Татаров (2022), Е.С. Куртбедина и И.В. Котляревская (2022) анализируют деятельность отраслей российской экономики, наиболее пострадавших от санкционного воздействия. В данной статье мы коснемся санкционных проблем в нефтегазовом машиностроении и отрасли строительных материалов.

В статье рассмотрим вопросы информационного обеспечения сервисных процессов, вопросы формирования цифровых платформ для оказания услуг крупными машиностроительными предприятиями и предприятиями, производящими строительные материалы. Особенно актуальной данная проблема становится в связи с уходом с рынка значительного количества нефтесервисных компаний с иностранными информационными продуктами. Это также актуализирует вопросы формирования отечественных информационных систем управления заявками на сервис, интегрированных продуктов и т. д.

### *Основная часть*

Нефтегазовое машиностроение и сервис бурового оборудования в санкционном механизме Запада стоят особняком. Западные компании не хотят лишаться дешевых российских энергоносителей, поэтому они, с одной стороны, уходят, а с другой — сохраняют свое присутствие через китайские и корейские компании. По оценкам экспертов, восстановление сервиса нефтегазового оборудования произойдет не ранее 2025 г., когда освободившуюся нишу смогут занять российские и азиатские игроки. Главная особенность сервиса нефтегазового оборудования в России — ощутимое присутствие зарубежных игроков. Так, на долю компаний Halliburton, Weatherford, Schlumberger и Baker Huges до введения международных санкций по разным оценкам приходилось до 18–20 % российского рынка. После введения ограничений эти игроки начали уходить из России из-за прямых запретов на работу на глубоководных и сланцевых месторождениях, а также по политическим причинам. Российские сервисные компании в свою очередь сегодня не могут занять эту нишу, поскольку преимущественно используют для бурения и проведения сейсмических работ старое оборудование, которое давно не обновлялось.

В настоящее время сервисная деятельность в нефтегазовом машиностроении сводится к проведению комплекса работ по сборке и вводу в эксплуатацию буровой установки, диагностике и контролю технического состояния. При оценке деятельности предприятий нефтегазового машиностроения мы руководствовались анализом деятельности ООО «Уралмаш-Техсервис». При выполнении комплекса сервисных операций предполагается выполнение следующих видов работ:

1) ввод в эксплуатацию (приемо-сдаточные испытания);
2) контроль и диагностика технического состояния;
3) периодическое и текущее техническое обслуживание;
4) текущий ремонт.

Контроль перед использованием. Внешний осмотр сборочных узлов и комплектующих изделий буровой установки, включающий главным образом визуальный контроль технического состояния элементов установки, проверку комплектности основных составных частей установки, проверку заправки изделия эксплуатационными расходными материалами (смазочными, регистрационными материалами, жидкостями, газами и т. п.) и отсутствия их утечки, просачивания и т. д., проверку исходных положений органов управления, устройств контроля и сигнализации, четкость их сра-

батывания, проверку подключения и исправности средств заземления контрольные операции, специфические для данного вида буровой установки (установка кустового бурения, мобильная буровая установка), позволяющие определить допустимость приемо-сдаточных испытаний. В текущих условиях приемо-сдаточные испытания предполагают выполнение комплекса работ по контрольной сборке буровой установки. Данные работы состоят из действий по монтажу и наладке основных узлов бурового оборудования, а также запуску оборудования в опытную эксплуатацию.

С точки зрения комплектации узлов установки в настоящее время в связи с уходом западных компаний наблюдается процесс замещения данных игроков российскими и китайскими производителями. Это касается АСУ ТП буровых установок, вибросита, центрифуг и других важнейших узлов установки (Паршев, 2015).

Текущий контроль технического состояния буровой установки выполняется специалистами эксплуатирующих организаций совместно (при участии) специалиста ООО «Уралмаш-Техсервис», закрепленного за соответствующей компанией-заказчиком:

1) операции контроля технического состояния перед использованием предполагают выполнение наружного и внутреннего осмотра основных составных частей установки (без разборки) проверка действия основных механизмов, приводов, долот, буров, трубопроводной системы и другой контроль функционирования установки в целом при выполнении им основной части или всех функций;

2) другие контрольные операции, специфические для данного вида буровой установки; измерительный контроль основных технических характеристик работы установки с регистрацией результатов при входном контроле.

В современных условиях (при отсутствии специалистов западных компаний) специалисты ООО «Уралмаш-Техсервис» вынуждены проходить дополнительное обучение работе с системами АСУ ТП буровых установок либо обеспечивать переход на применение контроллеров китайского производства.

Плановый контроль технического состояния:

1) операции текущего контроля контроль состояния всех узлов, деталей, механизмов, подверженных износу и старению, при необходимости сопровождающийся частичной разборкой установки; выявление наличия видимых повреждений покрытий, следов коррозии, нарушения герметизации, уплотнений, течей магистралей и трубопроводов и т. п.; осмотр и проверка действия всех защитных устройств, блокировок, экранов, ограждений, защитных стекол и т. д.;

2) осмотр и проверка комплектности оборудования, съемных приспособлений и комплекта ЗИП проверка наличия, состояния и ведения эксплуатационной документации;

3) измерительный контроль основных технических характеристик установки с регистрацией результатов; другие контрольные операции, обусловленные спецификой работы установки, указанные в эксплуатационной документации.

Операции планового контроля требуют от специалистов ООО «Уралмаш-Техсервис» в современных условиях более высокой квалификации, т. к. теперь необходимо выполнять более широкий комплекс операций и работ, которые ранее выполнялись специалистами представительств и филиалов западных производителей, прежде всего электротехнической продукции.

Ремонт охватывает комплекс работ по восстановлению работоспособности или исправности буровых установок. Бывают следующие виды ремонта буровой техники:

1) текущий ремонт — для всех буровых установок, проводится в рамках комплексного технического обслуживания;

2) средний ремонт и / или капитальный ремонт — для отдельных групп комплектующих изделий и сборочных единиц установки (например, капитальный ремонт циркуляционной системы).

Средний ремонт является плановым видом ремонта, выполняемым для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса установки путем замены или восстановления его составных частей (Фэн и др., 2021).

Капитальный ремонт является плановым видом ремонта, выполняемым после выработки установленного срока службы или ресурса, если по результатам оценки технического состояния буровой установки решается, что восстановление работоспособности средним ремонтом технически невозможно. Виды ремонтных работ определяются согласно акту технического осмотра состояния буровой установки (составляется перечень работ).

В связи с сокращением количества сервисных организаций, которые ранее действовали на рынке, ООО «Уралмаш-Техсервис» в комплексе с ООО «Уралмаш Нефтегазовое Оборудование Холдинг» ведут активную работу по расширению операций обслуживания бурового оборудования.

В ходе анализа были выявлены группы процессов в сервисном центре ООО «Уралмаш-Техсервис», которые были нами классифицированы (по модели М. Портера) на три группы (без процессов развития) — на процессы управления (управленческие процессы),

основные процессы (сервисные процессы), обеспечивающие процессы (вспомогательные) (Cenamor et al., 2017).

Классификация процессов дает возможность дифференцировать процессы и проводить их дальнейшую декомпозицию, в нашем анализе декомпозиция была осуществлена на три уровня. Кроме того, нами предложена кодировка процессов с возможностью ее последующего использования для целей управления и планирования деятельности (Пало и др., 2019; Фэн и др., 2021). В основе классификации лежит разделение всех видов основных процессов в ООО «Уралмаш-Техсервис» на 6 групп (что соответствует нормативным документам, регламентирующим деятельность в нефтегазовом машиностроении) (Азиева и др., 2023):

1) ввод в эксплуатацию и приемо-сдаточные испытания;
2) контроль технического состояния;
3) техническое обслуживание;
4) ремонт буровой техники;
5) диагностика буровой техники и выдача экспертных заключений;
6) выполнение функций генподрядчика.

Каждый из сервисных процессов фактически связан с типом, видом и конкретной буровой установкой. Буровая техника в данном аспекте разделяется на установки кустового бурения, мобильные буровые установки, циркуляционные системы, буровые вышки (в т. ч. мачты и т. д.). Последующая классификация связана с разделением буровой техники по сборочным узлам и комплектующим элементам. Поэтому данная связь между видом процесса / операции сервиса и видом и конкретной позицией буровой техники может стать основой построения системы учета, когда последний ведется и по кодам процессов / операций, и по кодам типов / видов / конкретных позиций бурового оборудования.

Необходимость получения массива статистической информации вызвана задачей понять, какие процессы / операции осуществляются чаще, с какой частотой, а также какие типы / виды / позиции бурового оборудования чаще всего (и с какой частотой) выходят из строя, ремонтируются и обслуживаются ООО «Уралмаш-Техсервис».

Техническое обслуживание, в отличие от ремонта, производится при рабочем состоянии. Техническое обслуживание позволяет увеличить сроки эксплуатации изделий буровой техники, использовать ее с максимальной эффективностью, резко снизить вероятность отказов (Галушко и др., 2022). Техническое обслуживание относится к важным составным частям процесса эксплуатации бу-

рового оборудования и является обязательным условием ее безопасного и эффективного применения в целях бурения.

Анализ функционала ООО «Уралмаш-Техсервис» показал, что управленческие функции не закреплены за конкретными управленцами, управленческий функционал размыт. Функции управления выполняет не только управленческий персонал, но также специалисты по сервису и представители других организаций. Нет специализации управления, практически все сотрудники сервиса выполняют общие управленческие функции. Соответственно, заметно отсутствие иерархического подхода в управлении, что приводит к стихийности управления. Управление децентрализовано настолько, что ограничивается выполнением преддоговорной, договорной и тендерной работ, это препятствует выполнению функций развития и реализации традиционных функций управления, таких как планирование, контроль, координация, мотивация.

Существующий мотивационной механизм не стоит оценивать как некорректный. Мотивация в части применения сдельной оплаты труда в средних ремонтах (31 коп. на 1 руб. реализованной продукции) однозначно способствует повышению производительности конкретных исполнителей. Однако само представление и методика применения мотивационных инструментов громоздки и методически сложны, хотя работа по трансформации системы мотивации уже активно ведется.

Проблемой остается недостаточный контроль специалистов организации на местах со стороны работников центрального аппарата управления, в т. ч. с точки зрения развития, т. е. не решаются вопросы расширения объемов технического обслуживание, разъяснения электромеханикам их места в организации, реализации инструментов нематериальной мотивации и неразвитость механизмов управленческой коммуникации.

Управление в сервисе бурового оборудования, в силу сокращения числа специалистов (в т. ч. западных компаний), сегодня носит авральный характер и ориентировано на аварийные ремонты, при этом действия планово-предупредительного характера скорее отсутствуют. В большой степени организация сервиса при наличии санкций ориентирована на выполнение внеплановых процессов. Это негативно сказывается на деятельности в области сервиса нефтегазового оборудования, т. к. сложно прогнозировать возникающие ремонты. В силу высокой степени дифференциации буровой техники, внепланового характера ремонтов, ремонт «по ситуации» преобладает над ремонтом по результату осмотра.

Также это отягощается длительным сроком эксплуатации бурового оборудования. В связи с этим данная управленческая проблема является комплексной проблемой и производителей бурового оборудования, и эксплуатирующих организаций, и сервисных компаний.

Анализируя рынок строительных материалов, мы приходим к выводу о развитии сервитизации со стороны крупнейших производителей строительных материалов в условиях санкций, которые обеспечивают процессы сопровождения своих продуктов в строительных компаниях.

Сервитизация на рынке строительных материалов — это стратегия, в рамках которой компания предлагает не только продукт (например, строительные материалы), но и дополнительные услуги и сервисы для улучшения опыта потребителей. Данная стратегия может включать в себя консультирование по выбору материалов, помощь в расчете необходимого количества материалов, доставку и монтаж, гарантийное обслуживание и т. д.

Сервитизация позволяет компании развиваться на рынке, привлекать больше клиентов и удержать их, а также увеличить доходы за счет предоставления дополнительных услуг. Кроме того, это способ повысить лояльность клиентов, т. к. они ценят не только качество продукта, но и качество обслуживания. Сервитизация может быть эффективным инструментом для компаний на рынке строительных материалов, помогая им улучшить свою конкурентоспособность и удовлетворить потребности потребителей (Попов, 2015).

В большинстве компаний, осуществляющих производство строительных материалов, расширяется система клиентского сервиса за счет трех ключевых направлений диверсификации сервиса:

1) в области проектирования объектов ПГС и ИЖС;

2) в области строительства объектов ПГС и ИЖС;

3) в области эксплуатации объектов ПГС и ИЖС.

Санкции привели к значительным негативным тенденциям в российской строительной отрасли:

1) снижение спроса на первичное жилье и новое строительство, что связано со снижение доходов населения;

2) недостаток квалифицированного персонала;

3) нехватка строительных ресурсов;

4) нарушение логистики и цепочек поставок;

5) недостаточное обеспечение импортным оборудованием, значительное удорожание строительных материалов, а также топлива.

Исходя из состояния современных сервисных систем в проанализированных процессах, видна необходимость формирования онлайн-платформ для развития отраслевого бизнеса.

Цифровизация сервиса в условиях западных санкций представляет собой значительный вызов для компаний в отраслях нефтегазового машиностроения и строительных материалов. В связи с этим разработка сервисных моделей становится ключевым инструментом для обеспечения конкурентоспособности и устойчивости бизнеса.

В случае нефтегазового машиностроения можно рассматривать модели перехода к цифровым сервисам, таким как мониторинг и диагностика оборудования в реальном времени, управление производственными процессами через Интернет, а также использование аналитических инструментов для оптимизации эффективности и снижения издержек. Эти сервисы могут быть предложены как платные услуги или включены в общий пакет поставки оборудования.

В отрасли строительных материалов компании могут разработать сервисные модели, основанные на цифровых платформах для управления заказами, инвентаризацией и логистикой. Также возможно внедрение систем умного дома и цифровых технологий для повышения энергоэффективности и безопасности строительства.

Для успешной цифровизации сервиса в условиях санкций компании должны уделить особое внимание кибербезопасности и защите данных. Кроме того, важно учитывать специфику рынка и потребностей клиентов при разработке и внедрении новых сервисных моделей.

Таким образом, разработка сервисных моделей на основе цифровых технологий может стать ключевым фактором для успешной адаптации к новым реалиям рынка и обеспечения конкурентоспособности в условиях западных санкций.

### *Заключение*

На наш взгляд, для преодоления последствий антироссийских санкций целесообразно обеспечить следующие решения:

1) разработка компонентов для производства всех видов отделочных материалов в широком ценовом диапазоне, включая лакокрасочную продукцию, цемент и др.;

2) создание предприятий полного цикла по производству необходимого инженерного и строительного оборудования в связке с процессами технического обслуживания;

3) создание уникальной информационной платформы для проектирования и управления инженерными системами.

### *Список источников*

Азиева, Р. Х., Таймасханов, З. Х., Хлебников, К. В. (2023). Экономические исследования и анализ развития нефтегазового комплекса. *Вестник евразийской науки, 15* (1). https://esj.today/PDF/66ECVN123.pdf (дата обращения: 01.06.2024).

Галушко, М. В., Спешилова, Н. В. Веревкин, В. А. (2022). Нефтегазовый сервис в структуре нефтегазовой отрасли, как необходимый ресурс повышения инвестиционной привлекательности нефтегазовой промышленности. *Вестник евразийской науки, 14* (2). https://esj.today/PDF/09ECVN222.pdf (дата обращения: 01.06.2024).

Катасонов В. (2023). *Платежный баланс РФ по итогам 11 месяцев. И кое-что о статистической «алхимии».* https://reosh.ru/valentin-katasonov-platezhnyj-balans-rf-po-itogam-11-mesyacev-i-koe-chto-o-statisticheskoj-alximii.html (дата обращения: 13.11.2024).

Кохтамяки, М., Эйнола, С., Рабетино, Р. (2020). Изучение сервитизации через призму парадокса: копирование практик сервитизации. *Международный журнал экономики производства, 226,* 1–15.

Куртбедина, Е. С., Котляревская, И. В. (2022). Тенденции на рынке строительной отрасли в условиях санкционного режима и импортозамещения. *Трансформация функций маркетинга и УП в условиях санкций и импортозамещения, 1,* 156–167.

Морган, Т., Анохин, С. А., Винсент, Дж. (2019). Разработка новых услуг производственными фирмами: последствия участия клиентов в чрезвычайных экологических ситуациях. *Журнал бизнес-исследований, 104,* 497–505.

Российский рынок бурового оборудования: прогноз до 2030 года, ключевые вызовы и тенденции. https://www.rogtecmagazine.com/rpi-российский-рынок-бурового-оборудова/?lang=ru (дата обращения: 01.06.2024).

Пало, Т., Акессон, М., Лёфберг, Н. (2019). Сервитизация как оспаривание бизнес-модели: практический подход. *Журнал бизнес-исследований, 104,* 486–496.

Паршев, А. (2015). *Санкции Запада и ответы России.* Москва: ИД «Алгоритм», 256.

Попов, А. (2015). Подъем с переворотом. *Эксперт-Сибирь, 28,* 13–14.

Сенамор, Дж., Сьодин, Д. Р., Парида, В. (2017). Принятие платформенного подхода в сфере обслуживания: использование преимуществ цифровизации. *Международный журнал экономики производства, 192,* 54–65.

Татаров, К. Ю. (2022). Строительный бизнес России в период экономических санкций. *Строительство. Новые технологии, новое оборудование, 10,* 54–57.

Фэн, К., Цзян, Л., Ма, Р., Бай, К. (2021). Стратегия сервитизации, производственные организации и эффективность фирмы: теоретическая основа. *Журнал бизнеса и промышленного маркетинга, 36,* 1909–1928.

## *References*

Cenamor, J.; Sjodin, D.R.; Parida, V. (2017). Adopting a platform approach in servitization: Leveraging the value of digitalization. *International Journal of Production Economics, 192,* 54–65.

Features of the activities of oilfield service companies URL: https://naukovedenie.ru/PDF/69EVN515.pdf (date of application: 06/01/2024) (In Russ.)

Features of the drilling equipment market in Russia URL: http://www.marketing-services.ru/imgs/goods/986/rynok_stankov_buren.pdf (date of application: 06/01/2024) (In Russ.)

Feng, C., Jiang, L., Ma, R., Bai, C. (2021). Servitization strategy, manufacturing organizations and firm performance: A theoretical framework. *Journal of Business and Industrial Marketing, 36,* 1909–1928.

Katosonov, V. *The balance of payments of the Russian Federation for 11 months* [Electronic resource]. The economy of modern Russia. – URL: https://reosh.ru/valentin-katasonov-platezhnyj-balans-rf-po-itogam-11-mesyacev-i-koe-chto-o-statisticheskoj-aliximii.html (date of reference: 11.13.2024). (In Russ.)

Kohtamäki, M., Einola, S., Rabetino, R. (2020). Exploring servitization through the paradox lens: Copying practices in servitization. *International Journal of Production Economics, 226,* 1–15.

Kurtbedina, E. S., Kotlyarevskaya, I. V. (2022). Trends in the construction industry market under the conditions of the sanctions regime and import substitution // *Transformation of marketing and management functions in the context of sanctions and import substitution, 1,* 156–167. (In Russ.)

Morgan, T.; Anokhin, S.A.; Wincent, J. (2019). New service development by manufacturing firms: Effects of customer participation under environmental contingencies. *Journal of Business Research, 104,* 497–505.

Oil and gas sector: key indicators URL: http://vygon.consulting/upload/iblock/036/vygon_consulting_russian_oil_industry_outlook_2014_p1.pdf (date of application: 01.11.2024) (In Russ.)

Palo, T., Akesson, M., Löfberg, N. (2019). Servitization as business model contestation: A practice approach. *Journal of Business Research, 104,* 486–496.

Parshev, A. (2015). *Western sanctions and Russia's responses.* M.: ID «Algorithm», 256. (In Russ.)

Popov, A. (2015). Rise with a coup. *Expert-Siberia, 28,* 13–14. (In Russ.)

Tatarov, K. Yu. (2022). The construction business of Russia during the period of economic sanctions. Construction. *New technologies, new equipment, 10,* 54–57. (In Russ.)

**Панчайкин Александр Александрович** — аспирант, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина; https://

orcid.org/0009-0009-0805-8227 (Российская Федерация, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19; Ekts66@mail.ru).

**Калабина Елена Георгиевна** — доктор экономических наук, профессор, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина; https://orcid.org/0000-0002-3952-7665 (Российская Федерация, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19; e-mail: kalabina@mail.ru).

**Aleksandr A. Panchaykin** — postgraduate student at the Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin; https://orcid.org/0009-0009-0805-8227 (Studentskaya str., Yekaterinburg, 620066, Russian Federation; e-mail: Ekts66@mail.ru).

**Elena G. Kalabina** — Doctor of Economic Sciences, professor. Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin; https://orcid.org/0000-0002-3952-7665 (Studentskaya str., Yekaterinburg, 620066, Russian Federation; e-mail: kalabina@mail.ru).

**УДК 338.433**
**JEL O14, L16**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-16**

# Структурно-технологическая трансформация промышленности: оценка по профилю цифровизации[1]

*А. О. Пономарева*

Институт экономики Уро РАН (г. Екатеринбург, Россия).
https://orcid.org/0000-0003-0525-7115

Автор для корреспонденции: А. О. Пономарева (ponomareva.ao@uiec.ru)

**Аннотация.** *Несмотря на то, что Россия не является одним из мировых лидеров по производству цифровых технологий, она имеет большие перспективы по их применению в обрабатывающем производстве. Объектом исследования выступает промышленность, рассмотренная как система взаимодействующих предприятий. Предмет исследования — структурные преобразования промышленности в технологической сфере по профилю цифровизации. Использована авторская методика оценки структурных сдвигов по различным профилям трансформации. В статье проведена оценка интенсивности структурных преобразований по отдельным показателям использования ИКТ, доступным за период с 2005 по 2022 годы. Установлено, что наибольшая скорость прогрессивной цифровой трансформации характерна для периода до 2015 года, для 2015–2019 годов характерны стабильность и отсутствие значимых структурных изменений. Начиная с 2020 года можно отметить негативные тенденции в области цифровой трансформации промышленности, что выражается в снижении ряда структурных показателей использования цифровых технологий промышленными организациями. Выделяются причины замедления и отсутствия положительных ожидаемых эффектов от цифровизации для экономики, среди которых высокие расходы на внедрение и переоснащения производства, кадровый дефицит в сфере IT, импортозависимость и др.*

**Ключевые слова:** промышленность; структурная трансформация; цифровизация; структурный сдвиг; регрессивные изменения

[1] © Пономарева А. О. Текст. 2024.

## Structural and technological transformation of industry: assessment by the digitalization profile

*A. Ponomareva*

Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Yekaterinburg, Russia).
https://orcid.org/ 0000-0003-0525-7115

Corresponding author: A. O. Ponomareva (ponomareva.ao@uiec.ru)

**Abstract.** *The article considers the topic of digitalization of its industries, which is relevant for the Russian economy. Although Russia is not one of the world leaders in the production of digital technologies, it has great prospects for their application in the real sector of the economy, namely in manufacturing. The object of the study is industry, considered as a system of interacting enterprises. The subject of the study is structural transformations of industry in the technological sphere according to the digitalization profile. The author's methodology for assessing structural shifts in various transformation profiles is used. The study assessed the intensity of structural transformations according to individual indicators of ICT use available for the period from 2005 to 2022. As a result, it was found that the highest rate of progressive digital transformation is characteristic of the period before 2015, the period from 2015 to 2019 is characterized by stability and the absence of significant structural changes. And starting from 2020, negative trends in the field of digital transformation of industry can be noted, which is expressed in a decrease in a number of structural indicators of the use of digital technologies by industrial organizations. The reasons for the slowdown and the lack of positive expected effects of digitalization for the economy are highlighted. Among them: high costs of implementation and re-equipment of production, personnel shortage in the IT sector, import dependence, etc.*

**Keywords:** industry, structural transformation, digitalization, structural shift, regressive changes

### *Введение*

Несомненно, что разработка и внедрение новых идей, коммерциализация и реализация их в виде технологий, используемых в реальном секторе экономики, становятся основным источником роста производства, повышения занятости, увеличения реальных инвестиций в экономику, повышения качества выпускаемой продукции. Мировой промышленный сектор в большей степени становится наукоемким и связанным с инновационными процессами. Ключевым технологическим трендом современного этапа мирового развития является цифровизация всех видов экономической деятельности.

В настоящее время в области цифровизации важнейшими являются такие ключевые инновации, как искусственный интеллект, Интернет вещей, беспроводная связь, технологии виртуальной и дополненной реальности, новые производственные технологии (робототехника). Хотя Россия и не является одним из мировых лидеров по производству отмеченных технологий, она имеет большие перспективы по их применению в реальном секторе экономики. В новейших стратегических документах достижение технологического суверенитета в обрабатывающем производстве провозглашено как ключевой приоритет экономического развития, и цифровизация в достижении этой задачи имеет важнейшее значение[1].

Цифровая трансформация — это новый тренд инновационного развития бизнеса. По данным НИУ ВШЭ, в 2022 г. организации вложили 142,1 млрд руб. в разработку и приобретение программного обеспечения и баз данных, связанных с инновационной деятельностью (в постоянных ценах +98 % к уровню 2021 г., что указывает на усиление перестройки информационных систем и бизнес-процессов). Среди осуществленных за последние три года процессных инноваций превалирует внедрение общих для организации новых методов обработки и передачи информации (31,6 % организаций) (Абашкин и др., 2024).

Устойчивость развития промышленных предприятий сегодня во многом зависит от уровня готовности и надежности российской цифровой инфраструктуры и наличия программного обеспечения. Поэтому исследование динамики использования цифровых технологий в промышленности может свидетельствовать об уровне цифровой трансформации, т. е. качественных изменения в отрасли.

### *Обзор литературы*

В настоящем исследовании промышленность рассматривается как система промышленных предприятий, взаимосвязанных между собой кооперационными связями, территориальной общностью страны, общей инфраструктурой и институциональной сре-

[1] Распоряжение Правительства РФ от 07.11.2023 г. № 3113-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности». ЮИС Легалакт: сайт. https://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-pravitelstva-rf-ot-07112023-n-3113-r-ob-utverzhdenii/ (дата обращения: 12.12.2024); Распоряжение Правительства РФ от 6 июня 2020 г. № 1512-р Об утверждении Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности РФ до 2024 г. и на период до 2035 г. Гарант.ру: сайт. https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74142592/ (дата обращения: 12.12.2024).

дой, целью которых является добыча природного сырья, обработка и производство различных категорий товара для удовлетворения внутреннего и внешнего спроса страны. Промышленность — это открытая динамическая экономическая система, которая находится в постоянной взаимосвязи с социальной средой, другими секторами экономики, наукой и образованием.

Как любая система, промышленность находится в постоянной трансформации, которая проявляется в различных качественных изменениях ее структуры. Прежде всего, новое качество отражается в применяемых технологиях. Сдвиги различной природы, в т. ч. в технологической структуре, являются необходимым условием развитием промышленности. Однако не надо забывать, что они могут носить как прогрессивный, так и регрессивный характер.

На сегодняшний день существует множество методик оценки структурных сдвигов. Наиболее распространены три группы методов — это методы математического моделирования (эконометрическое, имитационное и др.), методы на основе межотраслевого баланса и методы математической статистики (интегральные показатели и индексы) (Атаев, 2022). Структурная динамика в общепринятом смысле характеризует состояние системы в определенные моменты времени, отображая динамику изменений пропорций определенных элементов системы. В промышленной системе основными элементами выступают промышленные предприятия, поэтому структурные сдвиги здесь могут выражаться в изменении удельных весов предприятий в общей совокупности с различных сторон их специфики и характеристик, в зависимости от целей анализа. Прежде всего, это отраслевая специализация, размер предприятия, технологический уровень.

Структурно-технологическая трансформация понимается в общепринятом в экономической науке смысле как изменение отраслевых и технологических пропорций промышленной системы. В использованном авторском подходе к оценке структурно-технологической трансформации целью является выявление именно качественных изменений в структуре промышленности. Структура промышленности не является статичной, претерпевает трансформации под влиянием внешних и внутренних факторов, ее развитие выражается в качественных изменениях, изменении пропорций ее элементов или структурными сдвигам. Кроме того, перманентные структурные изменения и сдвиги являются необходимым условием экономического развития.

Совершенствование организационных и технологических процессов на производственных предприятиях, снижение издержек

производства в современных условиях невозможно без внедрения в деятельность компаний технологических и организационных инноваций, в т. ч. внедрения цифровых технологий в технологические и организационные процессы. Поэтому трансформация промышленности и оценка качественного перехода на цифровые технологии являются актуальным направлением исследований оценки интенсивности трансформации промышленности, в т. ч. по технологическому профилю цифровизации. Цифровые технологии являются важным структурным фактором развития всей экономики, но для промышленности оно имеет особое значение. Поскольку именно материальное производство обеспечивает традиционную занятость на промышленных предприятиях, формирует спрос на инновации, на высококвалифицированную рабочую силу, концентрирует основную долю частных инвестиций в сфере НИОКР.

Несомненно, что на сегодняшний день главным фактором смены технологических укладов является глобальный тренд развития цифровой экономики. Формирование единого цифрового пространства способствует развитию сетевых взаимодействий, а также трансформирует процессы взаимоотношений между участниками цепочки по созданию добавленной стоимости.

Цифровизация промышленности является как актуальной задачей государства при проведении промышленной политики, так и вопросом выживания, повышения рентабельности и конкурентоспособности самих промышленных предприятий. Распространение цифровизации необратимо и повлечет за собой структурные сдвиги в экономике в целом и в промышленности в частности (Сухарев, 2021; Яковлева, 2020; Скобелев, 2020; Дмитриева, 2023).

Преимущества цифровизации выражаются, прежде всего, в оптимизации бизнес-процессов (Матюшкина, 2023). С другой стороны, все больший переход организационных и производственных процессов в виртуальное пространство влечет за собой изменение моделей ведение бизнеса, создает определенную зависимость как от цифровых технологий, так и от цифровых платформенных площадок (Strielkowski et al., 2023). Платформизация цифрового пространства в общем виде представляет новую модель рынков и сетевых взаимоотношений как производителей, так и потребителей.

Структурные изменения в промышленности под влиянием ее цифровой трансформации представляют собой существенные изменения ее качественных показателей, началом которых чаще всего служат кратные изменения количественных показателей деятельности предприятия (доля оцифрованных операций, инвести-

ции в использование ИКТ и пр. (Селиверстова и др., 2023)). Помимо цифровизации промышленности сегодня на развитие промышленности влияют многие другие мировые технологические тренды[1].

### *Материалы и методы*

Среди различных профилей, в разрезе которых происходят структурные преобразования в промышленности, в настоящей статье выделяется профиль цифровой трансформации. Качественные изменения в промышленности под влиянием этого тренда будут выражаться в формировании новых экономических отношений предприятий, сокращении длинных цепочек посредников. Использование Интернета и информационно-коммуникационных технологий в промышленности ускоряют связи между компаниями, банками, органами власти и потребителями, упрощаются сделки купли-продажи, получения кредитов, аренды, уплаты налогов и штрафов и других платежей. Тем самым компании получают огромные возможности для сокращения трансакционных издержек. Однако на начальном этапе модернизации и цифровизации производства, его перехода на новые передовые технологии, предприятия несут огромные издержки, прежде всего на поиск новых технологических решений, их адаптацию и внедрение в свой производственный процесс, поиск новых специалистов, переквалификацию и реорганизацию кадрового потенциала (Пономарева, 2019).

С этой позиции цифровизация, т. е. все более массовое распространение и использование цифровых технологий на промышленных предприятиях, рассматривается как качественные преобразования в структуре промышленности. Министерством цифрового развития утверждена методика оценки цифровой зрелости промышленных предприятий.

В настоящем исследовании оценка профиля цифровой трансформации осуществляется с использованием общепринятых и доступных удельных показателей использования предприятиями персональных компьютеров, серверов, локальных вычислительных сетей, Интернета, специальных программных средств и др.

Важно, что структурные сдвиги могут носить как положительный, так и отрицательный вектор и должны рассматриваться в совокупности за определенный промежуток времени. Структурная

[1] Теленков, Р. (2023). Обзор технологических трендов McKinsey Digital. Цифровая экономика: сайт. https://d-economy.ru/analitic/obzor-tehnologicheskih-trendov-2023-ot-mckinsey-digital/ (дата обращения: 12.12.2024).

трансформация в методике понимается как накопление структурных сдвигов. В исследовании, часть которого отражена в данной статье, категория «структурных сдвиг» рассматривается с позиции интенсивности роста или спада отдельных показателей развития промышленности. используемый методический подход к оценке структурно-технологической трансформации содержит несколько блоков показателей, в т. ч. учет глобального мирового тренда цифровизации.

Оценка проводится по выбранным структурным показателям использования цифровых технологий на основе индекса интенсивности структурного сдвига, который показывает темп прироста удельного веса элемента (1):

$$I = \frac{F_2 - F_1}{F_1} \cdot 100 = \frac{M}{F_1} \cdot 100, \quad (1)$$

где $F_1, F_2$ — значение структурного показателя показатели (доли совокупности) за сравниваемые периоды; $M$ — масса структурного сдвига.

Полученные агрегированные по блоку показателей значения будут свидетельствовать об интенсивности и прогрессивности структурной трансформации промышленности по профилю цифровизации. Также можно оценить скорость структурных сдвигов ($V$) в сравнении по блокам и профилям.

Степень интенсивности сдвигов условно оценивается на основе полученных индексов следующим образом:

— рост показателя за год до 1 % — малые структурные сдвиги;

— рост показателя за год до 5 % — средние структурные сдвиги;

— рост показателя за год от 5 % — интенсивные структурные сдвиги.

Структурная трансформация может быть оценена как совокупный общий эффект накопленных структурных сдвигов, и для ее оценки с этих позиций используется следующая формула, суть которой в возможности суммирования структурного сдвига во времени и способности оценить накопленный эффект структурной трансформации (2):

$$t_{cumulative} = \sum_{i=1}^{N-1} \frac{F_{i+1} - F_i}{F_i}. \quad (2)$$

### *Результаты*

Среди отраслей экономики России в наибольшей степени оцифрованным является финансовый сектор и другие сектора сферы ус-

луг (Абдрахманова и др., 2022a; Абдрахманова и др., 2022b). Также лидером по использованию цифровых технологий в организациях является торговля. Облачные сервисы используют более трети (38,3 %) торговых организаций. Для сравнения в промышленности этот показатель несколько ниже и составляет только 27 % от всех обследованных организаций. На это также указывают и показатели доли внутренних затрат организаций на создание, распространение и использование цифровых технологий по видам экономической деятельности. В сфере услуг доля затрат на создание и распространение цифровых технологий превышает показатели промышленности (рис. 1).

Рассмотрим подробнее специфику использования технологий в организациях промышленных организаций и сферы услуг. В финансовом секторе наибольшее распространение получают технологии сбора, обработки и хранения больших данных. Почти 50 % организаций финансовой сферы используют данные технологии в работе, что выше среднего показателя по экономике в 1,5 раза. На рисунке 2 также видно наибольшее распространение в отрасли финансовых услуг облачных сервисов, цифровых платформ и центров обработки данных.

Для сферы оптовой и розничной торговли характерно развитие в тех же технологических сферах (рис. 3).

На рисунке 4 представлено распространение технологий в отрасли обрабатывающего производства. При наибольшем распростра-

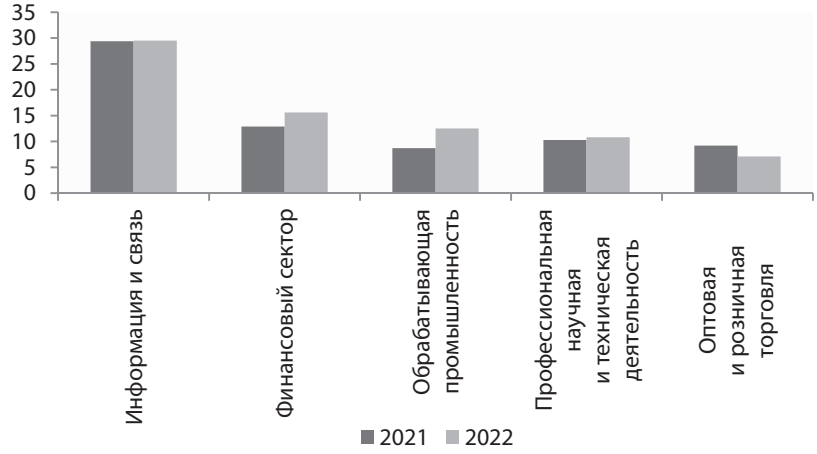



**Рис. 1**. *Доля внутренних затрат организаций на создание, распространение и использование цифровых технологий (источник: сост. по (Абашкин и др., 2024))*




**Рис. 2.** *Использование цифровых технологий в организациях финансового сектора в 2022 г, % (источник: сост. по (Абашкин и др., 2024))*




**Рис. 3.** *Использование цифровых технологий в организациях оптовой и розничной торговли в 2022 г., % (источник: сост. по (Абашкин и др., 2024))*




**Рис. 4.** *Использование цифровых технологий в организациях обрабатывающей промышленности в 2022 г., % (источник: сост. по (Абашкин и др., 2024))*

нении в отрасли технологий больших данных и облачных сервисов следует отметить, что доля использования RFID-технологии превышает общеэкономические показатели практически в два раза. Данная технология представляет собой автоматическую идентификацию объектов, которая позволяет посредством радиосигналов считывать или записывать данные, хранящиеся в RFID-метках. Показатель использования промышленных роботов в отрасли в 2022 г. составляет 19 %, а технологии «Интернет вещей» — 15,6 %.

Приведенные выше данные иллюстрируют картину на момент 2022 г., далее рассмотрим динамику показателей структурной трансформации промышленности в разрезе цифрового технологического развития. В исследовании проведена оценка интенсивности структурных сдвигов по отдельным показателям цифровизации доступным за более длительный период, а именно с 2005 по 2022 гг. На рисунках 5 и 6 приведена динамика структурных показателей использования отдельных цифровых технологий предприятиями обрабатывающей промышленности.

Приведенные данные свидетельствуют, что динамика показателей цифровой трансформации предприятий обрабатывающей промышленности носит нестабильный, изменчивый характер. В наибольшей степени предприятия используют в хозяйственной деятельности компьютеры и программные средства. Важно отметить, что по ряду показателей в последние несколько лет суще-

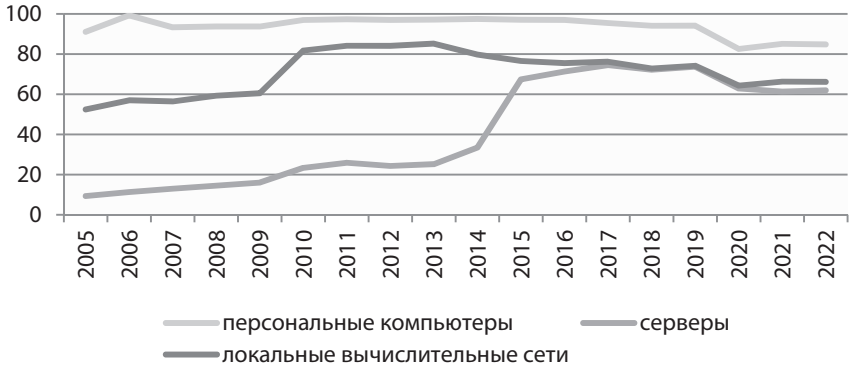



**Рис. 5.** *Динамика показателей по профилю цифровой трансформации промышленности обрабатывающей промышленности (источник: сост. по (Росстат, 2024))*

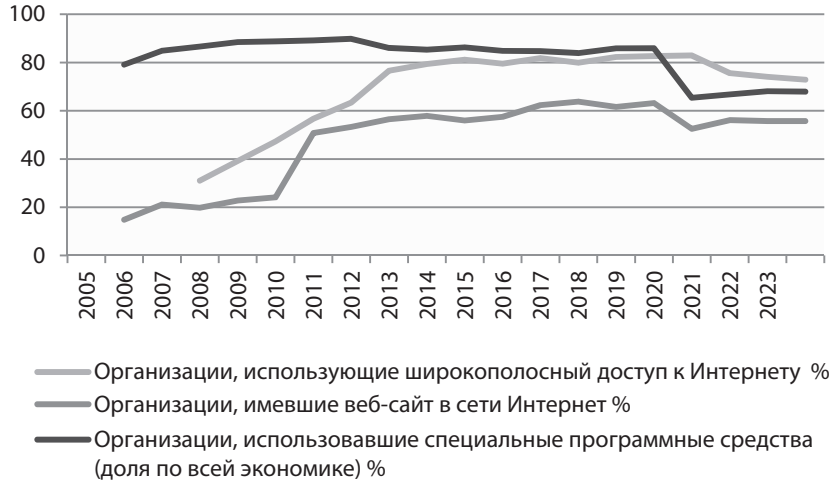



**Рис. 6.** *Динамика показателей по профилю цифровой трансформации промышленности (источник: сост. по (Росстат, 2024))*

ствует отрицательная динамика, что связано с высокой степенью зависимости сферы ИКТ от импорта. Агрегированные показатели позволят оценить состояние в целом по отрасли за период 2005 по 2022 гг. (рис. 7).

Приведенные на рисунке 7 агрегированные результаты рассмотренных показателей структурной трансформации свидетельствуют о краткосрочных ситуационных годовых изменениях. Под структурной трансформацией имеется ввиду накопленный




**Рис. 7.** *Трансформация структуры промышленности по профилю цифровизации (накопленный итог структурных изменений) (источник: сост. автором)*

эффект структурных сдвигов. Наибольшую скорость цифровой трансформации и наличие положительной тенденции можно констатировать в период до 2015 г., период с 2015 по 2019 гг. характеризуется стабильностью и отсутствием значимых структурных изменений. Начиная с 2020 г. отмечаются негативные тенденции в области цифровой трансформации промышленности, что выражается в снижении ряда структурных показателей использования цифровых технологий промышленными организациями. Наибольшую скорость цифровой трансформации можно констатировать в период с 2005 по 2010 гг. В частности, показатели свидетельствуют, что в последние годы сокращается доля промышленных предприятий, использующих серверы и специальные программные средства, имеющих собственный сайт. Доля предприятий, использующих локальные вычислительные сети за период с 2013 по 2022 гг., сократилась с 85,2 % до 66,2 %.

### *Заключение*

Результаты проведенного исследования свидетельствуют, что в экономике России цифровые технологии по-прежнему более распространены в сфере услуг, торговле и финансовой сфере, нежели в промышленности. Однако по отдельным технологиям, таким как Интернет вещей, промышленные роботы, лидерство по использованию все-таки принадлежит промышленному производству.

Мы установили замедление перехода российских промышленных предприятий на использование цифровых технологий, например, по использованию серверов, облачных технологий. В исследо-

вании проведено агрегирование в единый комплексный показатель, который рассматривается как с позиции сравнения с предыдущим периодом, так и как накопленный эффект структурных сдвигов в цифровизации промышленности за период с 2005 по 2022 гг. Данный методический подход позволил установить, что в последние годы имеют место замедление общей цифровой трансформации, а также наличие периодов регрессивных структурных сдвигов.

Причины замедления трансформации могут быть различны и будут раскрыты в дальнейших исследованиях. Российские и зарубежные исследователи выделяют следующие причины замедления и отсутствия положительных ожидаемых эффектов от цифровизации для экономики. Прежде всего, это высокие расходы на внедрение и переоснащения производства, при том эффективность от вложенных средств наступает в будущих долгосрочных периодах. Кадровый дефицит для сферы IT является актуальным довольно долгий период и не может быть быстро решен в краткосрочной перспективе. При цифровизации производственных процессов актуальной задачей является и переподготовка кадров, и последующее обслуживание оцифрованных операций. Импортозависимость и осложнение геополитической ситуации также не могут влиять положительно на исследуемый нами процесс перехода промышленных предприятий на цифровые технологии.

Как рассуждает академический директор программ по цифровой трансформации школы управления «Сколково» Н. Верховский, цифровизация — это не только ответственность IT, для успеха необходима координация и партнерство всех подразделений. Для цифровой трансформации нужна новая организационная структура, а также план встраивания новой цифровой системы в существующую. Сопротивление сотрудников, страхи, недоверие к технологиям цифровизации — результат недостаточной информированности (Верховский, 2024).

### *Благодарности*

Исследование выполнено в соответствии с государственным заданием Института экономики УрО РАН на 2024–2025 гг.

### *Список источников*

Абдрахманова, Г. И., Васильковский, С. А., Вишневский, К. О., Гершман, М. А., Гохберг, Л. М. и др. (2022а). *Цифровая трансформация: ожидания и реальность: докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунарнауч. конф. по*

*проблемам развития экономики и общества.* Москва: Изд. дом Высшей школы экономики.

Абдрахманова, Г. И., Васильковский, С. А., Вишневский, К. О., Гохберг, Л. М. и др. (2022b). *Тенденции развития интернета: от цифровых возможностей к цифровой реальности: аналитический доклад.* Москва: НИУ ВШЭ, 228. https://doi.org/10.17323/978-5-7598-2602-6

Атаев, Д. М. (2022) Оценка структурных сдвигов в экономике промышленного сектора региона. *Вестник Удмуртского университета, 32* (3), 409–417.

Верховский, Н. (2024) *Работа над ошибками: какие просчеты совершает бизнес при цифровой трансформации.* https://www.forbes.ru/tekhnologii/516486-rabota-nad-osibkami-kakie-proscety-soversaet-biznes-pri-cifrovoj-transformacii (дата обращения: 12.12.2024).

Дмитриева, С. В. (2023). Индустрия 4.0 и цифровая трансформация в промышленном комплексе: внедрение современных технологий и инноваций для повышения производительности и конкурентоспособности. *Инновации и инвестиции,* (6), 400–404.

*Использование цифровых технологий организациями по Российской Федерации, субъектам Российской Федерации и видам экономической деятельности* (с 2003 г.). Росстат: сайт. https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 07.10.2024).

Матюшкина, И. А., Серегина, М. Ю. (2023). Цифровая трансформация предприятий обрабатывающей промышленности. *Экономика. Социология. Право, 2* (30), 19–25. 10.22281/2542-1697-2023-02-02-19-25

Пономарева, А. О. (2019). Роль цифровой инфраструктуры в формировании платформы пространственного развития промышленного региона. В *Развитие территориальных социально-экономических систем: вопросы теории и практики: мат-лы XVI науч. практич. конференции молодых ученых* (с. 33–36). Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 289.

Селиверстова, Н. С., Шкутько, О. Н., Григорьева, О. В. (2023). Структурные изменения среднетехнологичных отраслей экономики в условиях цифровой трансформации промышленности. *Russian Journal of Economics and Law, 17* (3), 532–547. 10.21202/2782-2923.2023.3.532-547

Скобелев, Д. О. (2020). Формирование инфраструктуры ресурсно-технологической трансформации промышленности. В *Зеленые кейсы: сборник* (с. 130–143). Москва: Деловой экспресс, 160.

Сухарев, О. С. (2021). Цифровизация и направления технологического обновления промышленности России. *Journal of New Economy, 22* (1), 26–52.

Абашкин, В. Л., Абдрахманова, Г. И., Вишневский, К. О., Гохберг, Л. М. и др. (2024). *Цифровая экономика: краткий статистический сборник. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики».* Москва: ИСИЭЗ ВШЭ, 124.

Яковлева, Н. Г. (2020). Технологические и социально-экономические трансформации начала XXI века: роль и место образования. *Экономическое возрождение России, 2* (64), 133–141.

Strielkowski, W., Akberdina, V., Smirnova, O., Ponomareva, A., Barybina, A. (2023). Types of Digital Industrial Platforms: Case Study of a Gas Company. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation, 61,* 125–140. 10.1007/978-3-031-30351-7_11

## *References*

Abashkin, V. L., Abdrakhmanova, G. I., Vishnevsky, K. O., Gokhberg, L. M. et al. (2024). *Digital economy: a brief statistical digest. Nat. research. University "Higher School of Economics".* Moscow: ISSEK HSE, 124.

Abdrakhmanova, G. I., Vasilkovsky, S. A., Vishnevsky, K. O., Gershman, M. A., Gokhberg, L. M. et al. (2022a). Digital transformation: expectations and reality: report. to the *XXIII Yasinskaya (April) international scientific. Conf. on the Problems of Economic and Social Development*. Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics, 228.

Abdrakhmanova, G. I., Vasilkovsky, S. A., Vishnevsky, K. O., Gokhberg, L. M., et al. (2022b). *Internet Development Trends: From Digital Opportunities to Digital Reality: Analytical Report.* Moscow: National Research University Higher School of Economics. https://doi.org/10.17323/978-5-7598-2602-6

Atayev, D. M. (2022) Assessment of structural shifts in the economy of the industrial sector of the region. *Bulletin of the Udmurt University, 32* (3), 409–417.

Dmitrieva, S. V. (2023). Industry 4.0 and digital transformation in the industrial complex: implementation of modern technologies and innovations to improve productivity and competitiveness. *Innovations and Investments,* (6), 400–404.

Matyushkina, I. A., Seregina, M. Yu. (2023). Digital transformation of manufacturing enterprises. *Economy. Sociology. Law, 2* (30), 19–25. 10.22281/2542-1697-2023-02-02-19-25

Ponomareva, A. O. (2019). The role of digital infrastructure in the formation of a platform for the spatial development of an industrial region. *Development of territorial socio-economic systems: issues of theory and practice: Proceedings of the XVI scientific. practical. conference of young scientists* (p. 33–36). Ekaterinburg: Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 289.

Seliverstova, N. S., Shkutko, O. N., Grigorieva, O. V. (2023). Structural changes in medium-tech sectors of the economy in the context of digital transformation of industry. *Russian Journal of Economics and Law, 17* (3), 532–547. 10.21202/2782-2923.2023.3.532-547

Skobelev, D. O. (2020). Formation of the infrastructure of resource and technological transformation of industry. In the collection: Green cases (p. 130–143). Moscow, 160.

Strielkowski, W., Akberdina, V., Smirnova, O., Ponomareva, A., Barybina, A. (2023). Types of Digital Industrial Platforms: Case Study of a Gas Company. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation, 61,* 125–140. 10.1007/978-3-031-30351-7_11

Sukharev, O. S. (2021). Digitalization and directions of technological renewal of the Russian industry. *Journal of New Economy, 22* (1), 26–52.

*Use of digital technologies by organizations in the Russian Federation, constituent entities of the Russian Federation and types of economic activity* (since 2003). https://rosstat.gov.ru/statistics/science (accessed on 07.10.2024).

Verkhovsky, N. (2024) *Working on mistakes: what miscalculations does business make during digital transformation.* https://www.forbes.ru/tekhnologii/516486-rabota-nad-osibkami-kakie-proscety-soversaet-biznes-pri-cifrovoj-transformacii (accessed on 12.12.2024).

Yakovleva, N. G. (2020). Technological and socio-economic transformations of the early 21st century: the role and place of education. *Economic revival of Russia, 2* (64), 133–141.

**Пономарева Алена Олеговна** — младший научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН; https://orcid.org/0000-0003-0525-7115 (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29; e-mail: ponomareva.oa@uiec.ru).

**Alena O. Ponomareva** — Junior Researcher, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; https://orcid.org/0000-0003-0525-7115 (Russian Federation, 620014, Yekaterinburg, Moskovskaya St., 29; e-mail: ponomareva.oa@uiec.ru).

**УДК 338.2**
**JEL classification: L60, L61**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-17**

# Индустрия 4.0 и Индустрия 5.0 как стратегический ориентир развития металлургии Урала[1]

*О. А. Романова [а)], Д. В. Сиротин [б)]*

[а, б)] Институт экономики УрО РАН (г. Екатеринбург, Россия).

[а)] http://orcid.org/0000-0002-6459-881X

[б)] http://orcid.org/0000-0002-3794-3956

Автор для корреспонденции: Д. В. Сиротин (sirotin.dv@uiec.ru).

**Аннотация.** *Тенденции современного развития отечественной металлургии подтверждают сохранение базовых стратегических ориентиров развития отрасли. В числе таких ориентиров выделяется соответствие технологической базы принципам Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0, учитывающих развитие процессов, связанных с цифровой трансформацией производств. В работе дана характеристика металлургического комплекса Урала, приведены основные производственные параметры его развития за последние годы. Во многом соответствие технологической базы металлургических предприятий современным параметрам развития (в том числе цифровым) определяется степенью использования отдельных передовых производственных технологий. Проведен анализ использования сталеплавильными компаниями Урала передовых производственных технологий, а также выделены области, в рамах которых осуществляется разработка таких технологий уральскими организациями металлургии в целом. Полученные результаты свидетельствуют о возрастающей активности металлургических компаний Урала в использовании технологий, соответствующих современным технологическим принципам, в своих производственных процессах.*

**Ключевые слова:** металлургия Урала; стратегический вектор; Индустрия 4.0; Индустрия 5.0; передовые производственные технологии

[1] © Романова О. А., Сиротин Д. В. Текст. 2024.

# Industry 4.0 and Industry 5.0 as a strategic guideline for the development of Ural metallurgy

*O. Romanova [a], D. Sirotin [b]*

[a, b] Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia).

[a] http://orcid.org/0000-0002-6459-881X

[b] http://orcid.org/0000-0002-3794-3956

Corresponding author: D.V. Sirotin (sirotin.dv@uiec.ru).

**Abstract.** *Trends in the modern development of Russian metallurgy confirm the preservation of basic strategic guidelines. These guidelines include compliance of the technological base with the principles of Industry 4.0 and Industry 5.0, including the processes of digital transformation of production. The characteristics of the Ural metallurgy and the main production parameters of its development in recent years are given. Modern parameters for the development of the technological base of metallurgical enterprises are determined by the degree of use of individual advanced production technologies. An analysis of the use of advanced production technologies by Ural steelmaking companies has been conducted. Areas within which such technologies are being developed by Ural metallurgy organizations as a whole have been identified.*

**Keywords:** metallurgy of the Urals; strategic vector; Industry 4.0; Industry 5.0; advanced production technologies

## *Введение*

В современных условиях развития металлургическая отрасль является одной из сфер экономической деятельности, наиболее сильно подверженной внешним геополитическим и экономическим вызовам и угрозам, в результате влияния которых искусственно обостряется ситуация в самой отрасли. Тенденции развития металлургии в 2020-е гг. связаны с новыми для отрасли и экономики в целом общесистемными изменениями (Тарнавский, 2023). Следствиями этих изменений явилось усиление политического и общественного контроля за хозяйственной деятельностью. На этом фоне в металлургии стран ЕС наблюдается возрастание доли непроизводственных расходов в структуре затрат, в т. ч. экологических платежей и социальных выплат. В структуре себестоимости готовой продукции наблюдается рост оплаты труда.

Влияние государственного сектора на развитие отечественной металлургии и промышленности в целом в этом десятилетии стало проявляться заметно сильнее. Важную роль в этом играет работа представителей отраслей с федеральными фондами и реализация мега-проектов.

Согласно стратегическим задачам развития, в РФ к 2030 г. уровень инвестиций в основной капитал должен вырасти на 60–70 %. Такой рост, по мнению специалистов (Буданов, 2024), возможен при увеличении потребления в стране стали до 80–85 млн тонн в год. Повышенной металлоемкостью обладают производственный сектор экономики и инфраструктура, где предъявляются высокие требования к качеству металла. С этой позиции особый интерес представляют индустриальные регионы страны, среди которых выделяется Урал.

В структуре ВВП России наибольшая доля промышленности (чуть менее 60 %) наблюдается в уральской экономике. К традиционно индустриальным регионам Российской Федерации относятся такие территории Урала, как Свердловская и Челябинская области. В Уральском федеральном округе (УрФО) производится 35,5 % всей отечественной стали и 34 % передельного чугуна. В УрФО выплавляется почти 40 % общего объема российской нержавеющей стали (139,8 тыс. т в 2023 г.) и 36 % прочих легированных сталей (5560 тыс. т). На территории Урала сосредоточены производства стального проката широкой номенклатуры (табл. 1).

Как видно из данных таблицы 1, предприятия Урала обеспечивают две трети (67 %) российского производства стальных незам-

Таблица 1

**Производство основных видов стального проката в натуральном выражении**

| Год | Российская Федерация, тыс. т | в том числе УрФО | |
|---|---|---|---|
| | | тыс. т | темп роста, % |
| Прокат листовой горячекатаный стальной, без дополнительной обработки | | | |
| 2019 | 19136,47 | 7227,22 | — |
| 2020 | 19181,14 | 6766,26 | 93,6 |
| 2021 | 20590,18 | 8240,89 | 121,8 |
| 2022 | 18751,86 | 6628,23 | 80,4 |
| 2023 | 21001,49 | 7535,57 | 113,7 |
| Прокат листовой холоднокатаный стальной, без дополнительной обработки, шириной не менее 600 мм | | | |
| 2019 | 8320,89 | 3193,92 | — |
| 2020 | 7879,97 | 2917,70 | 91,4 |
| 2021 | 8352,71 | 3090,78 | 105,9 |
| 2022 | 7473,76 | 2834,42 | 91,7 |
| 2023 | 8417,17 | 3283,78 | 115,9 |

*Окончание табл. 1 на след. стр.*

*Окончание табл. 1*

| Год | Российская Федерация, тыс. т | в том числе УрФО | |
|---|---|---|---|
| | | тыс. т | темп роста, % |
| Прокат листовой стальной, плакированный, с гальваническим или иным покрытием, и прокат листовой из быстрорежущей и электротехнической стали | | | |
| 2019 | 6279,13 | 2184,96 | — |
| 2020 | 6297,34 | 2103,14 | 96,3 |
| 2021 | 6372,04 | 2188,77 | 104,1 |
| 2022 | 5537,25 | 1983,26 | 90,6 |
| 2023 | 6160,19 | 2314,64 | 116,7 |
| Прокат сортовой и катанка горячекатаные стальные | | | |
| 2019 | 15586,72 | 4829,80 | — |
| 2020 | 16381,13 | 4472,01 | 92,6 |
| 2021 | 18106,64 | 5017,77 | 112,2 |
| 2022 | 16882,71 | 4655,65 | 92,8 |
| 2023 | 18206,33 | 4716,53 | 101,3 |
| Профили незамкнутые горячей обработки стальные, прокат листовой стальной в пакетах и профиль рельсовый для железных дорог и трамвайных путей стальной | | | |
| 2019 | 4929,27 | 3100,33 | — |
| 2020 | 4880,51 | 3055,43 | 98,6 |
| 2021 | 4412,45 | 2841,98 | 93,0 |
| 2022 | 4496,32 | 2882,58 | 101,4 |
| 2023 | 4787,02 | 3196,82 | 110,9 |
| Прокат черных металлов прочий, не включенный в другие группировки | | | |
| 2019 | 13021,00 | 2240,83 | — |
| 2020 | 12955,81 | 2391,17 | 106,7 |
| 2021 | 14365,79 | 2394,48 | 100,1 |
| 2022 | 12381,92 | 1686,31 | 70,4 |
| 2023 | 11321,06 | 542,07 | 32,2 |
| Трубы, профили пустотелые и их фитинги стальные | | | |
| 2019 | 12393,84 | 4106,36 | — |
| 2020 | 10944,18 | 3376,74 | 82,2 |
| 2021 | 11169,45 | 3771,87 | 111,7 |
| 2022 | 12893,14 | 4023,58 | 106,7 |
| 2023 | 13516,49 | 4477,72 | 111,3 |

Источник: сост. по: (Производство основных видов продукции в натуральном выражении с 2017 г. (оперативные данные в соответствии с ОКПД2). Федеральная служба государственной статистики: Управление статистики предприятий. https://fedstat.ru/indicator/57783 (дата обращения: 03.12.2024)).

кнутых профилей горячей обработки, проката листового стального в пакетах и стальных профилей рельсовых для железных дорог и трамвайных путей. Также здесь производится четверть общероссийских объемов стального горячекатаного сортового проката и катанки. Сортамент обрабатываемой давлением стальной продукции предприятий Уральского федерального округа достаточно широк (33 товарных позиции по ОКПД2) и в целом объемен. По большинству приведенных групп проката у предприятий Урала в 2023 г. наблюдался рост производства.

На качественное развитие сталеплавильной отрасли огромное влияние оказывает ферросплавное производство. К основным продуктам ферросплавной промышленности России относятся ферросилиций, ферросиликомарганец, феррохром и ферромарганец, составляющие почти 90 % от общей совокупности производств (рис. 1).

По данным за 2023 г., доля предприятий Урала в общей структуре ферросплавного производства России составляет около 51 %. Ферросплавные предприятия УрФО обеспечивают 100 % производимого в стране ферросиликохрома (57,2 тыс. т), более 90 % ферросиликомарганца (480,3 тыс. т), почти 80 % феррохрома (220,9 тыс. т), 62 % пятиокиси ванадия (35,6 тыс. т), более 45 % ферромарганца




**Рис. 1.** *Товарная структура ферросплавной промышленности России в 2023 г., % (источник: сост. по: (Производство основных видов продукции в натуральном выражении с 2017 г. (оперативные данные в соответствии с ОКПД2). Федеральная служба государственной статистики: Управление статистики предприятий. https://fedstat.ru/indicator/57783 (дата обращения: 03.12.2024))*

(113,9 тыс. т), около 6 % ферросилиция (46,6 тыс. т) и ферромолибдена (0,2 тыс. т).

В целом в IV-м квартале 2023 г. наблюдалось сокращение объемов производств предприятиями металлургического комплекса Урала. На ряде металлургических предприятий в этот период проводились капитальные ремонты. В январе 2024 г. данная тенденция сохранилась на фоне снижения рыночных ожиданий. На внешних логистических направлениях в этот период наблюдались сложности (прежде всего связанные с санкциями). Крупные металлургические компании переориентируются на выпуск высокомаржинальной продукции и продукции, пользующейся высоким спросом. Столкнувшись с условиями ограниченных производственных возможностей, некоторые крупные металлургические предприятия решили воспользоваться данным временем для переоснащения своих производственных площадок. В конце 2023 г. в Челябинской области был запущен завод по производству труб нефтегазового сортамента.

Представителями отрасли отмечается, что крупным уральским металлопроизводителям в подавляющей мере удалось заместить объемы продукции, направляемые ранее на экспорт, поставками на внутренний рынок. Также отмечается рост объемов экспортных поставок уральских металлоконструкций в страны ближнего зарубежья[1]. Этому в т. ч. способствовали преобразования, реализованные предприятиями черной металлургии Среднего и Южного Урала за последнее время.

Несмотря на все затруднения, с которыми в современных геополитических условиях сталкиваются представители отрасли, базовые стратегические ориентиры развития отечественной металлургии сохраняются. Это прежде всего основные принципы концепций устойчивого и пространственного развития, концепции ESG-повестки, положения Глобальной инициативы по отчетности (GRI, Global Reporting Initiative), предполагающие системные общественные преобразования (Глушакова & Черникова, 2023). При этом экономические факторы нельзя назвать единственно определяющими такие преобразования. Не менее актуальным остается также ориентир на сохранение и развитие в отрасли принципов Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0, в т. ч. процессов, связанных с цифровой трансформацией производств (Тарасов, 2018; Андиева & Фильчакова, 2016; Ху, 2022). Авторское понимание процессов Индустрии 4.0 и Инду-

[1] Доклад «Региональная экономика: комментарии ГУ» (2024, март). Центральный банк Российской Федерации. 54.

стрии 5.0 отражено в публикации (Romanova & Sirotin, 2024). Тем не менее стоит уточнить, что, в отличие от своих предшественниц, Индустрия 5.0 в технологическом плане несамостоятельна. Здесь присутствуют те же технологические основы, что и в Индустрии 4.0, но с акцентом не на отстранение человека от производственных процессов, а на его безопасное взаимодействие с машинами.

Отечественные металлурги успешно сотрудничают в области цифровизации с российской вузовской и академической наукой. Например, серьезные исследования в этой области проводились (и проводятся) в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого. Среди проводимых в металлургической отрасли исследований важно отметить создание цифровых двойников технологий термомеханической обработки стали, основным назначением которых является управление структурой и свойствами горячекатаных и термически обработанных сталей различного химического состава. Промышленное использование подобных цифровых технологий постоянно расширяется за рубежом. На предприятиях УрФО на сегодняшний день накоплен достаточно большой опыт внедрения передовых цифровых решений, в т. ч. учитывающих использование цифровых двойников.

Достаточно подробный анализ цифровых технологий, реализуемых за последние годы металлургическими компаниями России, включая Урал, приведен в более ранних работах авторов (Romanova & Sirotin, 2024; 2022). В 2023 г. без учета продолжающихся проектов, запущенных ранее, в Свердловской области о работах, связанных с цифровизацией, сообщил ОАО «ЕВРАЗ НТМК». Комбинат реализует два проекта. Первый связан с внедрением системы компьютерного зрения, осуществляющей анализ работы агрегатов, собирающей данные для информационной базы (Big Data) и дающей рекомендации оператору в режиме реального времени. Основной задачей такой системы является оптимизация работы рельсобалочного цеха, где она установлена. В рамках второго проекта в цехе ремонта оборудования был установлен 3D-принтер на базе технологии лазерного сплавления металлического порошка для печати изделий по математическим CAD-моделям. Стоит отметить, что использование аддитивных технологий отечественными металлургическими заводами и комбинатами на фоне возрастающих сложностей с поставкой импортных комплектующих становится все более актуальным.

В Челябинской области относительно вопросов цифровизации обратили на себя внимание Магнитогорский металлургический комбинат (ПАО «ММК») и входящий в его состав Магнитогорский

метизно-калибровочный завод (ОАО «ММК-Метиз»). На комбинате в 2023 г. была внедрена система предотвращения нахождения персонала в опасных зонах на основе технологии машинного зрения. Система включает сеть датчиков, определяющих дистанцию нахождения сотрудников от работающего оборудования, тем самым способствуя выявлению угроз и рисков травматизма на производстве. Программная платформа, объединяющая в себе системы локального и глобального позиционирования, данные видеонаблюдения и видеоаналитики, а также информацию с носимых устройств, получила название «Цифровой рабочий». Полученные с ее помощью с сотни устройств данные обрабатываются и преобразуются в 3D цифровой двойник объекта. Также на комбинате заработала система выявления и классификации дефектов (изломы, сквозные разрывы, перегибы, ржавчина и др.) поверхности холоднокатаного металлопроката в режиме производственного потока. В основе новой системы, точность которой оценена на уровне не ниже 95 %, лежит технология машинного зрения. Такие системы были внедрены на агрегатах листопрокатной инспекции и непрерывного отжига, идет работа над масштабированием системы на линии толстолистового проката комбината. На метизно-калибровочном заводе осуществлен запуск 5D-принтера для печати запасных частей оборудования зарубежного производства, поставки которых были оставлены. По данной технологии освоена печать натяжителей цепей и кармана транспортировочной цепи для линии калибровочного проката, а также изготовление колодок для канатной машины.

Насыщенность производств технологиями, подобными приведенным выше, массовость их использования определяют достижение цифровой зрелости отраслей и промышленности в целом и вместе с тем характеризуют степень соответствия используемой технологической базы принципам Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0. Оценка степени такого соответствия предприятий металлургии должна учитывать параметры, которые задают основные высокотехнологичные направления, такие как искусственный интеллект, Интернет вещей, новые производственные технологии и другие области. Во многом это определяется уровнем использования отдельных передовых производственных технологий. Данные по количеству использования таких технологий организациями Урала по виду экономической деятельности «Производство чугуна, стали и ферросплавов» приведены в таблице 2.

Как можно видеть из данных таблицы 2, в УрФО наиболее высокие темпы роста за последние годы наблюдаются в сфере исполь-

Таблица 2

**Число используемых передовых производственных технологий организациями Уральского федерального округа по виду экономической деятельности «Производство чугуна, стали и ферросплавов» (ед.)**

| Группа передовых производственных технологий | Значение показателя по годам | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Всего | 1 827 | 2 204 | 2 684 | 3 356 |
| *в том числе:* | | | | |
| Производственная информационная система и автоматизация управления производством | 1 067 | 1 282 | 1 243 | 1 247 |
| Оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ) 4–9 осей | н/д | 135 | 212 | 829 |
| Технологии беспроводной связи для производства | 56 | 83 | 221 | 221 |
| Планирование ресурсов предприятия (ERP) | 83 | 93 | 186 | 183 |
| Сети датчиков, промышленный интернет вещей | н/д | н/д | 170 | 171 |
| Проектирование и инжиниринг | 39 | 127 | 141 | 142 |
| Компьютерное проектирование и моделирование, технологии виртуальной разработки продуктов | 38 | 125 | 139 | 134 |
| Передовые методы организации и управления производством | 19 | 46 | 50 | 53 |
| Система управления производством (MES) | 30 | 27 | 34 | 35 |
| Автоматизированные системы контроля (например, на основе зрения, лазерных, рентгеновских, камер высокой четкости (HD) или сенсоров) | 12 | 10 | 33 | 37 |
| Технологии промышленных вычислений и больших данных | 9 | 16 | 20 | 30 |
| Виртуальное производство, цифровые двойники | н/д | н/д | н/д | 8 |
| Планирование производственных ресурсов (MRP II) | н/д | 4 | 4 | 9 |
| Технологии искусственного интеллекта (включая предиктивную аналитику и поддержку принятия решений) | н/д | 6 | 7 | 8 |
| Технологии обработки больших данных | н/д | 3 | 5 | 5 |
| *ESG-технологии* | | | | |
| «Зеленые» технологии | 8 | 45 | 38 | 47 |
| Технологии снижения вредных выбросов в атмосферу (загрязнения воздуха) | н/д | н/д | 13 | 20 |
| Технологии очистки и/или снижения вредных выбросов в воду (загрязнения воды) | н/д | 4 | 10 | 12 |

*Окончание табл. 2 на след. стр.*

*Окончание табл. 2 на след. стр.*

| **Группа передовых производственных технологий** | **Значение показателя по годам** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **2020** | **2021** | **2022** | **2023** |
| Технологии повторного использования энергии производственных процессов (например, рекуперация отработанного тепла, кинетической энергии движущихся механизмов) | 4 | 8 | 11 | 11 |
| Бережливое производство | 3 | 8 | 10 | 10 |
| Технологии переработки отходов | н/д | 13 | 4 | 4 |

Источник: сост. по: (Число используемых передовых производственных технологий с 2017 г. Федеральная служба государственной статистики: Управление статистики предприятий. https://fedstat.ru/indicator/58662 (дата обращения: 05.12.2024)).

зования оборудования с ЧПУ, технологий беспроводной связи, ERP, технологий виртуальной разработки продуктов, промышленных вычислений и «зеленых» технологий.

Еще одним параметром, характеризующим соответствие развития отрасли стратегическому ориентиру на развитие Индустрии 4.0 и формирование Индустрии 5.0, является разработка предприятиями современных передовых производственных технологий (табл. 3).

В рамках металлургической промышленности Урала в целом разработка передовых производственных технологий в 2023 г. преимущественно была связана с производством, обработкой, транспортировкой и сборкой металлопродукции. Примечательным является также то, что разработанные предприятиями – производителями готовых металлических изделий технологии, относящиеся к данному направлению, в большинстве случаев признаны принципиально новыми в мире. Полученные результаты говорят о том, что на сегодняшний день металлургические компании Урала не уделяют должного внимания развитию технологий, соответствующих принципам Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0, тем не менее отмечается их возрастающая активность в использовании таких технологий в своих производственных процессах.

### *Заключение*

Металлургические предприятия УрФО формируют мощный современный комплекс производств, обеспечивающий потребителей качественной металлопродукцией. Анализ современной практики внедрения цифровых решений в производственные процессы ме-

Таблица 3

**Число разработанных передовых производственных технологий предприятиями Уральского федерального округа в 2023 г. (ед.)**

| Передовые производственные технологии | Вид экономической деятельности | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Производство металлургическое | | Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования | | | | |
| | Всего | в том числе | Всего | в том числе | | | |
| | | Производство, обработка, транспортировка и сборка | | Компьютерное проектирование и моделирование, технологии виртуальной разработки продуктов | Лазеры, используемые при обработке материалов (включая модификацию поверхности) | Проектирование и инжиниринг | Производство, обработка, транспортировка и сборка |
| Всего | 15 | 6 | 27 | 4 | 3 | 4 | 9 |
| *в том числе* | | | | | | | |
| Новая для России | 13 | 5 | 22 | 4 | 0 | 4 | 4 |
| Принципиально новая | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 |

Источник: сост. по: (Число разработанных передовых производственных технологий с 2017 г. Федеральная служба государственной статистики: Управление стати-стики предприятий. https://fedstat.ru/indicator/58661 (дата обращения: 05.12.2024)).

таллургических компаний Урала показал возрастающие возможности их цифрового самообеспечения в условиях санкционного давления. Тем не менее достижение условий соответствия технологической базы металлургии Урала современным технологическим принципам требует усиления внимания к развитию и внедрению ключевых передовых производственных технологий. Также ясна необходимость создания школы IT-специалистов отраслевого профиля, чему будет способствовать современная политика государства в отношении развития IT-сектора отечественной экономики. Активная позиция предприятий в сфере разработки новых передовых технологий будет способствовать усилению производственного потенциала и достижению технологического суверенитета страны.

***Благодарности***

Исследование выполнено в соответствии с гос. заданием Института экономики УрО РАН на 2024–2026 гг.

***Acknowledgements***

The study was carried out in accordance with the state assignment of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences for 2024–2026.

***Список источников***

Тарнавский, В. (2023). Год нынешний и год минувший. *Металлоснабжение и сбыт,* 10–13. https://www.metalinfo.ru/ru/magazine/2023/1 (Дата обращения: 02.12.2024).

Буданов, И. А. (2024). Макроэкономические перспективы производства металла. *Сталь, 6,* 47–53.

Глушакова, О. В., Черникова, О. П. (2023). Институализация ESG-принципов на международном уровне и в Российской Федерации, их влияние на деятельность предприятий черной металлургии. Часть 2. *Известия вузов. Черная металлургия, 4* (66), 498–507.

Тарасов, И. В. (2018). Технологии индустрии 4.0: Влияние на повышение производительности промышленных компаний. *Стратегические решения и риск-менеджмент, 2,* 62–69.

Андиева, Е. Ю., Фильчакова, В. Д. (2016). Цифровая экономика будущего. Индустрия 4.0. *Прикладная математика и фундаментальная информатика, 3,* 214–218.

Ху, Т. (2022). Обзор национальных стратегий перехода к Индустрии 5.0. *Экономика и управление инновациями, 3,* 28–38.

Romanova, O. A., Sirotin, D. V. (2024). From Industry 4.0 to Industry 5.0: Problems and Opportunities for the Metal Industry Development in Russia. *Steel in Translation, 54* (2), 120–126. 10.3103/S0967091224700438

Romanova, O., Sirotin, D. (2022). Digital twins in Russian metallurgy: prerequisites and limitations of use. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation, 54,* 57–69. 10.1007/978-3-030-94617-3-5

Число используемых передовых производственных технологий с 2017 г. Федеральная служба государственной статистики: Управление статистики предприятий. https://fedstat.ru/indicator/58662 (дата обращения: 05.12.2024).

Число разработанных передовых производственных технологий с 2017 г. Федеральная служба государственной статистики: Управление статистики предприятий. https://fedstat.ru/indicator/58661 (дата обращения: 05.12.2024).

## *References*

Andieva, E. Yu., Filchakova, V. D. (2016). Digital economy of the future. Industry 4.0. *Prikladnaya matematika i fundamental'naya informatika [Applied Mathematics and Fundamental Computer Science], 3,* 214–218. (In Russ.)

Budanov, I. A. (2024). Macroeconomic prospects for metal production. *Stal' [Steel], 6*, 47–53. (In Russ.)

Glushakova, O. V., Chernikova, O. P. (2023). Institutionalization of ESG principles at the international level and in the Russian Federation, their impact on the activities of ferrous metallurgy enterprises. Part 2. *Izvestiya vuzov. CHernaya metallurgiya [News of universities. Ferrous metallurgy], 4* (66), 498–507. (In Russ.)

Hu, T. (2022). Review of National Strategies for Transition to Industry 5.0. *Ekonomika i upravlenie innovaciyami [Economics and Innovation Management], 3,* 28–38. (In Russ.)

Number of advanced manufacturing technologies used since 2017. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki: Upravlenie statistiki predpriyatij [Federal State Statistics Service: Enterprise Statistics Department].* https://fedstat.ru/indicator/58662 (Date of access: 05.12.2024) (In Russ.)

Number of developed advanced manufacturing technologies since 2017. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki: Upravlenie statistiki predpriyatij [Federal State Statistics Service: Enterprise Statistics Department].* https://fedstat.ru/indicator/58661 (Date of access: 05.12.2024) (In Russ.)

Romanova, O. A., Sirotin, D. V. (2024). From Industry 4.0 to Industry 5.0: Problems and Opportunities for the Metal Industry Development in Russia. *Steel in Translation, 54* (2),120–126. 10.3103/S0967091224700438

Romanova, O., Sirotin, D. (2022). Digital twins in Russian metallurgy: prerequisites and limitations of use. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation, 54,* 57–69. 10.1007/978-3-030-94617-3_5

Tarasov, I. V. (2018). Industry 4.0 Technologies: Impact on Improving Industrial Companies' Productivity. *Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment [Strategic Decisions and Risk Management], 2,* 62–69. (In Russ.)

Tarnavskij, V. (2023). The current year and the past year. *Metallosnabzhenie i sbyt [Metal supply and sales], 1,* 10–13. https://www.metalinfo.ru/ru/magazine/2023/1 (Date of access: 02.12.2024) (In Russ.)

**Ольга Александровна Романова** — доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН; http://orcid.org/0000-0002-6459-881X (620014, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: romanova.oa@uiec.ru).

**Дмитрий Владимирович Сиротин** — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН; http://orcid.org/0000-0002-3794-3956 (620014, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: sirotin.dv@uiec.ru).

**Olga A. Romanova** — Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; http://orcid.org/0000-0002-6459-881X (Moskovskaya St, 29, Yekaterinburg, 620014, Russia; e-mail: romanova.oa@uiec.ru).

**Dmitrij V. Sirotin** — Cand. Sci. (Econ.), Senior Research Fellow of the Center for Structural Policy, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; http://orcid.org/0000-0002-3794-3956 (Moskovskaya St, 29, Yekaterinburg, 620014, Russia; e-mail: sirotin.dv@uiec.ru).

**УДК 911.3**
**JEL classification: Q56, M14, I38**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-18**

# ESG-ценности в нефтегазовой отрасли[1]

*А. О. Ротова [а], Ю. В. Петров [б]*

[а, б] Тюменский государственный университет (г. Тюмень, Россия).

[б] https://orcid.org/0000-0002-2443-9750

Автор для корреспонденции: Ю. В. Петров (y.v.petrov@utmn.ru).

**Аннотация.** *ESG-ценности — быстроразвивающееся направление в российской практике, берущее свое начало в 1990-е гг. Предметом изучения являются характеристики исследуемых принципов компаний. Цель рисследования — провести собственную оценку соблюдения ESG-принципов компаниями, занятых нефтегазовой отраслью в России. Ориентируясь на мировые стандарты и результаты уже составленных рейтингов, мы можем провести собственный анализ соблюдения результатов в свете прописанных мировых приоритетов и развития предприятий в данной области и выявить востребованность принципов в Российской Федерации. При проведении исследования мы использовали методы эмпирического уровня: сравнение, теоретический анализ научной литературы, профильных нормативных правовых документов и других общедоступных государственных и научно-исследовательских источников информации, а также источники таких рейтинговых агентств, как RAEX и НРА. Выяснено, что в российской практике ESG-принципы становятся все более востребованными, а место в рейтинге способствует привлечению потенциальных инвесторов.*

**Ключевые слова:** esg; нефтегазовая отрасль; компания; рейтинг

[1] © Ротова А. О., Петров Ю. В. Текст. 2024.

# ESG values in the oil and gas industry

*A. Rotova [a], Yu.Petrov [b]*

[a, b] Tyumen State University (Tyumen, Russia).

[b] https://orcid.org/0000-0002-2443-9750

Corresponding author: Yu.V. Petrov (y.v.petrov@utmn.ru ).

**Abstract.** *ESG values are a rapidly developing trend in Russian practice, originating in the 90s of the twentieth century. The subject of the study is the characteristics of the investigated principles of companies. The purpose of the work is to conduct our own assessment of compliance with ESG principles by companies engaged in the oil and gas industry in Russia. Based on the world standards and the results of the ratings already compiled, we can conduct our own analysis of compliance and development of enterprises in this area and identify the relevance of the principles in the Russian Federation. During the research, we used empirical methods — comparison, theoretical analysis of scientific literature, relevant regulatory legal documents and other publicly available government and research sources of information, as well as sources from rating agencies such as RAEX and NRA. Thus, in Russian practice, ESG principles are becoming more and more in demand, and a place in the rating helps attract potential investors.*

**Keywords:** esg; oil and gas industry; company; rating

## *Введение*

Environment social governance, или ESG (рус. Экология, социальная политика и корпоративное управление) — это набор принципов коммерческой деятельности компании, при которых достигается устойчивое развитие, привлечение новых инвесторов и составление имиджа предприятия. Появление данной методики изначально популяризировалось за рубежом, однако начало приобретать всеобщую известность и среди разных отраслей в Российской Федерации. Культурное разнообразие определяет развитие природопользования, организацию охраны окружающей среды и экологические риски в составе определенных территориальных общественных систем (Ротова & Петров, 2024а). Данная стратегия позволяет компаниям быть конкурентноспособными на рынке труда, внедряя в свою деятельность современные технологии, обеспечивающие снижение негативного воздействия на окружающую среду, модернизируя условия труда для персонала, а также осуществляя качественную и открытую управленческую работу.

Оценку соблюдения ESG-принципов проводят по следующим критериям:

1) экологическим: соблюдение законодательства в рамках охраны окружающей среды, принятие мер по снижению негативного воздействия на природу, внедрение новых технологий и программ по утилизации отходов и их сокращению.

2) социально-политическим: предоставление комфортного рабочего места, улучшение условий труда персонала, гендерное равенство, лояльное отношение к молодым специалистам, возможность работы для людей предпенсионного и пенсионного возраста, влияние на организацию традиционного природопользования субъектами автохтонного населения (Ротова & Петров, 2024b);

3) корпоративно-управленческим: антикоррупционные принципы, дружеское взаимоотношение в офисе, достоверность и доступность отчетной документации.

На основании результатов оценки соблюдения данных принципов формируется рейтинг развития компаний, который может повлиять на отношение и решение инвесторов при финансировании, ориентирующихся прежде всего на избежание экономических потерь и недопущение экологических рисков.

Целью работы является проведение собственной оценки ESG-принципов среды компаний, занятых разработкой и эксплуатацией углеводородного сырья на территории Российской Федерации для выявления наиболее ответственных и развитых организаций.

## *Основная часть*

### *Обзор литературы*

Впервые вопросы интеграции ESG стандартов в бизнес-стратегию компании исходили из концепции Tripple Bottom Line, также известной как «люди, планета, прибыль». Ее предложили в 1990-е гг., чтобы привлечь внимание собственников и инвесторов, бизнеса к необходимости не только получать прибыль, но и учитывать человеческий фактор и факторы экологичности, что в итоге способствует повышению устойчивости любого бизнеса (Измайлов, 2024).

По данным на 2024 г., на площадке российской научной электронной библиотеки «КиберЛенинка» за все время было опубликовано около 10 000 публикаций по теме ESG, где количество статей за этот же год составляет 449. На не менее известном источнике, «Elibrary.ru», этот показатель переступает границу в более, чем 27 000 трудов ученых разных возрастов. Статистические данные отражают актуальность тематики и высокий научный интерес к изучению ESG-ценностей.

Для подготовки торических материалов статьи были изучены научные труды М.К. Измайлова (2024), Е.А. Третьяковой (2022), Е.А. Куклиной и К.И. Дементьева (2023).

Проведя анализ научной литературы, можно сделать вывод, что концепция ESG-принципов становится все более актуальна среди компаний, развивающихся в области нефтегазового сектора на российском рынке.

### *Материалы и методы*

На данный момент времени для составления отчетной документации и рейтинга компаний существуют лишь общие критерии оценки показателей ESG-ценностей. Отсутствие упорядоченных стандартов, регламентирующих раскрытие факторов, является главной проблемой в присваивании баллов при составлении списка лучших предприятий (Третьякова, 2022). Однако при проведении исследования мы использовали источники таких рейтинговых агентств, как RAEX и НРА, последнее из которых построено на основе законодательных и нормативных требований России в области устойчивого развития с учетом международного опыта, глобальных лучших практик и ориентиров устойчивого развития.

Агентство «RAEX» в своей методике интегральный рейтинговый функционал определяет как среднее арифметическое рейтинговых функционалов по факторам *E*, *S* и *G* (1):

$$F_{ESG} = (FE + FS + FG)/3 \quad (1)$$

где $F_{ESG}$ — рейтинговый функционал ESG-рейтинга; *FE* — рейтинговый функционал по фактору *E*; *FS* — рейтинговый функционал по фактору *S*; *FG* — рейтинговый функционал по фактору *G*.

Итоговый ESG-рейтинг определяется через таблицу его соответствия расчетному рейтингу (табл. 1).

Для проведения оценки рейтинговое агентство «НРА» использует деление компаний на 3 уровня (группы) в зависимости от степени внедрения принципов устойчивого развития в их стратегическую и операционную деятельность. Группы включают в себя компании:

— группа 1 — компании с продвинутыми практиками устойчивого развития. Эти компании демонстрируют лидерство в интеграции повестки ESG в свою деятельность и качестве соблюдения соответствующих практик;

— группа 2 — компании с развивающимися практиками устойчивого развития. Эти компании в значительной степени интегрировали повестку ESG в свою деятельность и демонстрируют доста-

Таблица 1

**Шкала Харрингтона для лингвистической интерпретации уровня ESG-трансформации компании**

| Уровень | Категория | Значение среднего балла | Характеристика |
|---|---|---|---|
| A Продвинутый | A1. ESG | >0.8–1.0 | Очень высокий |
| | A2. ESG | >0.6–0.8 | Высокий |
| B Развивающийся | B1. ESG | >0.4–0.6 | Достаточный |
| | B2. ESG | >0.2–0.4 | Средний |
| C Начальный | C. ESG | 0.0–0.2 | Слабый |

Источник: сост. по (Куклина & Дементьев, 2023).

точный уровень качества соблюдения соответствующих практик с положительной динамикой развития;

— группа 3 — компании с начальными практиками устойчивого развития. У этих фирм созданы базовые механизмы соблюдения ESG практик или эти механизмы находятся в процессе создания.

Группы рэнкинга несопоставимы с уровнями рейтинга, т. к. в рэнкинге компании сравниваются между собой в пределах ограниченной выборки.

### *Результаты*

Мы провели анализ всех вышеупомянутых организаций и составил сводную таблицу по организациям, занятым в отрасли нефтегазовой промышленности (табл. 2).

Анализируя таблицу 2, можно сделать следующие выводы.

1. Поскольку для присвоения незапрошенного рейтинга агентство «RAEX» использует публичные доступные данные (публичная нефинансовая отчетность компании; публичная финансовая отчетность компании; материалы сайта компании; СМИ и социальные сети), при их отсутствии становится невозможным должным образом провести оценку компании по ESG-критериям и включить ее в список. В связи с этим для некоторых промышленных предприятий не определена группа или уровень.

2. На основе данных рейтингового агентства «НРА» лидерами среди компаний за 2023–2024 гг. в нефтегазовой отрасли с продвинутым уровнем развития являются: НК «Лукойл», ПАО «Новатэк» и ПАО «Газпром».

3. На основе данных рейтингового агентства «RAEX» лидерами среди компаний за 2023–2024 гг. в нефтегазовой отрасли с продвинутым уровнем развития являются: ПАО АНК «Башнефть», ПАО

Таблица 2

**ESG-рэнкинг российских компаний нефтегазовой отрасли (за 2024–2024 гг.)**

| Компания | Рейтинговое агентство | Итоговая оценка | Уровень |
|---|---|---|---|
| ПАО «Газпром» | RAEX | 0,330 | развивающийся |
| | НРА | 0,796 | продвинутый |
| ПАО «Новатэк» | RAEX | 0,176 | начальный |
| | НРА | 0,806 | продвинутый |
| «Нефтегазовая компания «Лукойл» | RAEX | 0,203 | развивающийся |
| | НРА | 0,833 | продвинутый |
| ПАО «Зарубежнефть» | RAEX | отсутствует | отсутствует |
| | НРА | 0,781 | продвинутый |
| ПАО «Нефтяная компания «Роснефть | RAEX | отсутствует | отсутствует |
| | НРА | 0,768 | продвинутый |
| ПАО «Татнефть» имени В. Д. Шашина | RAEX | 0,116 | начальный |
| | НРА | 0,731 | продвинутый |
| АО «ИНК-Капитал» | RAEX | отсутствует | отсутствует |
| | НРА | 0,713 | развивающийся |
| ПАО «Сургутнефтегаз» | RAEX | 0,666 | продвинутый |
| | НРА | 0,552 | начальный |
| ПАО «Якутская топливно-энергетическая компания» | RAEX | отсутствует | отсутствует |
| | НРА | 0,509 | начальный |
| ПАО «Газпром нефть» | RAEX | 0,520 | развивающийся |
| | НРА | отсутствует | отсутствует |
| ПАО НК «РуссНефть» | RAEX | 0,596 | развивающийся |
| | НРА | отсутствует | отсутствует |
| ПАО АНК «Башнефть» | RAEX | 0,730 | продвинутый |
| | НРА | отсутствует | отсутствует |

Источник: сост. авторами на основе сопоставления сведений от рейтинговых агентств RAEX. https://raex-rr.com/all_rankings/ (дата обращения: 17.11.2024); НРА. https://www.ra-national.ru/rankings/ (дата обращения: 17.11.2024).

«Сургутнефтегаз» и с развивающимся уровнем — ПАО НК «РуссНефть».

4. Большинство компаний находятся на продвинутом уровне развития по ESG-концепции, что свидетельствует о высокой заинтересованности в этой области.

Для того, чтобы систематизировать и упорядочить принцип оценивания компаний, Банк России выступил с предложением по созданию двух вариантов рейтингов (Куклина & Дементьев, 2023):

— текущего ESG-рейтинга, представляющего собой профиль компании, который отражает мнение о количественных и качественных результатах ее деятельности в области устойчивого развития;

— рейтинга компоненты E (E-рейтинга), который должен отражать мнение об управлении и подверженности компании рискам устойчивого развития в горизонте одного года.

Мы подробно изучили деятельность лидирующих российских компаний нефтегазовой отрасли и на основе полученной информации представили ESG-критерии для устойчивого развития за период 2015–2023 гг.[1].

### *НК «Лукойл»*

*Экологические:* модернизация оборудования; техническое перевооружение газо- и нефтепроводов; выведение из эксплуатации устаревшего оборудования; строительство и реконструкция очистных сооружений для повышения эффективности очистки стоков; строительство оборудования для утилизации стоков; строительство и реконструкция полигонов размещения отходов в организациях добычи; утилизация бурового и нефтешлама; экологичная модель проведения геосейсмических работ; восстановление земельных и лесных участков; помощь в изучении и восстановлении численности редких и исчезающих видов; экологическое просвещение и акции в регионах Российской Федерации.

*Социально-политические:* работы по внедрению системы управления карьерой и преемственностью; реализация программ долгосрочной и среднесрочной мотивации руководителей, проектов развивающего наставничества; тиражирование системы грейдов в организациях Группы «Лукойл»; льготы и компенсации, установлен-

[1] ПАО «ЛУКОЙЛ» (2023). Отчет об устойчивом развитии Группы «ЛУКОЙЛ». 1–227. https://lukoil.ru/Sustainability/SustainabilityReport (дата обращения: 17.11.2024); ПАО «НОВАТЭК» (2023). Отчет об устойчивом развитии 2023. 1–275. https://www.novatek.ru/ru/esg/ratings/ (дата обращения: 17.11.2024); ПАО «Газпром» (2023). Отчет о социальной деятельности Группы Газпром 2023. 1–267. https://sustainability.gazpromreport.ru/2023/(дата обращения: 17.11.2024); ПАО АНК «Башнефть» (2015). Отчет об устойчивом развитии 2015. 1–141. https://bashneft.ru/ (дата обращения: 17.11.2024); ПАО «Сургутнефтегаз» (2023). Экологический отчет ПАО «Сургутнефтегаз» 2023. 1–88. https://www.surgutneftegas.ru/responsibility/ecology/ekologicheskie-otchety/ (дата обращения: 17.11.2024); ПАО «НК «Роснефть» (2023). Отчет в области устойчивого развития за 2023 год. 1–265. https://www.rosneft.ru/Development/reports/ (дата обращения: 17.11.2024).

ные соглашением между работодателем и профобъединением, коллективными договорами и другими ЛНА; в рамках корпоративных Основ жилищной политики Группы «Лукойл» работники могут получить помощь от Компании в приобретении жилья, в том числе в виде частичного погашения процентной ставки по банковскому кредиту.

*Корпоративно-управленческие.* В компании открыта круглосуточная горячая линия для оповещения о коррупционных нарушениях; в ПАО «Лукойл» действует комиссия по деловой этике, которая анализирует все сообщения о возможных фактах нарушений корпоративных этических норм.

### *ПАО «Новатэк»*

*Экологические:* передислокация винтовой компрессорной установки с Ханчейского месторождения на участок дожимных компрессорных станций Восточно-Таркосалинского месторождения; проведение газодинамических и газоконденсатных исследований скважин без выброса газа в атмосфер; реализация концепции альтернативного метода утилизации пластовой жидкости, предполагающего ее закачку в пласт для поддержки пластового давления в ООО «Новатэк-Таркосаленефтегаз» в целях исключения сжигания пластовой жидкости на факельной установке; техническое перевооружение системы промышленных очистных сооружений газового промысла Восточно-Таркосалинского месторождения ООО «Новатэк-Таркосаленефтегаз».

*Социально-политические:* запрет на использование детского и принудительного труда; в 2023 г. по проекту «Ямал СПГ» компанией были проведены консультации с десятью семьями, ведущими традиционную хозяйственную деятельность; компания привлекает сторонние организации для организации обучения, направленного на усовершенствование и углубление знаний в области охраны окружающей среды; компания выплачивает компенсации по уходу за ребенком в возрасте до трех лет, предоставляет материальную поддержку многодетным семьям и работникам с детьми-инвалидами, компенсации расходов на спортивно-оздоровительные занятия и пр.

*Корпоративно-управленческие:* проверка на благонадежность (противодействие коррупции); аттестационный аудит (проверка на соответствие данным, заявленным при документарной проверке).

### *ПАО «Газпром»*

*Экологические.* Для работников ПАО «Газпром» были организованы курсы обучения по темам экологического менеджмента на

предприятиях газового комплекса; в 2023 г. Совет директоров ПАО «Газпром» утвердил Климатическую стратегию ПАО «Газпром» до 2050 г.; в 2023 г. объем переработки природного и попутного газа и газового конденсата увеличился почти на 30 % относительно 2022 г; в 2023 г. ПАО «Газпром» сократило затраты природного газа на технологические нужды со стравливанием более чем на 2 млрд м3 газа; Газпром принял План мероприятий по отказу от одноразовой пластиковой продукции в офисной деятельности, по результатам которого в 28 ДО ПАО «Газпром» были разработаны собственные планы по отказу от использования одноразовой пластиковой продукции.

*Социально-политические:* финансирование мероприятий по поддержке коренных малочисленных народов (КМН) и развитию традиционных отраслей хозяйствования; содействие в транспортном обеспечении населения, ведущего традиционный образ жизни; благотворительная поддержка региональных общественных организаций КМН; в 2023 г. группой Газпром профинансировано более 4,5 тыс. благотворительных и спонсорских мероприятий; популяризация спорта и здорового образа жизни проектом группы «Газпром – детям»,. Он охватывает 74 из 89 субъектов Российской Федерации во всех федеральных округах.

*Корпоративно-управленческие.* Группа Газпром соблюдает требования национального законодательства и нормы Международной организации труда в вопросах продолжительности рабочего дня и условий труда, охраны труда, вознаграждения за труд, социального обеспечения, предоставления оплачиваемого отпуска; вахтовики доставляются корпоративным транспортом на вахту от пункта сбора до производственного объекта и обратно, живут в вахтовых поселках, инфраструктура которых постоянно улучшается, получают качественное медицинское обслуживание и необходимые социальные услуги.

### *ПАО АНК «Башнефть»*

*Экологические.* Выполнен годовой план по обучению сотрудников по программам охраны труда и промышленной безопасности — более 4800 человекокурсов; реализован годовой этап программы по строительству биологических очистных сооружений (БОС); ликвидировано 9 шламовых амбаров, утилизировано 68 тыс. т отходов бурения; повышено использование попутного нефтяного газа (ПНГ) по группе пользователей недр — плательщиков (85,8 %); снижена аварийность трубопроводов на 5 %.

*Социально-политические.* Показатель текучести кадров снижен до 3,6 %; на 19 % выросло число работников, прошедших оценку эффективности деятельности; расходы на проведение социальной политики превысили 1,2 млрд руб.; финансирование программ обучения и повышения квалификации сотрудников в 2015 г. — около 190 млн руб.; 1,9 млрд руб. — расходы на благотворительность и развитие социальной инфраструктуры в регионах присутствия.

*Корпоративно-управленческие.* Комитет по аудиту и Комитет по назначениям и вознаграждениям Совета директоров состоят только из независимых директоров; 233 млрд руб. — налоги, перечисленные в бюджеты различных уровней в 2015 г.

### *ПАО «Сургутнефтегаз»*

*Экологические.* На 9 % сокращены выбросы парниковых газов по отношению к уровню 2022 г.; строительство объектов, предназначенных для использования попутного нефтяного газа, а также их техническое перевооружение, реконструкцию и модернизацию. В 2023 г. завершено строительство III очереди газотурбинной электрической станции на Талаканском нефтегазоконденсатном месторождении и техническое перевооружение станции компрессорной низких ступеней Ленского нефтегазоконденсатного месторождения в Республике Саха (Якутия). В течение отчетного периода в общей сложности закачано около 411,4 млн м$^3$ сточных вод, из них 8,4 млн м$^3$ составили очищенные хозяйственно-бытовые стоки, в т. ч. 6,6 млн м$^3$ — на территории Республики Саха (Якутия). В 2023 г. применение метода отмывки и термического метода позволило обезвредить 90,53 тыс. м$^3$ нефтешламов и нефтезагрязненных грунтов, предотвратить захоронение экотоксичных отходов; 5822 га земель Сургутнефтегаз вернул в лесной фонд РФ в 2023 г.

*Социально-политические.* Коренным малочисленным народам Севера оказывается финансовая помощь в обучении детей в организациях высшего и среднего профессионального образования, предоставляется материальная поддержка, направленная на улучшение бытовых и жилищных условий, обеспечивается оплата медицинских услуг; ежегодно с 1980 г. компанией проводится научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов.

*Корпоративно-управленческие:* применение средств индивидуальной защиты органов дыхания работника; применение средств защиты органов слуха.

***ПАО «НК «Роснефть»***

*Экологические.* В 2023 г. компания увеличила объем «зеленых» инвестиций на 12 % благодаря реализации проектов по строительству и реконструкции основных фондов природоохранного назначения, выполнению природоохранных мероприятий при строительстве; впервые проведен комплексный экологический анализ орнитофауны обследованных биотопов Уватского района; в рамках грантовой программы АО «Востсибнефтеагаз» в 2023 г. проведены исследования современного состояния популяции волка на территории Эвенкии и разработаны рекомендации по регулированию их численности; за 2023 г. Обществами группы в водные объекты в регионах деятельности было выпущено более 48 млн мальков разных видов рыб; проект «Сахалин-1» реализует программы мониторинга видов, занесенных в Красную книгу, — это серые охотоморские киты и белоплечие орланы.

*Социально-политические.* В рамках концессионного соглашения между ПАО «НК «Роснефть», правительством Свердловской области и администрацией г. Нижнего Тагила компания получила право на эксплуатацию и развитие 25 муниципальных котельных, 22 насосных станций и 224 км тепловых сетей, которые обеспечивают 40 % теплоснабжения города; открытие компьютерного класса в средней школе в с. Ембаево; строительство культурно-досугового комплекса в Сургутском районе площадью 8 тыс. $м^2$; приобретение экипировки и спортивного оборудования для спортивных школ дзюдо в г. Сургуте.

*Корпоративно-управленческие.* В компании не допускаются никакие формы притеснения или дискриминации сотрудников по гендерному, возрастному, национальному, религиозному, расовому или иным признакам; реализация индивидуальных планов развития, повышение уровня развития управленческих компетенций и ранга; компания следует принципу равной оплаты труда равной ценности. При этом не существует разницы в оплате между мужчинами и женщинами при выполнении идентичного функционала.

Таким образом, можно сделать вывод, что в российской практике ESG-принципы с каждым годом становятся все более актуальны, а место в рейтинге способствует привлечению потенциальных инвесторов.

На основе полученных результатов анализа ESG-рэнкинга российских компаний нефтегазовой отрасли за 2023 г., по данным агентства «RAEX», лидирующие позиции занимают:

1) ПАО АНК «Башнефть» (0,730) — высокая характеристика, продвинутый уровень.

2) ПАО «Сургутнефтегаз» (0,666) — высокая характеристика, продвинутый уровень.

3) ПАО НК «РуссНефть» (0,596) — достаточная характеристика, развивающийся уровень.

Однако был отмечен существенный недостаток рэнкинга, который не позволяет в полной мере провести сравнительный анализ предприятий, занятых в этой области, связанный с отсутствием данных по всем предложенным компаниям. Это связано с тем, что агентство является международным сервисом, у которого есть доступ не ко всем данным российских организаций.

Используя следующее агентство — «НРА», которое построено на основе законодательных и нормативных требований России, можно определить более точные результаты и рэнкинг:

1) «Нефтегазовая компания «Лукойл» (0,833) — очень высокая характеристика, продвинутый уровень.

2) ПАО «Новатэк» (0,806) — очень высокая характеристика, продвинутый уровень.

3) ПАО «Газпром» (0,796) — высокая характеристика, продвинутый уровень.

Однако также отсутствуют данные по некоторым нефтегазодобывающими компаниям, что затрудняет проведение точного анализа данных.

### *Заключение*

Практика применения ESG-ценностей для нефтяных компаний становится более популярна в России, и ее продвижение способствует устойчивому развитию предприятий по различным критериям. Особое внимание стоит уделить разработке и усовершенствованию стандартов оценивания, т. к. по-прежнему существуют лишь общие критерии анализа показателей ESG. Ввиду отсутствия единой теоретической базы ESG руководители компаний не могут построить четкую систему управления (Долгов, 2022). Это остается главной проблемой в присваивании баллов при составлении списка лучших предприятий. Данный вопрос можно решить благодаря разработке количественной и качественной методики оценки предприятий, которые смогут демонстрировать свои труды в «цифрах».

### *Список источников*

Долгов, Е. В. (2022). Проблемы реализации принципов environmental, social, and governance в России. *Вестник СурГУ, 4* (38), 18–25. 10.34822/2312-3419-2022-4-18-26

Измайлов, М. К. (2024). Интеграция принципов ESG в корпоративную стратегию российских нефтегазовых компаний. *Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право», 1,* 22–27. 10.35634/2412-9593-2024-34-1-22-27

Куклина, Е. А., Дементьев, К. И. (2023). Esdigital-трансформация российских нефтегазовых компаний: риски и оценки. v *Управленческое консультирование, 7* (175), 53–70. 10.22394/1726-1139-2023-7-53-71

Ротова, А. О. Петров, Ю. В. (2024b). Проблемы во взаимоотношениях недропользователей с местным автохтонным населением. В: *Сборник материалов XV Национальной научно-практической конференции (04–05 июня 2024 г.)* (с. 636–641). Омск: Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 950.

Ротова, А. О., Петров, Ю. В. (2024a). Культурные особенности организации территориальных общественных систем автономных округов Тюменской области. В: *Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (25–26 апреля 2024 г.)* (с. 74–78). Новосибирск: Новосибирский государственный педагогический университет, 312.

Третьякова, Е. А. (2022). Раскрытие ESG-факторов в нефинансовой отчетности российских нефтегазовых компаний. *ЭКО, 9* (579), 130–147. 10.30680/ECO0131-7652-2022-9-130-148

## *References*

Dolgov E. V. (2022). Problemy realizatsii printsipov environmental, social, and governance v rossii. *Vestnik SurGU, 4*(38), 18–25.

Izmailov M. K. (2024). Integratsiia printsipov esg v korporativ-nuiu strategiiu rossiiskikh neftegazovykh kompanii. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriia «Ekonomika i pravo». 1,* 22–27.

Kuklina E. A., Dementʹev K. I. (2023). Esdigital-transformatsiia rossiiskikh neftegazovykh kompanii: riski i otsenki. *Upravlencheskoe kon-sulʹtirovanie. 7*(175), 53–70.

Rotova, A. O., Petrov IU. V. (2024). Kulʹturnye osobennosti or-ganizatsii territorialʹnykh obshchestvennykh sistem avtonomnykh okrugov Tiumenskoi oblasti. *Materialy VIII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (25–26 aprelia 2024 g.)* (s. 74–78). Novosibirsk: Novosibirskii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet, 312.

Rotova, A. O. Petrov IU. V. (2024). Problemy vo vzaimootnosheni-iakh nedropolʹzovatelei s mestnym avtokhtonnym naseleniem. *Sbornik materialov KHV Natsionalʹnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (04–05 iiunia 2024 g)* (s. 636–641). Omsk: Omskii gosudarstvennyi agrarnyi uni-versitet imeni P.A. Stolypina, 950.

Tretʹiakova E. A. (2022). Raskrytie esg-faktorov v nefinansovoi otchetnosti rossiiskikh neftegazovykh kompanii. *EKO, 9*(579), 130–147.

**Ротова Алёна Олеговна** — студентка, Тюменский государственный университет (625003, Российская Федерация, г. Тюмень, ул. Осипенко, 2; e-mail: alyona_rotova@mail.ru).

**Петров Юрий Владимирович** — кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии и природопользования, Тюменский государственный университет; https://orcid.org/0000-0002-2443-9750 (625003, Российская Федерация, г. Тюмень, ул. Осипенко, 2; e-mail: Petrov19811201@gmail.com).

**Alyona O. Rotova** — student of the Federal State Educational Institution of Higher Education «Tyumen State University»; (2 Osipenko str., Tyumen, 625003, Russian Federation; e-mail: alyona_rotova@mail.ru).

**Yuri V. Petrov** — Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Geoecology and Environmental Management, Tyumen State University; (2 Osipenko str., Tyumen, 625003, Russian Federation; e-mail: Petrov19811201@gmail.com).

**УДК 338.45: 332.1**
**JEL classification: R11**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-19**

# Инновационно-инвестиционный процесс как фактор развития региональной экономики (на примере крупных промышленных регионов ПФО)[1]

*Э. Р. Сагатгареев [а], Т. Н. Ларина [б]*

[а)] Башкирский институт физической культуры (филиал) ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры» (г. Уфа, Россия).
https://orcid.org/0009-0001-2432-833X

[б)] Оренбургский филиал Института экономики УрО РАН (г. Оренбург, Россия).
https://orcid.org/0000-0001-9113-321X

Автор для корреспонденции: Т. Н. Ларина (lartn.oren@mail.ru).

**Аннотация.** *Промышленный комплекс играет важную роль в экономике России, обеспечивая до 30 % произведенного ВВП. Важными факторами развития отрасли являются инновации и инвестиции. В статье проанализированы статистические данные за 2019–2023 гг. по производству промышленной продукции, состоянию инновационной и инвестиционной сферы в Приволжском федеральном округе и в том числе по двум крупным республикам (Башкортостану и Татарстану). Эмпирическое исследование позволяет сделать вывод о зависимости региональной экономики и, прежде всего, промышленной отрасли, от состояния ее инновационно-инвестиционной сферы.*

**Ключевые слова:** промышленность; инновации; инвестиции; региональная экономика; Республика Башкортостан; Республика Татарстан

[1] © Сагатгареев Э. Р., Ларина Т. н. Текст. 2024.

# The process of innovation and investment as a factor in the development of the regional economy (on the example of large industrial regions of the Volga Federal District)

*E. Sagatgareev [a], T. Larina [b]*

[a] Bashkir Institute of Physical Culture (branch) of the Urals State University of Physical Culture (Ufa, Russia), https://orcid.org/0009-0001-2432-833X

[b] Orenburg Branch of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Orenburg, Russia), https://orcid.org/0000-0001-9113-321X

Corresponding author: T. Larina (e-mail: lartn.oren@mail.ru).

**Abstract.** *The industrial complex plays an important role in the Russian economy, providing up to 30 % of the GDP produced. Innovations and investments are important factors in the development of the industry. The article analyzes statistical data on the production of industrial products in the period from 2019 to 2023, as well as the state of innovation and investment in the Volga Federal District, including two large republics (Bashkortostan and Tatarstan). The empirical research allowed us to draw a conclusion about the dependence of the regional economy (and, above all, of the industrial sector), on the state of the sphere of innovation and investment.*

**Keywords:** industry; innovations; investments; regional economy; Republic of Bashkortostan; Republic of Tatarstan

## *Введение*

Опираясь на ряд тематических исследований отечественных ученых (Ларина & Пасечникова, 2023; Половян и др., 2024; Симачев и др., 2022), необходимо подчеркнуть важную роль промышленного комплекса в экономическом развитии России. В состав промышленного производства включают такие виды деятельности, как добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха, водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений. В промышленном производстве создается около трети добавленной стоимости в России. Так, если в 2019 г. доля добавленной стоимости четырех видов деятельности промышленности в добавленной стоимости страны в целом составляла 30,4 %, то в 2023 г. она снизилась на 1,7 п. п., что указывает на наличие проблем в отрасли[1]. Согласно современному представлению об экономике, инновации и инвестиции являются одними из важнейших факторов развития отраслей и организаций.

[1] Официальная статистика [сайт] / Федеральная служба государственной статистики России. https://rosstat.gov.ru/folder/10705 (дата обращения: 25.09.2024).

По общему мнению ученых, существует тесная связь между уровнем развития производства и состоянием инвестиционных и инновационных процессов у хозяйствующих субъектов (Крюков & Токарев, 2023; Чмышенко & Коровина, 2022). Ряд исследователей рассматривают инновации и инвестиции как отдельные факторы развития (Борисов и др., 2022; Чередниченко и др., 2020), а другие ученые считают, что эти факторы образуют единый инновационно-инвестиционный процесс, поскольку внедрение инноваций без инвестиций невозможно (Герасина & Герасина, 2021; Ермакова, 2023).

Целью исследования является оценка зависимости уровня развития промышленности от инновационно-инвестиционного процесса в индустриально развитых регионах Приволжского федерального округа.

Методы исследования: сравнительный, статистические методы анализа динамики, структуры и др. Информационной базой исследования являются данные Росстата за 2019–2023 гг.

В рамках данного исследования проанализированы показатели состояния промышленности, инновационных и инвестиционных процессов по Республике Башкортостан (РБ) и Республике Татарстан (РТ), которые являются ведущими региональными экономиками Приволжского федерального округа (ПФО). Оба субъекта РФ имеют сопоставимую численность населения (чуть более 4 млн чел.) и главное — характеризуются важной ролью промышленности в региональной экономике. Сравнительный анализ двух регионов позволяет более достоверно оценить результаты влияния инновационно-инвестиционных процессов на состояние промышленности.

### *Основная часть*

Как видно из данных таблицы 1, начиная с 2020 г. прослеживалась тенденция роста объема отгруженных промышленных товаров, работ и услуг в фактических ценах как по ПФО в целом, так и в обеих республиках.

Прирост показателя в РТ был значительно выше, чем в среднем в федеральном округе и в РБ (1,74 раза против 1,5 и 1,33 раза соответственно). Также необходимо отметить, что вклад татарстанской промышленности в развитие промышленности Приволжского федерального округа на протяжении всего анализируемого периода был значительно выше, чем у Республики Башкортостан. Так, например, доля РТ и РБ по объему отгруженных промышленных товаров, работ и услуг в фактических ценах в составе ПФО в 2023 г. составляла соответственно 24,2 % и 11,8 %.

Таблица 1

**Изменение объема отгруженных промышленных товаров, работ и услуг по ПФО, Республике Башкортостан, Республике Татарстан за 2019–2023 гг.**

| Показатель | Данные показателя по годам | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| *Объем отгруженных промышленных товаров, работ и услуг (в фактических ценах), трлн руб.:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 13,50 | 12,80 | 16,60 | 17,90 | 20,20 |
| Республика Башкортостан | 1,80 | 1,58 | 2,11 | 2,17 | 2,40 |
| Республика Татарстан | 2,81 | 2,78 | 4,11 | 4,53 | 4,90 |
| *Объем отгруженных промышленных товаров, работ и услуг (в постоянных ценах 2019 г.), трлн руб.:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 13,50 | 13,30 | 14,10 | 14,40 | 15,50 |
| Республика Башкортостан | 1,80 | 1,78 | 1,86 | 1,93 | 2,08 |
| Республика Татарстан | 2,81 | 2,72 | 2,95 | 3,15 | 3,24 |

Источник: Официальная статистика [сайт] / Федеральная служба государственной статистики России. https://rosstat.gov.ru/folder/10705 (дата обращения: 25.09.2024).

Необходимо отметить, что интенсивность роста показателя, выраженного в фактических ценах, для ПФО, РБ и РТ была существенно выше по сравнению с аналогичным показателем в постоянных ценах 2019 г. Так, объем отгруженных промышленных товаров, работ и услуг в постоянных ценах за 2019–2023 гг. увеличился соответственно на 14,9 % (ПФО), 15,8 % (РБ) и 15,3 % (РТ). Темпы роста показателя в постоянных ценах в обеих республиках были примерно одного порядка, но в РБ на рост объема отгруженных промышленных товаров, работ, услуг влияли и рост цен, и рост физического объема производства. При этом в РТ основным фактором роста объема промышленного производства был рост цен на продукцию.

Мы считаем, что объем промышленного производства является производным показателем от имеющейся материально-технической базы организаций и прежде всего от состояния основных фондов. В анализируемом периоде прослеживалась тенденция роста как полной, так и остаточной стоимостей основных фондов промышленных организаций (без субъектов малого предпринимательства) Приволжского федерального округа, Республики Башкортостан и Республики Татарстан (табл. 2).

Так, значение второго из вышеуказанных показателей возросло в 1,44, 1,45 и 1,6 раза соответственно. При этом за 2019–2023 гг. наблюдалось и снижение степени износа основных фондов промыш-

Таблица 2

**Изменение стоимости и степени износа основных фондов промышленных коммерческих организаций (без субъектов малого предпринимательства) по ПФО, Республике Башкортостан, Республике Татарстан за 2019–2023 гг.**

| Показатель | Значение показателя по годам | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| *Среднегодовая полная стоимость основных фондов промышленных коммерческих организаций (без субъектов малого предпринимательства), млрд руб.:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 9295,9 | 10067,2 | 10787,0 | 11580,4 | 12809,3 |
| Республика Башкортостан | 1005,1 | 1083,5 | 1181,4 | 1296,4 | 1407,0 |
| Республика Татарстан | 2032,8 | 2219,6 | 2354,1 | 2525,3 | 2857,0 |
| *Среднегодовая остаточная стоимость основных фондов промышленных коммерческих организаций (без субъектов малого предпринимательства), млрд руб.:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 4480,3 | 4676,8 | 4864,6 | 5537,3 | 6457,2 |
| Республика Башкортостан | 473,4 | 489,7 | 527,2 | 611,3 | 685,1 |
| Республика Татарстан | 1068,8 | 1097,7 | 1114,4 | 1356,7 | 1705,0 |
| *Степень износа основных фондов промышленных коммерческих организаций (без субъектов малого предпринимательства), %:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 51,8 | 53,5 | 54,9 | 52,2 | 49,6 |
| Республика Башкортостан | 52,9 | 54,8 | 55,4 | 52,8 | 51,3 |
| Республика Татарстан | 47,4 | 50,5 | 52,7 | 46,3 | 40,3 |

Источник: Официальная статистика [сайт] / Федеральная служба государственной статистики России. https://rosstat.gov.ru/folder/10705 (дата обращения: 25.09.2024).

ленных организаций (без субъектов малого предпринимательства) по ПФО, РБ и РТ. Так, значение этого показателя сократилось до 49,6 % (ПФО), 51,3 % (РБ) и 40,3 % (РТ) соответственно. Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод, что за весь анализируемый период произошло укрепление материально-технической базы промышленности в ПФО, РБ и РТ. Причем наиболее благоприятная ситуация сложилась именно в Республике Татарстан. В частности, в этом регионе существенно ниже степень износа основных фондов промышленных организаций (без субъектов малого предпринимательства), чем в Республике Башкортостан и ПФО в целом.

Рассмотрим состояние инновационного процесса в регионах-объектах исследования (табл. 3).

Таблица 3

**Состояние инновационного процесса в ПФО, Республике Башкортостан, Республике Татарстан за 2019–2023 гг.**

| Показатель | Значение показателя по годам | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Уровень инновационной активности организаций, %: | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 11,6 | 15,5 | 16,7 | 15,9 | 16,7 |
| Республика Башкортостан | 10,3 | 25,1 | 21,2 | 14,8 | 16,4 |
| Республика Татарстан | 17,4 | 24,9 | 29,0 | 32,0 | 33,6 |
| *Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, %:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 22,5 | 27,1 | 27,2 | 27,8 | 28,1 |
| Республика Башкортостан | 20,8 | 33,5 | 26,3 | 22,7 | 26,5 |
| Республика Татарстан | 26,5 | 37,1 | 41,1 | 46,0 | 47,0 |
| *Разработанные передовые производственные технологии, ед.:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 219 | 323 | 333 | 474 | 424 |
| Республика Башкортостан | 13 | 53 | 53 | 53 | 50 |
| Республика Татарстан | 54 | 65 | 74 | 219 | 169 |
| *Используемые передовые производственные технологии, ед.:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 76936 | 70100 | 73290 | 77154 | 80596 |
| Республика Башкортостан | 8614 | 6355 | 6455 | 7731 | 8352 |
| Республика Татарстан | 8304 | 7178 | 6729 | 7264 | 7668 |
| *Удельный вес затрат на инновационную деятельность (в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг), %:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 2,9 | 3,6 | 3,3 | 3,1 | 3,3 |
| Республика Башкортостан | 1,2 | 1,4 | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
| Республика Татарстан | 3,3 | 5,0 | 4,7 | 5,1 | 5,5 |
| *Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг, %:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 11,3 | 11,3 | 10,3 | 10,2 | 12,5 |
| Республика Башкортостан | 6,5 | 7,9 | 8,0 | 5,1 | 7,4 |
| Республика Татарстан | 18,1 | 18,1 | 18,3 | 19,0 | 19,8 |
| *Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг организаций промышленного производства, %:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 12,4 | 12,9 | 11,3 | 10,9 | 13,6 |
| Республика Башкортостан | 7,8 | 9,9 | 9,9 | 6,2 | 8,9 |
| Республика Татарстан | 21,5 | 22,2 | 20,8 | 21,5 | 22,9 |

Источник: Официальная статистика [сайт] / Федеральная служба государственной статистики России. https://rosstat.gov.ru/folder/10705 (дата обращения: 25.09.2024).

Как видно из данных таблицы 3, на протяжении всего анализируемого периода значения удельного веса инновационных товаров, работ и услуг для промышленных организаций были несколько выше, чем по экономике ПФО, РБ и РТ. При этом доля инновационных товаров, работ и услуг в Республике Татарстан существенно превышала значение аналогичного показателя не только в Республике Башкортостан, но и в среднем по ПФО. Практически идентичная ситуация наблюдалась и по ряду других показателей, характеризующих состояние инновационного процесса. Так, например, если уровень инновационной активности организаций в среднем по ПФО и в РБ принимал практически идентичные значения в 2019, 2022 и 2023 гг., то в РТ был существенно выше, за исключением 2020 г. В 2020 г. для РБ и РТ значения показателя являлись сопоставимыми. Однако в 2023 г. уровень инновационной активности организаций РТ достиг исторического максимума (33,6 %) и двукратно превысил значение аналогичного показателя по сравнению с РБ и ПФО. Необходимо отметить, что в ПФО и РБ так же, как и в РТ, на протяжении всего анализируемого периода активно использовались передовые производственные технологии. Однако при этом РТ в 2022–2023 гг. существенно опережала РБ по разработанным передовым производственным технологиям за счет значительно большей доли затрат на инновационную деятельность.

В таблице 4 представлено изменение значения показателей, характеризующих состояние инвестиционного процесса в ПФО, РБ и РТ.

Как видно из таблицы 4, инвестиции в основной капитал (в фактически действующих ценах) по Республике Татарстан на протяжении всего анализируемого периода были существенно выше, чем в Республике Башкортостан. Наибольший «отрыв» по данному показателю наблюдался в 2019 г. и 2023 г. и составлял порядка 1,9 раз. В анализируемом периоде произошел существенный рост инвестиций в основной капитал для ПФО, РБ и РТ, причем как в фактических, так и постоянных ценах. Так, значение показателя в фактически действующих ценах за весь период (2019–2023 гг.) увеличилось по Приволжскому федеральному округу в 1,78 раза, в каждой из республик — Башкортостане и Татарстане — в 1,84 раза. Рассчитанный в постоянных ценах объем инвестиций увеличился в федеральном округе в целом в 1,26 раза, в Республике Башкортостан — в 1,29 раза, в Республике Татарстан — в 1,33 раза. Однако рост инвестиций в основной капитал в фактических ценах в большей степени объяснялся воздействием ценового фактора (инфляции). Так, за счет физических объемов роста инвестиций в основной капитал значение

Таблица 4

**Состояние инвестиционного процесса в ПФО, Республике Башкортостан, Республике Татарстан за 2019–2023 гг.**

| Показатель | Значение показателя по годам | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| *Инвестиции в основной капитал в фактически действующих ценах, млрд руб.:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 2718,6 | 2828,8 | 3118,4 | 3806,4 | 4830,2 |
| Республика Башкортостан | 337,7 | 380,8 | 422,6 | 519,5 | 620,0 |
| Республика Татарстан | 640,8 | 615,6 | 689,2 | 888,6 | 1180,4 |
| *Темп изменения инвестиций в основной капитал в сопоставимых ценах, в % к предыдущему году:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 102,9 | 98,2 | 104,8 | 105,5 | 116,1 |
| Республика Башкортостан | 119,0 | 105,0 | 105,9 | 107,4 | 107,6 |
| Республика Татарстан | 96,4 | 92,6 | 106,4 | 110,5 | 122,0 |
| *Темп изменения инвестиций в основной капитал в постоянных ценах 2019 года, в %:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | — | 98,2 | 102,9 | 108,5 | 126,1 |
| Республика Башкортостан | — | 105,0 | 111,2 | 119,4 | 128,5 |
| Республика Татарстан | — | 92,6 | 98,5 | 108,8 | 132,8 |
| Инвестиции в основной капитал в постоянных ценах 2019 года, млрд руб.: | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 2718,6 | 2668,6 | 2796,7 | 2950,5 | 3426,9 |
| Республика Башкортостан | 337,7 | 354,6 | 375,5 | 403,3 | 434,0 |
| Республика Татарстан | 640,8 | 593,3 | 631,3 | 697,5 | 851,0 |
| *Инвестиции в основной капитал, в % к ВРП:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 19,3 | 20,7 | 18,2 | 19,4 | … |
| Республика Башкортостан | 18,7 | 22,5 | 21,0 | 23,2 | … |
| Республика Татарстан | 22,8 | 23,4 | 19,5 | 21,3 | …. |
| *Доля собственных средств в инвестициях в основной капитал (без субъектов малого предпринимательства), %:* | | | | | |
| Приволжский федеральный округ | 62,8 | 61,7 | 62,1 | 57,1 | … |
| Республика Башкортостан | 53,2 | 53,6 | 61,2 | 64 | … |
| Республика Татарстан | 61,6 | 59,2 | 56 | 56,1 | …. |

Примечание: данные не приводятся по причине отсутствия на момент публикации статьи данных о ВРП за 2023 г.

Источник: Официальная статистика [сайт] / Федеральная служба государственной статистики России. https://rosstat.gov.ru/folder/10705 (дата обращения: 25.09.2024).

показателя в фактических ценах за 2019–2023 гг. увеличилось только на 33,5, 34,1 и 38,9 % (от общего изменения) соответственно для ПФО, РБ и РТ.

По уровню инвестиций в основной капитал (в % от ВРП) если Республика Башкортостан несколько уступала Республике Татарстан в 2019–2020 гг., то в 2021–2022 гг. наблюдалась обратная ситуация. По доле собственных источников финансирования инвестиций в основной капитал в анализируемом периоде для РБ и РТ также прослеживались разнонаправленные тенденции, соответственно роста / сокращения значения показателя. С позиции финансовой независимости хозяйствующих субъектов увеличение доли собственных средств можно охарактеризовать позитивно.

### *Заключение*

Учитывая вышесказанное, можно сделать, вывод, что Республика Татарстан занимает лидирующее положение по уровню развития инновационно-инвестиционного процесса, существенно опережая Республику Башкортостан. «Подтягивание» Башкортостана к уровню Татарстана по промышленному производству возможно за счет роста инвестиций в реальный сектор экономики, интенсификации процесса развития инновационной сферы региональной экономики.

В настоящее время не существует единой (общепринятой) модели инновационного развития нашей страны на мезоуровне управления. При этом отечественными учеными предпринимаются небезуспешные попытки разработки комплекса мер для ускорения инновационного развития и прежде всего промышленности в условиях санкционного давления на национальную экономику «недружественных» стран (США, ЕС и др.) и с учетом региональной специфики отдельных субъектов РФ (Левин, 2020; Худяков & Мерзлов, 2024; Юсупова & Халимова, 2020; и др.). Опыт регионов, демонстрирующих высокие темпы инвестиций и развития инновационной деятельности, необходимо учитывать при организации мониторинга ситуации в промышленной сфере региональной экономики и управления развитием отрасли.

### *Благодарности*

Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием Минобрнауки России для ФГБУН Института экономики УрО РАН на 2024 год.

***Acknowledgements***

The article was prepared in accordance with the state assignment of the Ministry of Education and Science of Russia for the Federal State Budgetary Scientific Institution Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences for 2024.

***Список источников***

Борисов, А. Н., Бородин, А. И., Губарев, Р. В. и др. (2022). Управление инвестиционной привлекательностью субъектов Российской Федерации в контексте достижения целей устойчивого развития ООН. *Вестник МГИМО-Университета, 15* (3), 202–230. DOI: 10.24833/2071-8160-2022-3-84-202-230

Герасина, О. Н., Герасина, Ю. А. (2021). Инновационно-инвестиционный процесс как интеграция инноваций и инвестиций. *Вестник Московского гуманитарно-экономического института, 4,* 59–65. DOI: 10.37691/2311-5351-2022-0-4-59-65

Ермакова, Ж. А. (2023). Финансовое обеспечение технологического развития отраслей экономики. *Вестник Самарского университета. Экономика и управление, 3,* 59–70. DOI: 10.18287/2542-0461-2023-14-3-59-70.

Крюков, В. А., Токарев, А. Н. (2023). Инновационно-ресурсные направления развития промышленности: пример Юга Тюменской области. *Проблемы прогнозирования, 1,* 42–52. DOI: 10.47711/0868-6351-196-42-52.

Ларина, Т. н., Пасечникова, Л. В. (2023). Комплексный анализ уровня развития промышленности в России. *Друкеровский вестник, 4,* 105–118. DOI: 10.17213/2312-6469-2023-4-105-118.

Левин, В. С. (2020). Оценка инвестиционной привлекательности региональных облигаций Оренбургской области в условиях смягчения денежно-кредитной политики и глобальной неопределенности. *Интеллект. Инновации. Инвестиции, 6,* 48–60. DOI: 10.25198/2077-7175-2020-6-48.

Половян, А. В., Лепа, Р. Н., Гриневская, С. Н. (2024). Промышленный суверенитет и развитие новых регионов России. *Проблемы прогнозирования, 2,* 61–72. DOI: 10.47711/0868-6351-203-61-72.

Симачев, Ю. В., Федюнина, А. А., Кузык, М. Г. (2022). Российская промышленная политика в условиях трансформации системы мирового производства и жестких ограничений. *Вопросы экономики, 6,* 5–25. DOI: 10.32609/0042-8736-2022-6-5-25.

Худяков, В. В., Мерзлов, И. Ю. (2024). Формирование мероприятий опережающего развития научно-технического потенциала обрабатывающих производств России. Государственное управление. *Электронный вестник, 102,* 77–94. DOI: 10.55959/MSU2070-1381-102-2024-77-94.

Чередниченко, Л. Г., Губарев, Р. В., Дзюба, Е. И., Файзуллин, Ф. С. (2020). Целевое управление инновационным развитием регионов России. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия экономика, 36* (2), 319–350. DOI: 10.21638/spbu05.2020.207.

Чмышенко, Е. Г., Коровина, А. А. (2022). Инвестиционная деятельность на оренбургском предприятии машиностроения. *Экономика и управление в машиностроении, 1,* 39–43.

Юсупова, А. Т., Халимова, С. Р. (2020). Высокотехнологичный бизнес в регионах России: роль в экономике, дифференциация и основные детерминанты развития. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия менеджмент, 1,* 67–96.

## *References*

Borisov, A.N., Borodin, A.I., Gubarev, R.V. et al (2022). Managing the investment attractiveness of the Federal subjects of Russia in the context of the UN sustainable development goals. *Vestnik MGIMO-Universiteta [MGIMO review of international relations], T. 15* (3), 202–230. DOI: 10.24833/2071-8160-2022-3-84-202-230. (In Russ.)

Cherednichenko, L.G., Gubarev, R.V., Dzyuba, E.I., Fayzullin, F.S. (2020). Targeted management of innovative development of Russian regions. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya e`konomika [St Petersburg university journal of economic studies], 36* (2), 319–350. DOI: 10.21638/spbu05.2020.207. (In Russ.)

Chmyshenko, E.G. & Korovina, A.A. (2022). Investment activities at the Orenburg engineering enterprise. *E`konomika i upravlenie v mashinostroenii [Economika i upravlenie v mashinostroenii], 1,* 39–43. (In Russ.)

Gerasina, O.N. & Gerasina, Yu.A. (2021). Innovation and investment process as integration of innovation and investment. *Vestnik Moskovskogo gumanitarno-e`konomicheskogo instituta [Vestnik MHEI], 4,* 59–65. DOI: 10.37691/2311-5351-2022-0-4-59-65. (In Russ.)

Ermakova, Zh.A. (2023). Financial support for the technological development of economic sectors. *Vestnik Samarskogo universiteta. E`konomika i upravlenie [Vestnik of Samara university. Economics and management], 3,* 59–70. DOI: 10.18287/2542-0461-2023-14-3-59-70. (In Russ.)

Kryukov, V.A. & Tokarev, A.N. (2023). Innovative-resource directions of industrial development: the example of the South of the Tyumen region. *Problemy` prognozirovaniya [Studies on Russian economic development], 1,* 42–52. DOI: 10.47711/0868-6351-196-42-52. (In Russ.)

Larina, T.N. & Pasechnikova, L.V. (2023). Comprehensive analysis of the level of industrial development in Russia. *Drukerovskij vestnik [Drukerovskij vestnik], 4,* 105–118. DOI: 10.17213/2312-6469-2023-4-105-118. (In Russ.)

Levin, V.S. (2020). Assessment of the investment attractiveness of regional bonds of the Orenburg region in the context of mitigating monetary policy and global uncertainty. *Intellekt. Innovacii. Investicii [Intellect. Innovations. Investments], 6,* 48–60. DOI: 10.25198/2077-7175-2020-6-48. (In Russ.)

Polovyan, A.V., Lepa, R.N., Grinevskaya, S.N. (2024). Industrial sovereignty and development of new regions in Russia. *Problemy` prognozirovaniya [Studies on*

*Russian economic development], 2,* 61–72. DOI: 10.47711/0868-6351-203-61-72. (In Russ.)

Simachev, Yu.V., Fedyunina, A.A., Kuzyk, M.G. (2022). Russian industrial policy in the context of global production system transformation and severe constraints. *Voprosy` e`konomiki [Voprosy Ekonomiki], 6,* 5–25. DOI: 10.32609/0042-8736-2022-6-5-25. (In Russ.)

Xudyakov, V.V. & Merzlov, I.Yu. (2024). Formation of measures for the advanced development of scientific and technical potential of manufacturing industry in Russia. *Gosudarstvennoe upravlenie. E`lektronny`j vestnik [E-journal. Public administration], 102,* 77–94. DOI: 10.55959/MSU2070-1381-102-2024-77-94. (In Russ.)

Yusupova, A.T. & Khalimova, S.R. (2020). High tech business in Russian regions: role in economy, differentiation, main development determinants. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya menedzhment [Vestnik of Saint Petersburg university. Management], 1,* 67–96. (In Russ.)

**Сагаттареев Эдуард Рафикович** — старший преподаватель, Башкирский институт физической культуры (филиал) ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры»; https://orcid.org/0009-0001-2432-833X (Российская Федерация, 450077, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Коммунистическая, 67; e-mail: eduard-sagatgareev@yandex.ru).

**Ларина Татьяна Николаевна** — доктор экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Оренбургский филиал Института экономики УрО РАН; https://orcid.org/0000-0001-9113-321X (Российская Федерация, 460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11; e-mail: lartn.oren@mail.ru).

**Eduard R. Sagatgareev** — Senior Lecturer, Bashkir Institute of Physical Culture (branch) of the Urals State University of Physical Culture; https://orcid.org/0009-0001-2432-833X (67, Communisticheskaya St, Ufa, Russian Federation. e-mail: eduard-sagatgareev@yandex.ru).

**Tatiana N. Larina** — Dr. Sci. (Econ.), Associate Professor, Leading Researcher, Orenburg Branch of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; Scopus Author ID: 57211478509; https://orcid.org/0000-0001-9113-321X (11, Pionerskaya St., Orenburg, Russian Federation; e-mail: lartn.oren@mail.ru).

**УДК 331, 519.7**
**JEL J01, J24, O33**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-20**

# Генезис искусственного интеллекта как драйвера трансформации потенциала человеческого капитала[1]

*Р. Дж. Сарвари*

Полоцкий государственный университет (г. Новополоцк, Республика Беларусь).
https://orcid.org/0000-0003-3001-1950

Автор для корреспонденции: Р. Дж. Сарвари (renata.sarvari@mai.ru).

**Аннотация.** *Исследование посвящено изучению генезиса искусственного интеллекта (ИИ) и его влияния на развитие человеческого капитала в историко-аналитической перспективе. Цель работы — определить взаимосвязь между этапами эволюции ИИ и изменениями в структуре навыков, занятости и образовательных потребностей. В рамках исследования использована комплексная методология, включающая историко-аналитический подход, сравнительный анализ и синтез данных. Результаты демонстрируют, что развитие ИИ способствует трансформации профессиональной структуры: от автоматизации рутинных задач до создания инструментов, увеличивающих инновационный потенциал. Выводы подчеркивают необходимость адаптации образовательных систем к новым вызовам. Основные ограничения связаны с недостаточным учетом региональных и нормативно-правовых особенностей. Будущие исследования могут быть направлены на разработку стратегий для преодоления барьеров интеграции ИИ. Результаты применимы в образовательной политике, прогнозировании занятости и разработке технологий.*

**Ключевые слова:** искусственный интеллект; человеческий капитал; автоматизация; навыки; экономика труда

[1] © Сарвари Р. Дж. Текст. 2024.

# The Genesis of Artificial Intelligence as a Driver for the Transformation of Human Capital Potential

*R. Sarvary*
Polotsk State University (Novopolotsk, The Republic of Belarus).
https://orcid.org/0000-0003-3001-1950
Corresponding author: R. Sarvary (renata.sarvari@mail.ru).

**Abstract.** *The study is devoted to the study of the genesis of artificial intelligence (AI) and its impact on the development of human capital from a historical and analytical perspective. The goal of the work is to determine the relationship between the stages of AI evolution and changes in the structure of skills, employment and educational needs. The study uses a comprehensive methodology, including a historical and analytical approach, comparative analysis and data synthesis. The results demonstrate that the development of AI contributes to the transformation of the professional structure: from the automation of routine tasks to the creation of tools that increase innovative potential. The findings emphasize the need to adapt educational systems to new challenges. The main limitations are associated with insufficient consideration of regional and regulatory features. Future research can be aimed at developing strategies to overcome barriers to AI integration. The results are applicable to educational policy, employment forecasting and technology development.*

**Keywords:** artificial intelligence; human capital; automation; skills; labor economics

## *Введение*

Искусственный интеллект (ИИ) является мощным драйвером трансформации потенциала человеческого капитала. Начиная с первых экспериментов с нейронными сетями в середине XX в., технологии ИИ изменяли представления о рутинных и интеллектуальных задачах, что в свою очередь повлияло на профессиональную структуру и навыки работников. С течением времени оказываемый эффект от использования ИИ в контексте развития человеческого капитала претерпевал изменения в каждой научной парадигме, от автоматизации рутинных задач до создания универсальных систем для аналитических и креативных функций.

Цель исследования — изучить генезис ИИ и его влияние на потенциал развития человеческого капитала в рамках историко-аналитического подхода. Логика исследования основывается на изучении научных парадигм в исторической ретроспективе. Ожидается, что результаты подтвердят гипотезу о взаимосвязи между развитием ИИ и изменением потенциала человеческого капитала.

Для проведения исследования использовалась комплексная методология, объединяющая историко-аналитический подход, тематический анализ и синтез научных данных. Основными этапами работы стали:

1) систематизация данных по научным парадигмам ИИ, где нами рассмотрено историческое развитие ИИ путем дробления периода становления технологии на этапы — временные промежутки, каждый из которых анализировался с точки зрения научных парадигм, технологий, их применения и влияния на человеческий капитал. В качестве данных для последующего анализа автором использованы результаты фундаментальных исследований в области ИИ и человеческого капитала, а также статистические отчеты и технологические прогнозы. Это позволило проследить тренды и выделить ключевые моменты трансформации потенциала человеческого капитала;

2) сравнительный анализ, в рамках которого проведено сопоставление парадигм развития ИИ в разные исторические периоды. Основное внимание уделялось изменению роли человеческого капитала под воздействием конкретных технологий;

3) обобщение и синтез выводов, где на основе собранных в рамках исследования данных были выделены ключевые закономерности в развитии взаимодействия ИИ и человеческого капитала. Эти закономерности обобщены в виде модели эволюции человеческого капитала под воздействием технологий ИИ.

## *Основная часть*

### *2.1. Обзор литературы*

Понимание роли человеческого капитала и его потенциала в экономике труда тесно связано с изменением в подходах к определению понятия ИИ. При этом исследования в области искусственного интеллекта характеризовались биполярностью мнений и связью категории с ее способностью решать определенный круг задач. Среди основных в XX в. выделяли две точки зрения: такие сторонники, как Н. Винер, Р. Эшби, С.М. Шалютин, Д.А. Поспелов, Л.Б. Баженов, считали, что ЭВМ можно обучить всему тому, что умеет человек, и при этом некоторые задачи, не поддающиеся алгоритмизации, она будет решать быстрее, надежнее и точнее. Сторонники второй точки зрения, такие как А.И. Поздняков, А.В. Брушлинский, Б.В. Бирюков, более осторожны в суждениях относительно возможностей машин, скептически рассматривая их в качестве устройств, усиливающих некоторые способности и мастерство человека (Гор-

ская, 1988). К первым существенным исследованиям в области искусственного интеллекта часто относят работу Мак-Калока и Питса, где авторами показано, что на сети из формальных нейронов можно воспроизвести любую логическую функцию (Губерман, 1987). Ими также была сформулирована и доказана теорема, что любая функция естественной нервной системы, которая может быть логически описана с помощью конечного числа слов, а такжн реализована с помощью формальной нервной сети. Однако формулировка не давала четкого представления о признаках, определяющих интеллектуальность системы. В попытке определить интеллектуальность системы через ее способность к мышлению (непонятному человеческому разуму) А. Тьюрингом был предложен тест, дающий возможность испытать систему на «интеллект». Считалось, «… если лицо, задающее вопросы, не в состоянии определить, общается ли он с человеком или машиной, и если на самом деле это была машина, то следует считать, что машина обладает „интеллектом”» (Turing, 1950). Несмотря на существенные исследования того времени, обобщенная парадигма мышления исследований 1940-х гг. в области искусственного интеллекта звучала, скорее, как философская концепция. Помимо работ в области точных наук, многие философы пытались понять природу разума, сознания и познания, что стало основой будущих разработок в области ИИ. На данном отрезке времени влияние ИИ на трансформацию потенциала человеческого капитала рассматривалось через концепт повышения производительности труда посредством автоматизации, предложенный Н. Винер (Винер, 1986).

Конец 1950-х гг. в области исследований ИИ характеризовался началом формализации искусственного интеллекта как научной дисциплины. Прямое влияние на человеческий капитал еще не рассматривалось, но идеи автоматизации труда начали получать внимание. Кроме того, период ознаменован осмыслением машинного интеллекта и его потенциальной роли в трудовой деятельности. К исследованиям периода относятся работы А. Тьюринга (обсуждающего возможность создания машин, способных демонстрировать человеческий интеллект), Дж. Ньюман (анализировавшего развитие концепций вычислительных машин и их потенциала для автоматизации). С.Л. Рубинштейн в 1959 г. высказал точку зрения относительно воздействия машин на стиль мышления инженеров-кибернетиков и математиков, которое выражалось в безудержной фантазии создателей наделить мыслящий мозг определением

машины подобного рода, с тем чтобы отдать этим машинам все свойства мыслящего ума (Рубинштейн, 1976).

Начало 1960-х гг. отмечено развитием экспертных систем и первых программ для автоматизации задач. Исследования акцентируют внимание на улучшении производительности в производстве. Среди значимых работ этих лет выделяются исследования М. Минского, изучавшего способность машины к решению задач, опираясь на накопленные знания в узких профессиональных областях. В работах Э. Фейгенбаума (Feigenbaum, 1977) использовались базы знаний для вывода решений, что послужило основой для создания экспертных систем, (например, DENDRAL и MYCIN), обладающих способностью к решению определенного круга задачи на основе заранее заложенных правил и фактов. В свою очередь А. Ньюэлл и Г.А. Саймон определяли искусственный интеллект как область исследования, «в которой цифровые вычислительные машины используются для моделирования разумного поведения» (Дрейфус, 1978). Конец периода отмечает трансформацию потенциала ИИ для развития человеческого капитала через усиление его роли за счет автоматизации интеллектуальных задач.

Кризис последующего десятилетия в исследованиях ИИ привел к увеличению скептицизма о возможностях технологий радикально трансформировать человеческий капитал. Х. Дрейфус описывает скептическое отношение к ИИ в периоды застоя (названного в научных кругах «зимой ИИ»): «…вся история исследований искусственного интеллекта вплоть до сегодняшнего дня складывается из череды отдельных эпизодов, когда, как правило, очень умеренная удача на исключительно узком участке работы довольно скоро оборачивается полной несостоятельностью на более широком поле, к исследованию которого, казалось бы, поощрял первоначальный успех». Н. Нильсон в своей книге «Искусственный интеллект. Методы поиска решений» высказывает точку зрения: «…искусственный интеллект — это не что иное как инженерная дисциплина, поскольку его первоначальной целью является создание конструкций. Поэтому в поисках теории искусственного интеллекта смысла не больше, чем в поисках, скажем, теории гражданского строительства». (Нильсон, 1973). В свою очередь Институт психологии Академии Наук СССР (Тихомиров и др., 1976) определял искусственный интеллект как научное направление, которое является продуктом дифференциации кибернетики, рассматриваемую Н. Винером (Винер, 1986) как теорию управления и связи в животном и машине, разделившейся в ходе своего развития на ряд областей, к которым

относят «самоорганизующиеся системы», «моделирование» и собственно «искусственный интеллект». Ю.В. Орфеева видит ИИ как область исследований, полученную в результате симбиоза усилий по программированию ЭВМ интеллектуальных игр (шашки, шахматы) и из работ по машинному доказательству теорем, а также работ по созданию автоматизированных систем распознавания образов и формирования понятий посредством ЭВМ (Орфеев, 1986). Следуя определению Орфеева, возможно сделать вывод, что ИИ-системы обладают формой. Говоря о представлениях формы ИИ в 1970-е гг., отмечается мнение Дж. Слэйгла, который считал, что форма обрамления искусственного интеллекта — это машины, и такие машины почти всегда относятся к типу вычислительной техники (Слэйгл, 1973). Однако переходом глобального мира к новому технологическому укладу в понятие искусственный интеллект стали включать все большее количество форм, а задачи, решаемые такой формой, не ограничиваются сугубо вычислениями. Схожего с Орфеевым мнения о разделении направлений в ИИ как области исследований придерживался А.В. Тимофеев, выделяя несколько подходов к исследованию: физиологического подхода, подхода создания ИИ на базе ЭВМ, и подхода, в котором ИИ — не заменитель человеческого интеллекта, а орудие расширения его возможностей (Тимофеев, 1978).

С ростом интереса к ИИ как к ассистенту человека, а не его заменителя, научное общество уделяло все большее внимание к расширению спектра решаемых задач, выполнение которых едва ли возможно без обогащения системы новыми данными. П. Уинстон (1980) дал альтернативное понимание искусственному интеллекту — это наука о концепциях, позволяющих вычислительным машинам делать такие вещи, которые у людей выглядят разумными; а центральные задачи искусственного интеллекта заключаются в попытке сделать вычислительные машины более полезными и помочь в понимании принципов, лежащих в основе интеллекта. В этот период ИИ связывали с вероятностными методами и статистикой, что позволяло системе работать с неполными или неопределенными данными. Машинам нужно было не просто следовать строгим правилам, но и учитывать вероятности для более точного предсказания и вывода.

Таким образом, парадигма научной мысли 1980-х гг. наделяет ИИ способностью машины к обучению на основе данных. Среди фундаментальных исследований этого периода отмечены работы Дж. Перла, развивающего байесовские сети, что привело к прогрессу в области вероятностного ИИ и обработке неопределенности. Такие

авторы, как Дж. Коннорс и Т. Сейновски, внесли вклад в развитие нейронных сетей и алгоритмов обучения. Дж. Хинтон разработал алгоритмы для нейронных сетей, в т. ч. обратное распространение ошибки. В определении ИИ того периода значим вклад С. Танимото, трактовавшего ИИ как информационную технологию, связанную с процессами логического вывода, обучения, восприятия (Tanimoto, 1987). А.Д. Горская, в своей работе 1988 г., написанной при Академии Наук СССР, посвященной изучению искусственного интеллекта и проблем мышления (Горская, 1988), в контексте философской мысли определяет термин искусственный интеллект как «некоторую область исследований информатики, к которой относят определенные методы, средства и приемы изучения мыслительной деятельности человеческого мозга, используемые для конструирования практически полезных систем, способных осуществлять действия, которые считались всегда прерогативой человеческого мышления». В исследовании Горская неоднократно ссылается на работы Г.С. Поспелова, который выделяет два основных направления в ИИ (Поспелов, 1988):

— ориентированное на моделирование «функционирования мозга, его психофизиологических характеристик»;

— прагматическое, в котором ученые разрабатывают методы и системы, «которые позволили бы усилить интеллектуальную деятельность человека».

Таким образом, концепция трансформационного воздействия ИИ на потенциал человеческого капитала представляется в 1980-е гг. через появление инструментов для повышения эффективности труда.

В 1990-е гг. использование больших данных и аналитики для увеличения человеческого потенциала рассматривалось в концепции изучения ИИ. И. Рич описывал искусственный интеллект как область исследований, где создаются компьютеры, которые выполняют такие функции, которые в настоящий момент человек выполняет лучше (Russell & Norvig, 1995). Дж. Ален видит категорию ИИ как науку о создании машин, решающих задачи, которые могут решать люди (Allen, 1998). Дж. Ф. Люгер рассматривал ИИ как ветвь информатики, которая связана с автоматизацией интеллектуального поведения (Luger, 1993). В тот же период П.Х. Уинстон определяет ИИ как науку о вычислениях, которые делают возможными восприятие, логический вывод и действие (Winston, 1992).

Среди существенных определений после 2000-х гг. стоит отметить исследования В.Н. Бондарева и Ф.Г. Аде, которые выводят более комплексное понятие ИИ — направление информатики, целью

которого является разработка компьютерных систем, способных выполнять функции, традиционно считающиеся интеллектуальными (понимание языка, логический вывод, использование накопленных знаний, обучение, планирование действий и т. д.) (Бондарев & Аде, 2002).

Период исследований ИИ после 2010-х гг. осовременивает концепцию ИИ. Трансформация человеческого капитала происходит через автоматизацию производства и высвобождение ресурсов для развитие новых навыков работников. В.В. Демиров рассматривал искусственный интеллект в разрезе искусственных систем, в которых воплощаются модели некоторых интеллектуальных способностей человека[1]. А.И. Кузьмич видел категорию ИИ как компонент целостной системы, позволяющей на определенном производственном этапе осуществить полную или частичную замену человека с целью автоматизации процесса[2]. Фундаментальный взгляд в работе И.Д. Карпенко подчеркивает, что под искусственным интеллектом принято понимать искусственную систему, которая имитирует решение человеком сложных задач в процессе его жизнедеятельности[3]. Э. Берджесс определял ИИ как технологию, в структуре которой находится сплав математики, информатики, кибернетики (Берджесс, 2021). А система, которую можно отнести к категории ИИ, должна обладать способностью к самообучению, т. е. признаком, который является отличительным для категории интеллект.

Парадигма исследований начала XXI в. искусственный интеллект определяет как систему, способную решать сложные задачи благодаря обучению на больших объемах данных с помощью глубоких нейронных сетей. Результатом развития научной мысли стали появление таких технологий, как генеративные модели (GPT-генеративный предварительно обученный трансформеры), которые приблизили ИИ к способности моделировать широкий спектр задач, что открыло путь к исследованию в области AGI (искусственный интеллект общего назначения). Такой тип искусственного интеллекта: а) соответствует или превосходит когнитивные способности человека в широком спектре когнитивных задач; б) опреде-

[1] Демиров, В. В. (2014). Сознание и язык: проблема объективности смысла и онтологической референции: дисс. … канд. философ. наук, 09.00.01. Минск, 141.

[2] Кузьмич, А. И. (2016). Теоретические основы и технология построения систем мониторинга мобильных гетерогенных объектов: дисс. … канд. техн. наук, 05.13.17. Минск, 102.

[3] Карпенко, И. Д. (2002). Философский анализ понятия “виртуальная реальность”: дисс. … канд. философ. наук, 09.00.08. Минск, 110.

ленно контрастирует с простым ИИ, который изучался до 1970-х гг. и ограничивался конкретными задачами. В свою очередь ИИ общего назначения считается одним из типов сильного ИИ, применение которого после 2010-х гг. дало толчок в развитии больших языковых моделей, способных решать неограниченный круг задач благодаря работе с большими данными (Я. Лекун, И. Суцкевер, С. Боумен). Используя новые знания того периода, Д. Хассабис реализовал алгоритмы, сочетающие ИИ и нейронные сети для выполнения сложных задач (например, игра в Go). А работы Ф.-Ф. Ли по созданию ImageNet подтолкнули прогресс в области компьютерного зрения[1].

### *2.2. Результаты*

Эволюция потенциала человеческого капитала в контексте развития исследований в области искусственного интеллекта (ИИ) можно представить в виде модели, которая показывает, как развитие технологий ИИ влияет на человеческие навыки, образование, занятость и инновационный потенциал:

Технологический уровень 1940–1960 гг. включал ранние исследования в области ИИ, включая работы Тьюринга, появление первых компьютеров и алгоритмов. При этом в контексте человеческого капитала высокий спрос имелся на фундаментальных математиков, логиков и инженеров. В разрезе навыков и образования спросом пользовались базовые навыки программирования и глубокие знания математики. Рынок труда демонстрировал ограниченный спрос на специалистов, работающих преимущественно в академических кругах или военной сфере. Вместе с тем роль человеческого капитала рассматривалась как «исследователь» — основные агенты изменений, а машины были призваны автоматизировать простейшие вычислительные задачи. Последующий эффект от данных изменений привел к пониманию, что человеческий капитал начинает

[1] Bowman, S. R., Hyun, J., Perez, E., Chen, E., Pettit, C., Heiner, S., Lukošiute, K., Mann, B., & Kaplan, J. (2022). Measuring progress on scalable oversight for large language models. arXiv:2211.03540v2. https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.03540; Deng, J., Dong, W., Socher, R., Li-Jia, L., Li, K., & Fei-Fei, L. (2009). ImageNet: A large-scale hierarchical image database. In 2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 248–255). IEEE. https://doi.org/10.1109/CVPR.2009.5206848; Gäspel, T., Hassabis, D., Silver, D., Schrittwieser, J., Simonyan, K., Antonoglou, I., Huang, A., Guez, A., Hubert, T., Baker, L., Lai, M., Bolton, A., Chen, Y., Lillicrap, T., Sifre, L., van den Driessche, G. (2017). Mastering the game of Go without human knowledge. Nature, 550, 354–359. https://doi.org/10.1038/nature24270

адаптироваться к новой области знаний, возникает необходимость в междисциплинарных подходах (математика и информатика).

Последующие исследования 1970–1990 гг. имели волнообразный характер, связанный с появлением сомнений в отношении способности ученых предложить производству достойную замену человеческому капитал. Технологический уровень того периода включал разработку экспертных систем, появление первых приложений ИИ (логические алгоритмы, базы знаний). В контексте человеческого капитал появились профессионалы в области информатики и системных исследований, спрос на которых был обусловлен возрождающимся интересом к ИИ. Вместе с тем навыки и образование человеческого капитала терпели трансформацию, включая рост интереса к компьютерным наукам в университетах. Набор навыков включал в себя программирование, логику и системный анализ. В указанный период исследований рынок труда получил базу для формирования первых коммерческих вакансий для специалистов в области ИИ (например, создание экспертных систем для медицины и промышленности). С тем, как менялось отношение к ИИ, роль человека изменилась на «активного разработчика и пользователя». Период исследований подвел черту в понимании возможностей машин и их потенциала автономной работы, которая не представлялась возможной ввиду ограниченности возможностей. Последующий эффект от результатов исследований сместил фокус на практическое применение знаний, усиление сотрудничества между наукой и промышленностью.

Выводы, сделанные учеными в период «зимы ИИ», существенно повлияли на исследования после 2000-х гг., которые влияли на рост интереса к машинному обучению как инструменту развития потенциала машин на базе ИИ. Технологический уровень периода описывался распространением Интернета, развитием машинного обучения, больших данных и нейронных сетей. При этом потенциал человеческого капитала реализовывался с повышением спроса на специалистов в области анализа данных, статистики, машинного обучения. Как следствие, навыки и образование периода стали включать программы по анализу данных, а с ростом популярности ИИ увеличилась значимость мультидисциплинарных знаний. Тем самым рынок труда наполнился новыми профессиями, среди которых ученый по данным, инженер машинного обучения, исследователь ИИ. Таким образом, потенциал человеческого капитала фокусируется на интеграции машин в сложные системы с использованием их как инструмент для анализа данных и автоматизации

задач. Данный процесс оказал существенный эффект в виде роста производительности и инноваций в различных секторах экономики, а образование становится более практико-ориентированным.

Период исследований после 2010-х гг. может быть назван эпохой глубокого обучения и автоматизации. Технологический уровень демонстрировал рост системы глубокого обучения, компьютерного зрения, обработки естественного языка. Это качественно отразилось на таких сферах, как здравоохранение, транспорт, финансы (посредством внедрения приложений автоматизации процессов). С ростом уровня технологий ИИ рынок труда изменил представление о потенциале и спросе на человеческий капитал. Происходит усиление автоматизации, что требует перестройки навыков через повышение квалификации и интегрирование знаний в вопросе использования ИИ-инструментов в производстве, а также формирует потребность в разработке этических стандартов применения ИИ. Тем самым изменения в подходах исследования и внедрения ИИ сформировали культуру непрерывного обучения, от современных служащих требуется способность адаптироваться к изменениям в процессах производства, быть гибкими во взаимодействии на предприятии, а также владеть знаниями и навыками использования ИИ-инструментов. Таким образом, новая технология повлияла на рост потребности в «цифровых лидерах», которые понимают технологию и способны использовать ее в бизнесе. С этим меняется роль человеческого капитала и перспектива потенциала его развития — от разработчика к стратегу и архитектору технологий, т. к. машины берут на себя рутинные задачи, усиливая возможности человека, тем самым взращивая глобальный потенциал человеческого капитала благодаря доступу к знаниям и инструментам.

Авторское исследование подчеркнуло следующие выводы в рамках изучаемой темы. Исторически автоматизация и информационные технологии, как правило, влияли на рутинные задачи, но одна из вещей, которая отличала ИИ — это его способность влиять на три типа труда: низкоквалифицированный, среднеквалифицированный, высококвалифицированный. Углубившись в теорию, можно отметить следующие характеристики и взаимосвязи между исследованиями в области ИИ и их влиянием на рынок труда согласно типам труда.

1950-е гг. отмечены появлением эвристического программирования, при использовании которого было необходимым выяснить способы и стратегии, используемые человеком при решении какой-либо задачи. После этого задача программы стояла в переводе (другими словами, интерпретации) выявленной эвристики на языке

машины. Каждая из таких программ решала лишь одну несложную задачу и не гарантировала достижение успешного (верного) решения. Ни одна из данных программ не допускала обобщения, которое могло бы позволить решить некоторые другие задачи. Создателем символической парадигмы ИИ стоит считать Дж. Маккарти. Он первым ввел терминологию «искусственный интеллект» и впоследствии в 1956 г. организовал первую в истории конференцию по ИИ. Исследователь также принимал участие в создании лаборатории по ИИ в Массачусетском университете и внес существенный вклад в развитии ИИ-направления.

Дальнейшие исследования 1960-х гг. могут быть охарактеризована способностью машины к решению задач, опираясь на накопленные знания в узких профессиональных областях. Период выделялся изучением экспертных систем (как разновидности ИИ), которые могли обрабатывать множество задач разных сфер социально-экономической жизни на основе заранее заложенных правил и фактов. В направлении пересечения ИИ с потенциалом человеческого капитала парадигма исследований 1940-х – 1960-х гг. связана с идеей об ИИ как теоретическим направлением. Концепция пересекается с развитием вычислительных технологий. Влияние на рабочие места и человеческий капитал практически отсутствовало. Не было внедрения технологий, способных заменить или изменить человеческий труд. При этом в направлении низкоквалифицированного труда наблюдался рост производительности на 30 % ввиду внедрения механизации — данный рост носил динамичный характер и продолжился вплоть до 1960-х гг. С внедрением механизации упала занятость в отдельных направлениях, среди которых отмечается сельское хозяйство, а на смену ручным производствам постепенно пришли производственные линии, тем самым увеличив занятость технических специалистов на 10 % в указанный период. По мере роста интереса к механизации выросло число занятых в сфере науки с 1 % до 3 %.

Парадигма исследований в области искусственного интеллекта в 1970-е гг. получила обновленное видение категории благодаря периоду застоя, названного в научных кругах «зимой ИИ» и охарактеризованного снижением интереса к ИИ-системам. Основной причиной снижение спроса на ИИ в то время служили достижения, которые не превзошли ожидания основных стейкхолдеров. ИИ-системы характеризовались способностью к автоматизации узкого набора задач, но не автономностью и универсальностью. Вместе с тем одним из драйверов, давших толчок возрождению исследований ИИ в 1970-е гг., становятся нейронные сети. Подход ориенти-

ровался на обучающееся и адаптивное мышление, а сама структура такой системы все больше напоминала мыслящий разум. Мышление человека рассматривалось как процесс обучения на основе опыта, что ближе к тому, как действует биологический мозг.

1980-е гг. как период исследований характеризуется стремлением научных представителей приравнять ИИ-системы к уровню человеческого интеллекта для целей роста его возможностей и формированию представления об ИИ как о помощнике человека. Концепция получает свое развитие в 1990-х гг. и прослеживается в исследованиях ученых XXI в. При этом, стремясь продлить фазу активных научных изысканий и увеличить объем инвестиций в области развития искусственного интеллекта, компании и исследовательские институты будут находить оптимальный баланс между ожиданиями стейкхолдеров и обязательствами, взятыми в рамках предложенных инвестиционных проектов. Несмотря на волнообразный интерес к роли и предмету исследования ИИ, в 1970-е гг. и вплоть до 1990-х гг. наблюдалось снижение занятости в промышленности, например, в США в указанный период динамика снижения составила 10 % (с 25 % до 15 %), а автоматизация сократила количество рабочих ручного труда на 20 %. При этом труд, требующий средней квалификации, имел пересечение с компьютерными технологиями, что повлияло на их распространение и привело к росту офисных сотрудников на 50 %. Занятость в административных ролях получила сокращение на 15 %. Вместе с тем высококвалифицированный труд показал рост числа рабочих мест на 300 % в период с 1980-х гг. до 1990-х гг. В целом парадигма исследований 1950-х гг. ознаменовалась первыми попытками формализовать процессы мышления и разума с использованием математических моделей и символьных систем. ИИ того времени понимался как способность компьютеров решать задачи, подобные тем, которые решает человек.

В свою очередь период после 2000-х гг. становится переходным этапом, в котором парадигма определения ИИ сводится к его разделению на слабый и сильный. Первый способен выполнять одну или ограниченный круг задач. Второй стремится к реализации потенциала, схожего человеческому интеллекту, при выполнении универсального круга задач. Сложный ИИ наделяется способностями к пониманию, обучению, адаптации в условиях неопределенности. Период с 2000-х гг. демонстрировал автоматизацию в отдельных сферах экономики, например, логистика, где в направлении низкоквалифицированных рабочих мест произошло сокращение складских рабочих на 10–15 %. С ростом внедрений робототехни-

ки уменьшилась занятость в производстве на 30 % в развитых странах. Среднеквалифицированный труд показал снижение занятости в направлениях бухгалтерского учета и финансах на 20 % в силу внедрения систем автоматизации, а количество специалистов высококвалифицированного труда (например, информационные технологии) выросло глобально более чем в 2 раза (с 12 млн до 25 млн чел.).

Результаты исследований и изобретения в направлении ИИ в период 2010-х гг. оказали более существенное воздействие на глобальную экономику и экономику отдельных государств. В этот период остро встал вопрос потенциального риска автоматизации рабочих мест низкоквалифицированного труда на 14 %. Например, статистика США демонстрировала снижение занятости кассиров на 25 % ввиду внедрения касс самообслуживания. В этом случае наблюдается не только активное вовлечение технологий, но и движение бизнеса по пути сокращение издержек производства посредством автоматизации процессов. При этом спрос на работников высококвалифицированного труда, согласно статистике на международных сайтах по поиску работы, показал существенный рост в период с 2015 г. по 2023 г. и составил 74 %.

### *2.3. Обсуждение*

Результаты исследования подчеркивают важность ИИ в трансформации человеческого капитала. Основные выводы показывают, что технологии ИИ увеличивают спрос на высококвалифицированный труд, трансформируют рынок труда и способствуют инновациям. Эти результаты согласуются с предыдущими исследованиями, демонстрирующими волнообразный характер интереса к ИИ и его влияние на трудовые процессы. Ограничения исследования включают недостаточный учет влияния региональных факторов и нормативно-правовой среды, что ограничивает универсальность выводов. Эти аспекты требуют дальнейшего изучения для более точного прогнозирования изменений. Будущие исследования могут быть направлены на разработку инструментов для оценки долгосрочных эффектов ИИ на человеческий капитал и разработку стратегий адаптации образовательных систем к новым вызовам. Это поможет преодолеть барьеры в интеграции ИИ и минимизировать негативные последствия автоматизации для низко- и среднеквалифицированного труда.

### *Заключение*

Эволюция потенциала человеческого капитала в контексте развития искусственного интеллекта (ИИ) демонстрирует значи-

тельное влияние технологий на навыки, образование, занятость и инновации. Исторически развитие ИИ прошло этапы от узконаправленных экспертных систем до эпохи глубокого обучения и автоматизации. Каждая из этих стадий сопровождалась изменением роли человеческого капитала — от исследователя к стратегу и архитектору технологий. Особая научная новизна исследования заключается в анализе изменений спроса на труд, связанного с ИИ, включая рост высококвалифицированного труда и влияние автоматизации на низкоквалифицированный труд. Ограничения исследования связаны с недостаточной разработанностью этических стандартов применения ИИ, что открывает перспективы для дальнейших исследований. В будущем особое внимание должно быть уделено вопросам повышения квалификации, мультидисциплинарности и адаптации человеческого капитала в условиях ускоренной автоматизации.

### *Список источников*

Академия Наук СССР, Институт психологии. (1976). *Искусственный интеллект и психология.* Москва: Наука, 342.

Аллен, Дж. (1998). ИИ взрослеет. *Журнал AI, 19*(4), 13–23.

Берджесс, Э. (2021). *Искусственный интеллект - для вашего бизнеса: Руководство по оценке и применению* (Пер. с англ.). Москва: Интеллектуальная Литература, 232.

Бондарев, В. Н., Аде, Ф. Г. (2002). Искусственный интеллект: учебное пособие для вузов. Севастополь: Изд-во СевНТУ, 615.

Винер, Н. (1986). *Кибернетика.* Москва: Советское радио, 326.

Горская, А. Н. (1988). *Искусственный интеллект и проблемы мышления: дисс. … канд. философ. наук, 09.00.08.* Москва, 176.

Губерман, Ш. А. (1987). О соотношении восприятия и мышления в задачах искусственного интеллекта. В: *Интеллектуальные процессы и их моделирование.* Москва, 248.

Дрейфус, Х. (1978). *Чего не могут вычислительные машины.* Москва: Прогресс, 334.

Дрейфус, Х. (2010). *Чего не могут вычислительные машины: критика искусственного разума.* Москва: Издательская группа URSS, 336.

Люгер, Г. Ф., Стабблфилд, В. А. (1993). *Искусственный интеллект: структуры и стратегии решения сложных проблем* (2-е изд.). Редвуд: The Benjamin Publishing Company Inc., 738.

Нилссон, Н. (1973). *Искусственный интеллект. Методы поиска решений.* Москва: Мир, 270.

Орфеев, Ю. В. (1978). *Искусственный интеллект: миф и действительность.* Москва: Знание, 64.

Поспелов, Г. С. (1988). Искусственный интеллект — основа новой информационной технологии. *Коммунист, 1,* 89–91.

Рассел, С. Дж., Норвиг, П. (1995). *Искусственный интеллект: современный подход.* Река Аппер-Сэддл, Нью-Джерси: Prentice-Hall Inc., 905.

Слэгл, Дж. (1973). *Искусственный интеллект (подход на основе эвристического программирования).* Москва: Мир, 320.

Танимото, С. И. (1987). *The elements of artificial intelligence: An introduction using LISP.* Rockville: Computer Science Press, 530.

Тимофеев, А. В. (1978). *Роботы и искусственный интеллект.* Москва: Наука, 191.

Тьюринг, А. М. (1950). Вычислительная техника и интеллект. *Разум, 59* (236), 433–460. https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433

Уинстон, П. (1980). *Искусственный интеллект.* Москва: МИР, 519.

Уинстон, П. Х. (1992). *Искусственный интеллект* (3-е изд.). Нью-Йорк: Аддисон-Уэсли, 737.

Фейгенбаум, А. В. (1977). Качество и производительность. *Прогресс качества, 10* (11), 18–21.

## *References*

Akademiya Nauk SSSR, Institut psikologii. (1976). *Iskusstvennyj intellekt i psihologiya.* Moscow: Nauka, 342. (In Russ.)

Allen, J. (1998). AI Growing up. *AI Magazine, 19* (4), 13–23.

Bondarev, V. N., & Ade, F. G. (2002). *Iskusstvennyj intellekt: Uchebnoe posobie dlya vuzov.* Sevastopol': Izd-vo SevNTU, 615. (In Russ.)

Dreyfus, H. (1978). *Chego ne mogut vychislitel'nye mashiny.* Moscow, 19. (In Russ.)

Dreyfus, H. (2010). *Chego ne mogut vychislitel'nye mashiny: kritika iskusstvennogo razuma.* Moscow, 336. (In Russ.)

Feigenbaum, A. V. (1977). Quality and Productivity. *Quality Progress, 10* (11), 18–21.

Gorskaya, A. N. (1988). *Iskusstvennyj intellekt i problemy myshleniya: diss. kand. filos. nauk 09.00.08.* Moscow, 176 s. (In Russ.)

Guberman, S. A. (1987). O sootnoshenii vospriyatiya i myshleniya v zadachah iskusstvennogo intellekta. V *Intellektual'nye processy i ih modelirovanie* (248). Moscow. (In Russ.)

Luger, G. F., & Stubblefield, W. A. (1993). *Artificial intelligence: Structures and Strategies for complex problem solving* (2nd ed.). Redwood: The Benjamin Publishing Company Inc., 738.

Nilsson, N. (1973). *Iskusstvennyj intellekt. Metody poiska reshenij.* Moscow: Mir, 270. (In Russ.)

Orfeev, Y. V. (1978). *Iskusstvennyj intellekt: mif i dejstvitel'nost'.* Moscow: Znanie, 64. (In Russ.)

Pospelov, G. S. (1988). Iskusstvennyj intellekt - osnova novoj informacionnoj tekhnologii. *Kommunist, 1,* 89–91. (In Russ.)

Rubinshtejn, S. L. (1976). *Problema obshchj psihologii.* Moscow, 238–239. (In Russ.)

Russell, S. J., & Norvig, P. (1995). *Artificial intelligence: A modern approach.* Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 905.

Slagle, J. (1973). *Iskusstvennyj intellekt (podhod na osnove evristicheskogo programmirovaniya).* Moscow, 320. (In Russ.)

Tanimoto, S. I. (1987). *The elements of artificial intelligence: An introduction using LISP.* Rockville: Computer Science Press, 530.

Timofeev, A. V. (1978). *Roboty i iskusstvennyj intellekt.* Moscow: Nauka.

Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind, 59* (236), 433–460. https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433

Wiener, N. (1986). *Kibernetika.* Moscow. (In Russ.)

Winston, P. (1980). Iskusstvennyj intellekt. Moscow: MIR, 519. (In Russ.)

Winston, P. H. (1992). *Artificial Intelligence* (3rd ed.). New York: Addison-Wesley, 737.

**Сарвари Рената Джановна** — аспирант кафедры экономики, Полоцкий государственный университет; https://orcid.org/0000-0003-3001-1950 (Республика Беларусь, 211440, Витебская обл., г. Новополоцк, ул. Блохина, 29; e-mail: renata.sarvari@mail.ru).

**Renata D. Sarvary** — master of economics, MBA, PhD student, department of economics; Polotsk State University; https://orcid.org/0000-0003-3001-1950 (the Republic of Belarus, 211440, Vitebsk region, Novopolotsk, Blokhina St., 29, e-mail: renata.sarvari@mail.ru).

**УДК 330.342**
**JEL classification: O25, O33, R58**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-21**

# Региональные стратегии управления научно-технологическим развитием[1]

*Д. А. Сюсюра*

Институт экономики УрО РАН, Оренбургский филиал (г. Оренбург, Россия).
https://orcid.org/0000-0003-2711-2056

Адрес для корреспонденции: Д. А. Сюсюра (syusura.da@uiec.ru)

**Аннотация.** *Технологические изменения в экономике РФ требуют ускоренной адаптации региональных систем управления, основанной на продвижении федеральной технологической повестки с учетом сложившихся условий «на земле» — в регионе, а также инициативном выявлении и реализации сильных технологических компетенций. Успех такой адаптации во многом зависит от выбранной стратегии управления секторами экономики, играющими важную роль в жизненном цикле технологических инноваций. В статье формализованы роли основных участников этого сложного процесса и типовые региональные стратегии управления, впервые дано определение понятию ИИ-новации.*

**Ключевые слова:** управление технологической трансформацией; региональные стратегии; малый и средний бизнес

[1] Сюсюра Д. А. Текст. 2024.

# Regional strategies for managing scientific and technological development

*D. Syusyura*

Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg branch (Orenburg, Russia).
https://orcid.org/0000-0003-2711-2056

Address for correspondence: D. Syusyura (syusura.da@uiec.ru)

**Abstract.** *Technological changes in the Russian economy require accelerated adaptation of regional management systems based on the promotion of the federal technological agenda, taking into account the prevailing conditions «on the ground» - in the region, as well as the proactive identification and implementation of strong technological competencies. The success of such adaptation largely depends on the chosen strategy for managing sectors of the economy that play an important role in the life cycle of technological innovations. The article formalizes the roles of the main participants in this complex process and typical regional management strategies, and for the first time defines the concept of innovation.*

**Keywords:** management of technological transformation; regional strategies; small and medium-sized businesses

## *Введение*

Регионы страны характеризуются значительным разнообразием в ресурсном и научно-технологическом потенциале, использование преимуществ каждого региона становится залогом успешного развития экономики всей страны, что обусловило постановку проблемы исследования. Особую роль в реализации технологической повестки играют региональные управленческие команды, что предопределено их возможностями по точечному настраиванию мер поддержки, созданию лучших условий для секторов экономики, являющихся локомотивами технологических изменений. Результаты технологического развития в значительной степени зависят от выбора и умелого воплощения региональной стратегии управления секторами экономики, являющимися ключевыми для жизненного цикла технологических инноваций.

Актуальность темы связана с необходимостью успешного достижения целей технологического суверенитета России в условиях происходящих геополитических трансформаций.

Цель настоящей работы — формализовать роли основных участников жизненного цикла технологических инноваций и типовые региональные стратегии управления, что способствует существенному снижению неопределенности в данном процессе.

В рамках исследования мы использовали общенаучные и специальные методы, опирались на объемную статистическую базу и кейсы успешных практик регионального управления.

### *Основная часть*

Технологическая трансформация несет с собой преимущества для развивающихся стран, способствуя их экономическому развитию (Aly, 2022), но требует новых подходов к управлению. Предметом особого внимания ученых-экономистов в этой связи является адаптация системы стратегического планирования и управления к технологическим вызовам (Гаврилюк, 2022), в т. ч. в региональном аспекте (Шмелева, 2023). Сложность и масштабы объекта управления предопределяют необходимость обеспечения взаимосвязанной последовательности прогнозов и планов по уровням управления (Доржиева, 2019). Поскольку состояния социально-экономического развития регионов РФ существенно различаются, в региональном управлении следует стремиться к объединению государственных и региональных компонент на основе оптимизации трансформационных процессов (Demin et al., 2023). Среди важных для достижения успеха в целеполагании принципов (Беляков & Багдасарян, 2021): системная встроенность; целесообразность; нелинейность; адаптивность; согласованность; достижимость цели. При этом следует отметить, что роль качества планирования и управления научно-технологическим развитием на региональном уровне сегодня всё больше возрастает.

Преобразование экономической системы России в инновационную в начале XXI в. происходило достаточно медленно (Абрамов, 2015), но в последние годы появились дополнительные причины для его ускорения.

В ходе представленного исследования нами упорядочена последовательность новейших событий и факторов организационно-экономического характера, сформировавших основу для текущего перехода к регионализации управления научно-технологическим развитием. В частности, установлены основные элементы этой последовательности.

Фактор 1 — угрозы технологической обеспеченности экономики и социальной инфраструктуры. Следствие — актуализация срочности, необходимость ускорения достижения (укрепления) технологического суверенитета в РФ.

*События.* Курс на технологический суверенитет стал логичным продолжением политики цифровой и технологической транс-

формации, проводимой в РФ с начала XXI в. Внешним стимулом (триггером) для существенного ускорения послужили события, связанные с усилением геополитических конфронтаций и экономическими санкционными ограничениями. В начале 2023 г. по поручению Президента РФ, утвержденному по итогам заседания Совета по стратегическому развитию и национальным проектам от 15 декабря 2022 г., Правительство РФ определило приоритетные направления по достижению технологического суверенитета и структурной адаптации экономики России[1]. Органы управления государственного уровня выделили в числе ключевых организационно-экономических мер[2]:

— формирование целостной системы планирования и управления научно-технологическим развитием РФ;

— максимальную концентрацию кадровых, финансовых, инфраструктурных ресурсов на приоритетных направлениях научно-технологического развития РФ.

Фактор 2 — ограниченность ресурсов при существующей разрозненности в реализуемых ранее проектах научно-технологического развития с государственным участием. Следствие — необходимость консолидации усилий, ресурсов и ликвидации (минимизации) разрозненности.

*События.* Уже в феврале 2023 г. в разработанную ранее (2019 г.) Госпрограмму «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» были интегрированы все средства на гражданскую науку, которые ранее были включены в 34 разрозненных проекта, с общим бюджетом в более 1,2 трлн руб. ежегодно[3]. Были существенно укреплены позиции вице-премьера Правительства РФ, курирующего реализацию научно-технологической повестки. Так, в частности, в обновленном распределении полномочий он получил функции

---

[1] «Об утверждении приоритетных направлений проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации…». Постановление от 15 апреля 2023 г. № 603. http://static.government.ru/media/files/8JsiO5kSItJA1g5IHhGd5qiQVACelECn.pdf (дата обращения: 12.10.2024).

[2] «Об обеспечении научно-технологического развития Российской Федерации в целях достижения технологического суверенитета». Постановление Совета Федерации Федерального собрания РФ от 22.02.2023 г. № 71-СФ. http://council.gov.ru/activity/documents/143029/ (дата обращения: 14.11.2024).

[3] В России определили приоритетные направления технологического суверенитета. Сенат Информ от 17.02.2023 г. https://senatinform.ru/news/v_rossii_opredelili_prioritetnye_napravleniya_tekhnologicheskogo_suvereniteta/www.pravo.gov.ru (дата обращения: 14.09.2024).

координации, разработки и утверждения всех национальных проектов в части разделов, качающихся научно-технологического развития страны. В продолжение логики купирования разрозненности и укрепления единообразия подходов в реализации научно-технологической политики впервые в новейшей истории России введен институт региональных руководителей по научно-технологическому развитию (РНТР), число которых в настоящее время превысило 80 (т. е. практически полный охват регионов РФ).

Фактор 3 — многообразие условий и состояний научно-технологических процессов в субъектах РФ. Следствие — объективная необходимость учета сложившихся особенностей, передового опыта и потенциала регионов РФ в реализации проектов научно-технологического развития.

*События.* В соответствии с поручением Президента РФ от 10.02.2022 г. в 2022 г. впервые разработана методика[1] и составлен Национальный рейтинг научно-технологического развития регионов РФ, который позволил официально зафиксировать существенную межрегиональную дифференциацию (кратное превышение значений показателей между отдельными регионами) и актуализировать практику вовлечения региональных команд в научно-технологическое планирование. Были определены регионы, фактически являющиеся опорными субъектами РФ с высокой концентрацией научно-технологического потенциала, распространяющего свое воздействие на целые макрорегионы РФ. Выявлена необходимость более детального и полного согласования показателей государственных программ регионального и федерального уровней при сохранении самостоятельности регионов в принятии решений. С учетом того, что рейтинг не раскрывает перспективы, а лишь фиксирует уже достигнутый результат, в 2023 г. состоялось определение 20 пилотных регионов, которые сейчас завершают разработку проектов перспективных программ научно-технологического развития. В число пилотных вошли регионы-лидеры Национального рейтинга научно-технологического развития, а также инициативные регионы[2], в т. ч.: город Санкт-Петербург, Белгородская, Иркутская,

[1] Национальный рейтинг научно-технологического развития субъектов РФ. Официальный сайт Минобрнауки РФ. https://www.minobrnauki.gov.ru/Методология.Национальный%20рейтинг%20НТР.pdf (дата обращения: 21.10.2024).

[2] Перечень «Пилотных» субъектов для разработки госпрограмм научно-технологического развития. Наука. РФ от 05.10.2023 г. https://наука.рф/news/dmitriy-chernyshenko-rasshiren-perechen-pilotnykh-subektov-dlya-razrabotki-regionalnykh-gosprogramm-/ (дата обращения: 02.09.2024).

Кемеровская, Московская, Нижегородская, Новосибирская, Омская, Самарская, Свердловская, Томская, Тульская, Тюменская, Ульяновская, Челябинская области, а также Красноярский и Пермский края и республики Башкортостан, Татарстан и Мордовия[1].

Фактор 4 — наличие опыта и потенциала опережающего научно-технологического развития в субъектах РФ. Следствие — необходимость расширения возможностей и инструментов инициативного вовлечения регионов при реализации проектов научно-технологического развития, а также последующего масштабирования лучшего опыта.

События. В 2024 г. начато обучение региональных управленческих команд, направленное на закрепление единых подходов к научно-технологическому планированию с учетом территориальных особенностей и активизации региональных инициатив. Центром консолидации и транслирования управленческих компетенций является Президентская академия (РАНХ и ГС), с привлечением представителей Правительства РФ и Совета Федерации. В пилотных субъектах РФ завершаются процедуры утверждения госпрограмм научно-технологического развития, начало реализации которых запланировано на 2025 г. Эксперты сходятся во мнении, что научно-технологическое развитие «уходит в регионы»[2].

Анализ достигнутых в предшествующем периоде результатов показывает, что темпы инновационного развития в РФ недостаточно высоки (Бирюков & Халикова, 2024). В настоящее время определены приоритетные направления проектов технологического суверенитета и структурной адаптации экономики РФ, при этом отдельным крупным перспективным направлением выступает «Искусственный интеллект». Указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490, т. е. еще в преддверии активизации повестки технологического суверенитета, в РФ утверждена Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. В стратегии закреплены (9) понятия «искусственный интеллект» (ИИ), «технологии ИИ», «перспективные методы ИИ» и др., т. е. сформированы основы для нормотворчества и применения терминологического аппарата в смежных исследованиях гуманитарно-э-

[1] В 20 регионах РФ завершили подготовку госпрограмм научно-технологического развития. ТАСС от 28.05.2024. https://tass.ru/ekonomika/20921539 (дата обращения: 07.10.2024).

[2] Научно-технологическое развитие уходит в регионы (02/02/2024). Минобрнауки РФ. Официальный сайт. https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/78685/ (дата обращения: 10.10.2024).

кономического характера. Результаты практического применения технологий, связанных с искусственным интеллектом, имитирующим интеллектуальную деятельность человека, но по многим узким направлениям способным превосходить возможности людей, будут во многом определять облик будущего в экономике и жизни наших граждан. Таким образом, ИИ и связанные с ним технологии становятся во главе повестки технологического развития на долгосрочную перспективу. Для удобства использования в исследовательской деятельности мы предлагаем ввести в научный оборот понятие ИИ-новаций. В узком смысле, на наш взгляд, ИИ-новации — это комплекс научно-технологических достижений и практических новых результатов (процессов, устройств, программных решений, станков, оборудования и пр.), центральным элементом которых являются технологии искусственного интеллекта, а также мероприятий по качественным изменениям в рамках их практической реализации. В широком смысле — это деятельность, связанная с разработкой и продвижением технологий ИИ в жизнь.

В своем исследовании мы использовали ИИ-новации в качестве титульного направления технологических изменений для выявления и уточнения ролей основных участников жизненного цикла. В результате исследования было установлено следующее распределение ролей (табл. 1).

Понимание ролей основных участников в жизненном цикле ИИ-новаций позволяет эффективно выполнять работы по проекти-

Таблица 1

**Роли основных участников научно-технологического развития в жизненном цикле ИИ-новаций**

| Основные участники | | | Роль в жизненном цикле |
|---|---|---|---|
| **Условное обозначение** | **Сектор** | **Характеристика** | |
| НТС | Научно-технологический | Научно-образовательные организации, научно-исследовательские институты, опытные участки (станции) | Научная генерация Генерация научно-технической фундаментальной и методической основы, проведение поисковых научных исследований и опытно-конструкторских разработок, экспериментальное подтверждение, лабораторная проверка |

*Продолжение табл. 1 на след. стр.*

*Продолжение табл. 1*

| Основные участники | | | Роль в жизненном цикле |
|---|---|---|---|
| **Условное обозначение** | **Сектор** | **Характеристика** | |
| МСП | Малое и среднее предпринимательство | Предприниматели, микро-, малые и средние компании | Товарная генерация<br>Генерация идей коммерческого применения, прототипирование, пилотирование ИИ-новаций, товарное воплощение и рыночное продвижение, сервисные функции |
| П | Промышленность | Крупные промышленные компании разных подотраслей, в т. ч. фармацевтические, биотехнологические, авиационные, машиностроительные, станкостроительные, эксплуатационные, транспортные и пр. | Квалифицированный заказчик и потребитель готовых решений<br>Площадки для пилотирования, заводские испытания, отладка и внедрение ИИ-новаций, их производство и практическое использование в коммерческих целях |
| С | Социальная инфраструктура | Медицинские и образовательные организации, учреждения по обслуживания граждан в различных жизненных ситуациях | Социальный потребитель готовых решений<br>Практическое использование ИИ-новаций в целях эффективной реализации собственных функций, поддержание высокого качества кадрового потенциала основных участников |
| Ф | Инвестиционные агенты | Банки, специальные фонды и центры (в т. ч. государственные), инвестиционные фонды, частные инвесторы | Финансовый партнер<br>Предоставление финансовых ресурсов, в т. ч. в обмен на долю в коммерческом решении ИИ-новаций / в качестве грантов / кредитов / займов |

*Окончание табл. 1 на след. стр.*

*Окончание табл. 1*

| **Основные участники** | | | **Роль в жизненном цикле** |
|---|---|---|---|
| **Условное обозначение** | **Сектор** | **Характеристика** | |
| О | Общество | Совокупность сообществ в определенных административных границах | Социальный партнер Восприятие изменений от практической реализации ИИ-новаций, оценка значимости и последствий от их применения |
| Г | Государство | Управляющая надстройка, система управления, включающая органы власти с установленным распределением полномочий | Регулятор среды Ресурсоемкое сопровождение ИИ-новаций и нормативный контроль безопасности их практической реализации |

Источник: сост. автором.

рованию мер поддержки и их точечной донастройке с учетом сложившегося технологического ландшафта в конкретном регионе. В этой связи предложенное нами в таблице 1 распределение ролей следует рассматривать как методический инструмент сегментирования участников, каждый из которых важен для ускоренного достижения целей технологической трансформации. Подчеркнем, что конкретным исполнителям каждой роли должно быть уделено отдельное внимание при разработке программ научно-технологического развития регионов, в противном случае существенно возрастают риски того, что сгенерированные на начальных этапах (НТС) разработки не пройдут стадии доведения до практической реализации и не получат товарного воплощения.

В ходе нашего исследования было установлено, что, несмотря на особую роль МСП в жизненном цикле технологических инноваций, на региональном уровне не всегда уделяется должное внимание его адаптации к новым вызовам. Малый бизнес в данном контексте выступает не столько как институт оперативного удовлетворения потребностей населения в продовольствии и жизненно важных сервисах, сколько проводником научных идей к товарному исполнению. В этой связи особое значение приобретает структурная перестройка региональных секторов МСП (Сюсюра, 2024), в которых

до настоящего времени преобладающей является доля оптовой и розничной торговли.

Не только отдельные субъекты РФ, но и целые федеральные округа (ФО) существенно отличаются по масштабам распространения секторов МСП (табл. 2), при этом в 2023 г. доля занятых в работе сектора МСП составила более 41 % от общей численности занятых в экономике РФ.

Анализ данных таблицы 2 позволяет сделать вывод, что наибольшую активность к участию в разработке региональных гос-

Таблица 2

**Показатели масштаба распространения МСП и активности участия субъектов в регионализации госпрограмм научно-технологического развития по федеральным округам РФ**

| Субъект оценки | Численность субъектов МСП (без ИП и самозанятых) на 1000 чел. (2023 г.) | | Численность зарегистрированных ИП на 1000 чел. населения (2023 г.) | Общий рейтинг по ст. 2 и ст. 4 | Количество пилотных субъектов* | Рейтинг по пилотным субъектам* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Значение, ед. | Рейтинг | Значение, ед. | Рейтинг | Сумма / позиция | Ед. | Позиция |
| Российская Федерация | 15,6 | x | 27,1 | x | x | 20 | x |
| Центральный ФО | 20,7 | 2 | 29,7 | 3 | 5 / 2 | 3 | 3 |
| Северо-Западный ФО | 20,8 | 1 | 30,1 | 2 | 3 / 1 | 1 | 4 |
| Южный ФО | 10,4 | 7 | 32,9 | 1 | 8 / 4 | — | — |
| Северо-Кавказский ФО | 5,2 | 8 | 17,4 | 8 | 16 / 7 | — | — |
| Приволжский ФО | 13,4 | 6 | 24,6 | 6 | 12 / 6 | 7 | 1 |
| Уральский ФО | 15,9 | 3 | 26,9 | 4 | 7 / 3 | 3 | 3 |
| Сибирский ФО | 14,1 | 5 | 24,0 | 7 | 12 / 6 | 6 | 2 |
| Дальневосточный ФО | 14,4 | 4 | 25,7 | 5 | 9 / 5 | — | — |

* Пилотные субъекты РФ для разработки региональных госпрограмм научно-технологического развития (2024 г.).

Источник: сост. автором по данным ФНС, Росстата, Минобрнауки РФ.

программ научно-технологического развития проявили регионы Приволжского ФО, сектор МСП которого обладает существенным потенциалом для расширения. Наличие здесь резерва по количественному увеличению субъектов МСП представляет дополнительные преимущества в структурной перестройке секторов МСП, для этого среди вновь создающихся субъектов МСП должны преобладать высокотехнологичные. Реализация вышеуказанного сценария требует от государства (в первую очередь в части его региональных представителей) выработки специальных мер для создания привлекательных условий вхождения МСП в высокотехнологичные направления экономики региона. Такие меры должны включать: (1) всестороннюю поддержку на старте (акселераторы, бизнес-инкубаторы), (2) инфраструктурное размещение (бек-офисы, лабораторно-испытательные площадки, технопарки, центры коллективного пользования оборудованием), (3) финансовое плечо (гранты, льготное кредитование), (4) отраслевое вхождение и адаптацию (содействие связи с квалифицированными заказчиками и потенциальными потребителями), (5) повышение социального статуса, (6) стимулирование запуска механизмов саморазвития.

Полевые исследования показали, что один из лучших опытов практической реализации комплекса мер поддержки высокотехнологичного сектора МСП реализуется в Республике Татарстан. Госпрограмму научно-технологического развития (11) регион разработал и утвердил в числе первых (27.12.2022 г.). Здесь создана государственная и коммерческая инфраструктура стартовой поддержки (сеть технопарков, ИТ-парков), отлажена система дополнительной региональной финансовой поддержки лучших высокотехнологичных проектов (гранты, конкурсы), введен институт муниципальных уполномоченных за инновационное развитие. Кейс Татарстана для многих субъектов РФ должен являться показательным, ведь многие из реализованных инициатив не требуют существенных бюджетных затрат, но позволяют достаточно оперативно сконцентрировать усилия на региональных точках высокотехнологичного роста.

По итогам исследования региональных практик управления развитием высокотехнологичного сектора, включая таких его участников, как НТС и МСП, мы выделили следующие основные типы стратегий, используемых региональными управленческими командами:

1) «автоследование» — регион – проводник федеральных инициатив, обеспеченных соответствующим финансированием, при этом

фактически может реализовываться лишь часть из указанных инициатив (выборочно);

2) «автоследование плюс» — в рамках данной стратегии, наряду с выполнением федеральных инициатив, реализуются отдельные региональные инициативы, связанные с устранением выявленных ранее дисбалансов;

3) «флагман» — в рамках данной стратегии, наряду с выполнением федеральных инициатив, реализуется дополнительный сбалансированный комплекс региональных мероприятий, направленных на достижение лидирующих позиций отдельных отраслей / секторов;

4) «регион-навигатор» — данная стратегия реализуется регионами-лидерами и предполагает превышение доли региональных инициатив в общей совокупности мероприятий стратегии, обеспечивающее опережающее изменение структуры экономики и состояния ее отдельных отраслей / секторов. Для этой стратегии характерно наличие пилотных практик в нормативно-правовом регулировании и реализации мероприятий (проектов, программ), в т. ч. связанных с созданием особых сервисов и инфраструктуры, дополнительных экономических стимулов для получения уникального для страны опыта в развитии отдельных отраслей / секторов, а также экономики в целом.

Большинство регионов, в т. ч. со значительным научно-технологическим потенциалом, в управленческой практике в настоящее время используют первые два типа стратегий («автоследование», «автоследование-плюс»). Задачей федеральных органов власти на ближайшую перспективу в этой связи является стимулирование региональных управленческих команд к использованию стратегий третьего и четвертого типа.

### *Заключение*

Упорядочивание последовательности событий и факторов организационно-экономического характера позволило сделать вывод о создании необходимых предпосылок для перехода к регионализации управления технологической трансформацией в РФ.

В жизненном цикле высоких технологий особую роль играет не только сектор генерации научных идей (НТС), но и смежные сектора, обеспечивающие товарное воплощение идеи (МСП), доведение до покупателя / потребителя, коммерческого или социального использования для повышения уровня и улучшения качества жизни населения. Четкое определение и формализация ролей всех основных участников жизненного цикла технологических инноваций

позволяет точнее выполнять работы по проектированию мер поддержки и их донастройке на региональном уровне.

С учетом высокой значимости для развития гуманитарно-экономических исследований в области искусственного интеллекта в статье впервые введено понятие ИИ-новации.

Выделены основные типы стратегий, используемых региональными командами в управлении научно-технологическим развитием, сделан вывод о необходимости стимулирования региональных управленческих команд к использованию стратегий третьего и четвертого типа.

Требуют дальнейшего исследования процессы эффективного вовлечения новых субъектов МСП в виды деятельности, обеспечивающие научно-технологическое развитие регионов.

### *Список источников*

Абрамов, Р. А. (2015). Механизмы реализации инновационного развития регионов: российский и зарубежный опыт. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 9* (часть 2), 333–336.

Беляков, Г. П. Багдасарян, Н. А. (2021). Научно-технологическое развитие регионов в системе стратегического планирования РФ. *Россия: тенденции и перспективы развития,* (16(2)), 292–299.

Бирюков, А. Н., Халикова, М. А. (2024). Стратегии государственно-регионального научно-технологического развития: вызовы и перспективы. *Экономика и управление: научно-практический журнал, 2* (176), 11–20. 10.34773/EU.2024.2.2

Гаврилюк, А. В. (2022). Стратегия перехода на новый уровень технологического развития экономики. *Стратегирование: теория и практика, 2* (2), 257–269. 10.21603/2782-2435-2022-2-2-257-269

*Государственная программа «Научно-технологическое развитие Республики Татарстан». В ред. Постановления КМ РТ от 07.10.2024 №* 864. https://docs.cntd.ru/document/406605896 (дата обращения: 12.11.2024).

Доржиева, В. В. (2019). Стратегическое планирование как инструмент обеспечения научно-технологического развития: региональный и отраслевой аспекты. В *Форсайт «Россия»: будущее технологий, экономики и человека. Сборник докладов Санкт-Петербургского Международного Экономического Конгресса (СПЭК-2019).* (с. 647–658). Институт нового индустриального развития имени С. Ю. Витте. Санкт-Петербург, 2019.

*Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. Утв. Указом Президента РФ от 10.10.2019 г. №* 490. http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003?index=5 (дата обращения: 05.10.2024).

Сюсюра, Д. А. (2024). Резервы развития региональных предпринимательских экосистем. *Вестник евразийской науки, 16* (2), https://esj.today/PDF/45ECVN224.pdf (дата обращения: 04.10.2024).

Шмелева, Н. В. (2023). Стратегирование потенциала развития Арктических регионов с целью реализации политики импортонезависимости. *Стратегирование: теория и практика, 3* (1), 72–85. 10.21603/2782-2435-2023-3-1-72-85

Aly, H. (2022). Цифровая трансформация, развитие и производительность в развивающихся странах: искусственный интеллект — проклятие или благословение? *Обзор экономики и политологии, 7* (4), 238–256. 10.1108/REPS-11-2019-0145

Demin, S., Mikhaylova, A. Pyankova, S. (2023). Digitalization and its impact on regional economy transformation mechanisms. *Int. J. Syst. Assur. Eng. Manag., 14,* 377–390. 10.1007/s13198-022-01806-y

## *References*

Aly, H. (2022). Digital transformation, development and productivity in developing countries: Is artificial intelligence a curse or a blessing? *Review of Economics and Political Science, 7* (4), 238–256. https://doi.org/10.1108/REPS-11-2019-0145

Gavrilyuk, A.V. (2022). The strategy of transition to a new level of technological development of the economy. *Strategizing: Theory and Practice, 2* (2), 257–269. https://doi.org/10.21603/2782-2435-2022-2-2-257-269

Shmeleva, N. V. (2023). Strategizing the development potential of the Arctic regions in order to implement the policy of import dependence. *Strategizing: Theory and Practice, 3* (1), 72–85. https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-72-85

Dorzhieva, V.V. (2019). Strategic planning as a tool for ensuring scientific and technological development: Regional and sectoral aspects. In the collection: *Foresight «Russia»: The future of technology, economics and man. Collection of reports of the St. Petersburg International Economic Congress (SPEC-2019).* Institute of New Industrial Development named after S.Y. Witte. Saint Petersburg, 2019. pp. 647–658.

Demin, S., Mikhaylova, A., & Pyankova, S. (2023). Digitalization and its impact on regional economy transformation mechanisms. *International Journal of System Assurance Engineering and Management, 14*, 377–390. https://doi.org/10.1007/s13198-022-01806-y

Belyakov, G.P., & Bagdasaryan, N.A. (2021). Scientific and technological development of regions in the strategic planning system of the Russian Federation. *Russia: Trends and Prospects of Development. 16* (2), 292–299.

Abramov, R.A. (2015). Mechanisms for the implementation of innovative development of regions: Russian and foreign experience. *International Journal of Applied and Fundamental Research, 9* (2), 333–336.

Biryukov, A.N., & Khalikova, M.A. (2024). Strategies of state-regional scientific and technological development: Challenges and prospects. *Economics*

*and Management: Scientific and Practical Journal, 2* (176), 11–20. DOI: 10.34773/EU.2024.2.2

National strategy for the development of artificial intelligence for the period up to 2030. Approved by Decree of the President of the Russian Federation dated 10.10.2019 No. 490. URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003. (Date of application: 05.10.2024).

Syusyura, D. A. (2024). Reserves for the development of regional entrepreneurial ecosystems. *Bulletin of Eurasian Science, 16* (2). URL: https://esj.today/PDF/45ECVN224.pdf. (Date of application: 04.10.2024).

The State program «Scientific and technological development of the Republic of Tatarstan». Ed. Resolution of the KM of the Republic of Tatarstan dated 07.10.2024 No.864. URL: https://docs.cntd.ru/document/406605896. (Date of request: 12.11.2024).

**Дмитрий Александрович Сюсюра** — доктор экономических наук, доцент, старший научный сотрудник, Оренбургский филиал Института экономики УрО РАН; https://orcid.org/0000-0003-2711-2056 (Российская Федерация, 460000, г. Оренбург, Чернореченская ул., 46; e-mail: syusura.da@uiec.ru).

**Dmitry A. Syusyura** — Doctor of Economics, Associate Professor, Senior Researcher, Orenburg Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; https://orcid.org/0000-0003-2711-2056 (460000, Orenburg, Russian Federation, e-mail: syusura.da@uiec.ru).

**УДК 338.2, 65.011.56, 658.5.011**
**JEL classification: B50, D81, M10**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-22**

# Анализ уникальных особенностей цифровых предприятий в киберфизическом мире[1]

*А. Г. Ташкинов*

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
(г. Пермь, Россия).
https://orcid.org:0000-0001-6248-8441

Автор для корреспонденции: А. Г. Ташкинов (alekss.perm@gmail.com).

**Аннотация.** *Цель исследования — провести анализ формирования цифрового представления киберфизических предприятий, выявить отличительные особенности традиционных и цифровых предприятий. Методологической основной исследования являются общенаучные методы: анализ, синтез, абстракция, гипотетико-дедуктивный метод, а также сравнительный метод. В работе выделены основные препятствия на пути развития цифровой трансформации традиционных предприятий, а также предложены способы их преодоления. В качестве результата представлен практический пример того, как предложенный методологический подход может применяться в проекте цифровой трансформации, помогая предприятиям получить конкурентные преимущества, повысить эффективность своей деятельности и адаптироваться к рыночным условиям. Полученные в результате исследования данные могут быть использованы предприятиями реального сектора экономики для реализации проектов цифровой трансформации.*

**Ключевые слова:** киберфизические предприятия; проект; цифровая трансформация; цифровые технологии

[1] © Ташкинов А. Г. Текст. 2024.

# Analysis of the unique features of digital enterprises in the cyber-physical world

*A.Tashkinov*

Perm National Research Polytechnic University (Perm, Russia).
https://orcid.org:0000-0001-6248-8441

Corresponding author: A.G. Tashkinov (alekss.perm@gmail.com).

**Abstract.** *The purpose of this study is to analyze the creation of a digital representation of cyber-physical enterprises and to identify the unique features of both traditional and digital businesses. The research is based on general scientific methods such as analysis, synthesis, abstraction, the hypothetical-deductive approach, and the comparative method. The paper highlights the major obstacles to the digital transformation of traditional businesses and suggests ways to overcome them. A practical example is provided to demonstrate how the proposed methodology can be applied to a digital transformation project, allowing businesses to gain competitive advantages, improve efficiency, and adapt to market conditions. Data obtained from this research can be utilized by companies in the real economy to implement successful digital transformation initiatives.*

**Keywords:** cyber physical enterprises; project; digital transformation; digital technologies

## *Введение*

Развитие научных теорий в сфере социоэкономики и динамизм экономических отношений в эпоху цифровой экономики привели к необходимости качественных исследований теории и практики управления в условиях цифровизации.

Современный бизнес-ландшафт с его постоянными изменениями и влиянием цифровых технологий значительно влияет на то, как компании принимают управленческие решения относительно перехода к цифровой трансформации. С учетом этого, текущая конкурентная ситуация, постоянные изменения в окружающей среде и влияние цифровых технологий существенно воздействуют на процесс управления предприятием при принятии управленческих решений, касаемо объективного перехода предприятия на цифровую трансформацию. В то же время Правительством РФ в 2023 г. была утверждена Концепция технологического развития, определяющая содержание и направления обеспечения технологического развития на период до 2030 г., а также соответствующие проекты с применением новых, сквозных технологий и искусственного интеллекта[1].

[1] Национальный портал в сфере ИИ и применения нейросетей в России: официальный сайт. URL: https://ai.gov.ru/. (дата обращения: 08.08.2024).

Сегодня цифровые технологии позволили значительно ускорить внедрение инноваций в бизнес-среде. Компании должны адаптироваться к этому быстро меняющемуся ландшафту, чтобы оставаться конкурентоспособными. Организации должны коренным образом переосмыслить и трансформировать свои бизнес-модели, чтобы добиться успеха в непростом киберфизическом мире.

Цифровая трансформация выходит за рамки простого оцифровывания продуктов и услуг. Компаниям также необходимо переосмыслить способы создания ценности и разработать новые стратегии, использующие преимущества цифровых технологий.

Цифровая трансформация позволяет организациям глубже понимать потребности клиентов и предвосхищать их, обеспечивая более индивидуальное взаимодействие и предоставление продуктов и услуг, соответствующих ожиданиям их целевой аудитории. Эта трансформация обусловлена стремительным развитием цифровых инноваций, что заставляет организации идти на опережение, чтобы оставаться конкурентоспособными. Компании внедряют инициативы по цифровой трансформации, чтобы не отставать от постоянно меняющегося ландшафта цифровых технологий.

Повсеместное распространение и скорость, с которой развиваются цифровые технологии, приводят к постоянным изменениям в предпочтениях клиентов и структуре рынка, что вынуждает организации адаптироваться к новым требованиям. Сегодня все больше и больше компаний используют цифровые технологии для улучшения обслуживания клиентов и расширения своих ценностных предложений, анализируя данные об использовании продуктов, чтобы предоставить своим клиентам более персонализированный опыт.

Отправной точкой для работы по развитию цифровизации является понимание общего текущего статуса цифровизации организации и, таким образом, создание общей картины ее сильных и слабых сторон и возможных действий по улучшению на будущее.

Исходя из этого, способность компаний адаптироваться к будущим изменениям будет определять их шансы на выживание. Стоит отметить важную особенность данной проблемы: она рассматривается как академическим сообществом, так и в деловых кругах разнонаправленного бизнеса. Существует большое беспокойство касаемо обсуждения последствий цифровой трансформации для бизнеса и того, как можно эффективно управлять предприятием в контексте цифровой трансформации.

Учитывая эту позицию, для выполнения задач исследования мы проведем тщательный анализ литературы, относящейся к теме. Ос-

новываясь на этом анализе, определим ключевые особенности традиционных и киберфизических предприятий. Чтобы проверить нашу гипотезу, мы опишем методологический подход, который предполагает переход от традиционных бизнес-моделей к новым, включающим цифровые компоненты, для адаптации к меняющимся рыночным условиям. Результаты работы будут подкреплены примерами из нашего опыта реализации проектов цифровой трансформации на примере АО «Пермский завод «Машиностроитель».

## *Основная часть*

### *Обзор литературы*

Проведенный анализ по исследуемой проблеме позволил определить ключевые моменты по данной теме. Цифровая трансформация считается комплексным процессом, посредством которого организации пересматривают свои бизнес-модели, операции и стратегии посредством интеграции цифровых технологий (Matt et al., 2015).

Это изменение не ограничивается только внедрением технологических инструментов, но включает в себя глубокую переоценку организационной культуры, принятие новых форм функционирования и создание ценности посредством технологических инноваций (Hess et al., 2016; Vial, 2019).

Благодаря динамичному развитию больших данных, промышленного интернета вещей, искусственного интеллекта, машинного обучения, цифровых двойников и облачных вычислений и других цифровых технологий цифровая экономика меняет краткосрочные ориентиры на долгосрочные и становится для предприятий новым двигателем достижения эффективного развития производственно-экономической системы. Трансформация цифровой экономики предполагает процесс перехода от традиционных бизнес-моделей к новым моделям, основанным на использовании информационно-коммуникационных технологий с целью адаптации к изменяющимся рыночным условиям и требованиям потребителей. Использование цифровых инструментов, таких как искусственный интеллект, машинное обучение, блокчейн, интернет вещей, позволяет компаниям автоматизировать решение текущих задач и улучшить взаимодействие как с клиентами, так и между отделами внутри организации (Tashkinov, 2024).

Вышеупомянутый анализ научной литературы, посвященной цифровой трансформации существующих промышленных пред-

приятий, позволяет нам сделать следующие выводы (Matt et al., 2015; Hess et al., 2016; Vial, 2019; Чернова & Даренин, 2020; Babkin et al., 2022).

Сегодня цифровая трансформация затронула каждый бизнес, и цифровые инструменты изменили, пусть и незначительно, все виды работы. Технических навыков и увлечения новыми технологиями недостаточно для достижения успеха в цифровой экономике.

Цифровые технологии постоянно развиваются, и способы их использования также меняются. Это означает, что организации и их сотрудники находятся в состоянии постоянных изменений.

В эпоху данных, алгоритмов и искусственного интеллекта успех невозможен без цифрового мышления. Цифровое мышление — это способность по-новому взглянуть на мир и изменить свое поведение. Это набор методов, которые мы используем для понимания и использования данных и технологий.

Задача создания цифрового представления сложных технических объектов на основе цифровых инструментов является актуальной. Это представление должно формироваться на рассмотрении цифровых инструментов как многогранной системы.

### *Методы исследования*

Данное исследование основывается на базовых методах общенаучного познания: компаративного анализа, наблюдения, обобщения, абстрагирования, моделирования. Теоретическую и методологическую основы составляют научные публикации отечественных и зарубежных исследователей в области цифровой трансформации предприятия.

### *Результаты*

В настоящее время разработка современных цифровых инструментов, таких как промышленный интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (AI), машинное обучение (ML) и нейронные сети, направлена на создание цифровых представлений объектов. Эти инструменты обладают потенциалом для решения различных задач (Matt et al., 2015; Hess et al., 2016; Vial, 2019; Чернова & Даренин, 2020; Babkin et al., 2022).

Проанализированные предприятия можно разделить на две категории: традиционные и киберфизические предприятия. Традиционные предприятия полагаются на ручные процессы и физические активы, в то время как киберфизические предприятия используют цифровые технологии для улучшения своей деятельности.

В настоящее время развитие современных цифровых инструментов с использованием промышленного интернета вещей, искусственного интеллекта, машинного обучения и нейросети, ориентированные на цифровое представление объекта, позволяет решить перечисленные проблемы.

На основе рассмотренных работ представим анализ отличительных особенностей существующих предприятий, исследуемых в нашей работе (Babkin et al., 2022; Романова & Пономарева, 2022; Протасов и др., 2022).

Традиционные, цифровые и киберфизические предприятия существенно различаются по ряду параметров. Во-первых, по способу взаимодействия людей: если традиционные предприятия требуют от сотрудников сосредоточиться на обсуждении и принятии решений в физических конференц-залах, то цифровые предприятия позволяют взаимодействовать без границ, при этом сотрудничество, встречи и обмен данными внутри и между предприятиями происходят в любое время и в любом месте. Этот сдвиг в модели сотрудничества — главное отличие цифрового предприятия от традиционного. Киберфизическое предприятие, с другой стороны, сочетает в себе эти два направления, используя цифровые технологии для эффективного сотрудничества, но при этом учитывая практические ограничения и условия физического мира.

Во-вторых, с точки зрения менталитета цифровые предприятия используют данные, а также алгоритмические стратегии, чтобы справиться с неопределенностью и обеспечить управление, в то время как традиционные предприятия могут больше полагаться на опыт и интуицию при принятии решений. Киберфизические предприятия, с другой стороны, должны дополнительно учитывать правила и ограничения физического мира на основе цифрового мышления.

Так, по мнению авторов (Romanova & Kuzmin, 2021), цифровые предприятия используют цифровые технологии для достижения взаимосвязи производственных факторов предприятия и способны гибко корректировать производственные стратегии в соответствии с изменениями на рынке. Внедрение таких технологий, поддерживаемых за счет использования инструментов промышленной политики, позволяет формировать отрасли нового поколения (передовое производство).

Традиционные предприятия, с другой стороны, могут использовать крупномасштабные методы серийного производства. Киберфизические предприятия должны учитывать реальные производственные возможности и ограничения физического мира на основе

цифрового производства. Как цифровые, так и киберфизические предприятия должны принимать во внимание особенности цифровой трансформации, которая осуществляется в рамках концепции Индустрия 4.0 и формирования концепции Индустрия 5.0.

Что касается работы, то цифровые предприятия реализуют модель совместного управления, которая является стандартизированной, регулируемой, плоской, онлайн и эффективной, а также устанавливают систему управления, ориентированную на людей. Традиционные предприятия могут использовать более громоздкий иерархический подход к управлению. Киберфизическим предприятиям необходимо анализировать вопросы, как добиться эффективного функционирования и управления физическим миром на основе цифрового управления.

Традиционные предприятия обычно имеют фиксированную бизнес-модель, полагаясь в основном на офлайн-рынки для продаж и на традиционные каналы рекламы, продвижения и дистрибуции для продвижения своих продуктов и услуг. Кроме того, традиционные предприятия склонны применять более традиционный подход к управлению цепочками поставок и производственными процессами, а также не обладают эффективными возможностями обмена информацией и сотрудничества. Бизнес-модель цифровых предприятий, напротив, в большей степени ориентирована на принятие решений на основе данных и расширение рынка в режиме онлайн. Они в полной мере используют большие данные, облачные вычисления, искусственный интеллект и другие цифровые технологии для сбора и анализа больших объемов пользовательских данных, чтобы получить представление о тенденциях рынка и потребностях клиентов. Бизнес-модель киберфизических предприятий, с другой стороны, подчеркивает глубокую интеграцию физического и цифрового миров. Они соединяют производственное оборудование, датчики и системы управления с помощью технологии IoT, чтобы обеспечить мониторинг, сбор данных и интеллектуальный анализ производственного процесса в режиме реального времени. Киберфизические предприятия используют эти данные для оптимизации производственных процессов, повышения производительности и создания индивидуальных продуктов. Традиционные предприятия имеют относительно низкий уровень развития технологий. Они обычно полагаются на традиционные технологии и инструменты для производства и работы, медленно принимают и применяют новые технологии.

На основе проведенного анализа мы можем сделать вывод, что традиционные, цифровые и киберфизические предприятия существенно отличаются друг от друга с точки зрения взаимодействия, мышления, методов производства, рабочих процессов и принятия решений. Эти различия отражают различные стратегии и подходы этих компаний к решению задач интеллектуализации производственных систем и цифровой трансформации (Tashkinov, 2024).

Так, коллектив авторов (Протасов и др., 2022) рассматривает киберфизические предприятия, использующие разработки технологий искусственного интеллекта (ИИ), с точки зрения автоматизированных систем. Они считают, что эти системы заслуживают особого подхода по нескольким причинам:

— в контексте автоматизированных систем ключевая проблема заключается в обработке неструктурированного текста на неродных языках, которая по своей сути связана с участием человека в этих процессах;

— область обработки естественного языка сталкивается со значительными препятствиями, особенно в плане понимания нюансов текстового значения, что объясняет ее относительно начальный уровень технического прогресса;

— сложности, возникающие при семантическом анализе естественных языков, побудили многих исследователей выступить за интеграцию нейросетевого ИИ и так называемого логического ИИ, поскольку они считают, что это слияние может проложить путь к разработке надежного и универсального искусственного интеллекта.

Последнее обстоятельство, на наш взгляд, создает предпосылки для поиска эффективных решений, но также повышает риск того, что результаты такого сочетания логического и нейросетевого ИИ будут получены за пределами России, например, в других странах, занимающихся разработкой сильного ИИ (искусственного общего интеллекта — AGI) (Протасов и др., 2022).

Чтобы предположить создание универсального (сильного) искусственного интеллекта в следующем десятилетии, важно учитывать результаты, продемонстрированные так называемыми базовыми моделями. Эти модели представляют собой нейронные сети, которые были предварительно обучены на больших объемах текстовых данных без участия учителя и содержат сотни миллиардов или триллионы параметров. Эти базовые модели нейронных сетей способны быстро завершить обучение, если их настроить для конкретных задач с использованием относительно небольших объемов данных.

Исходя из представленного анализа, видится ответ на данное обстоятельство, которое предполагает настоятельную необходимость и возможность перехода предприятия на цифровую трансформацию. В связи с этим, киберфизические предприятия должны быть готовы экспериментировать, учиться на ошибках и быстро адаптироваться к динамике рынка. Таким образом, гибкость бизнеса и способность предвидеть возникающие тенденции имеют решающее значение для достижения успеха в конкурентной среде. Кроме того, неопределенность и нестабильность являются характеристиками в киберфизическом мире. Способность предприятия преодолевать эти потрясения зависит от его устойчивости и способности к адаптации. Кроме того, критически важным компонентом становится создание универсального (сильного) искусственного интеллекта. Киберфизические предприятия должны использовать в своем арсенале цифровые инструменты, которые способствует устойчивости и оперативности посредством непрерывного обучения, формирования цифровых компетенций, эффективного общения и предвидения возможных сценариев реализации проектов в части перехода предприятия на цифровую трансформацию.

Основываясь на приведенных выше аргументах, предлагается перейти к проверке нашей гипотезы. Рассмотрим возможный сценарий происходящих событий на конкретном предприятии. Данный сценарий представляет собой переход от традиционной модели к новой, т. е. цифровой.

Опыт АО «Пермский завод «Машиностроитель» в реализации проекта цифровой трансформации

АО «Пермский завод «Машиностроитель» (АО «ПЗ «Маш») — крупное специализированное машиностроительное предприятие. АО «ПЗ «Маш» входит в состав военно-промышленной корпорации «НПО машиностроения», в интегрированную структуру корпорация «Тактическое ракетное вооружение».

Далее представим практическую реализацию проекта цифровой трансформации применительно к специфике работы предприятия АО «Пермский завод «Машиностроитель».

Автоматизация проектирования и технологическая подготовка производства являет собой важнейшие этапы жизненного цикла продукции (ЖЦИ).

Опишем пошаговые действия работы конструкторов, технологов при формировании МНС. Конструкторы в соответствии с запросами от производства формируют конструкторский состав изделия, т. е. что необходимо изготовить. Технологи в соответствии с запро-

сами от производства и снабжения описывают технологический состав изделия, т. е. какими средствами из какого материала необходимо изготовить изделие. Наиболее важный документ в подготовке производства, который бы сочетал в себе одновременно конструкторские и технологические параметры изделия — это маршрутно-нормативная спецификация (МНС).

Основные составляющие МНС:

— технологический состав изделия — конструкторский состав дополнительно с технологическими образцами и различными испытаниями (что нужно изготовить);

— маршрут изготовления деталей и сборочных единиц (ДСЕ) — последовательность цехов в процессе изготовления каждой позиции (как нужно изготовить);

— подетальное и пооперационное нормирование (из чего нужно изготовить).

В целях реализации проекта цифровой трансформации, связанного с функционированием единого информационного пространства в приборостроительной отрасли, была проведена классификация проблем. В первую группу вошли критические проблемы, которые заключаются в следующем.

Во-первых, старая клиентская система была частично интегрирована с решением АСКОН. Это проявляется в том факте, что при создании подробных и оперативных стандартов из всего списка модулей для MDM (*Master Data Management* — управление основными данными и нормативно-справочной информацией) использовался только Полином. Другие компоненты программного обеспечения АСКОН не были задействованы и, следовательно, не были интегрированы.

Во-вторых, отсутствовала связь между конструкторским (ЛОЦМАН: PLM (*product life cycle management* — управление жизненным циклом продукции) и технологическим составом (старый комплекс МНС). В данной ситуации конструктор формировал свой конструкторский состав в ЛОЦМАНе, а технолог формировал свой технологический состав в старом комплексе МНС, из-за этого одна и та же позиция по КД находилась не только в разных системах, но и в разных СУБД (система управления базами данных).

В-третьих, старый функционал приходилось постоянно дорабатывать. Это было связано с тем, что структура МНС была разработана по тем требованиям, когда не нужно было учитывать параметры изделия, а они были конструктивно и технологически проще, в отличии от современных составов.

Вторая группа включала в себя несколько более сложных вопросов:

— старая система имела технологические ограничения из-за своей разработки на платформе, которая долгое время не поддерживалась в рабочем состоянии, а именно Visual FoxPro;

— отсутствовал процесс согласования МНС в электронном виде с использованием технологии бизнес-логики Лоцман WorkFlow. Проблема появляется из-за малой степени интегрированности, т. к. в комплексе решений АСКОН присутствует модуль для электронного согласования, но самой МНС в ЛОЦМАНе нет.

Опираясь на представленную классификацию проблем, была очерчена существовавшая на тот момент модель предприятия (рис. 1).

Чтобы эффективно работать в рамках единой информационной среды, мы разработали инновационную модель, которая графически представлена на рисунке 2.

Новая концепция предполагает работу в рамках единого информационного пространства — комплекса решений АСКОН. Конструкторы и технологи работают в одном и том же ПО: Лоцман: PLM, Полином: MDM, Компас 3D, Вертикаль и МНС отдельно технологи, но конструкторы, используя базовый функционал ЛОЦМАНа, могут просматривать МНС. Конструкторский и технологический состав находятся в одной БД и интегрированы между собой. Далее информация интегрируется с производственной БД, т. е. с производственным составом для номенклатурного планирования.

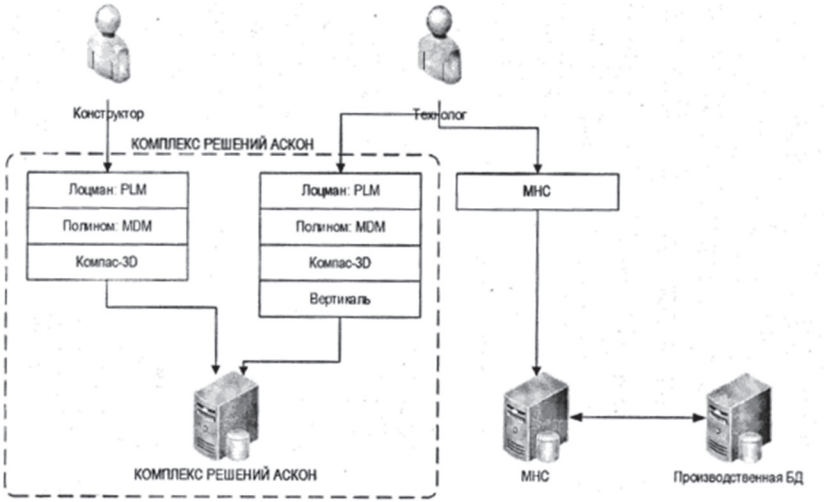



**Рис. 1.** *Существующая модель АО «Пермский завод «Машиностроитель» (источник: сост. автором)*

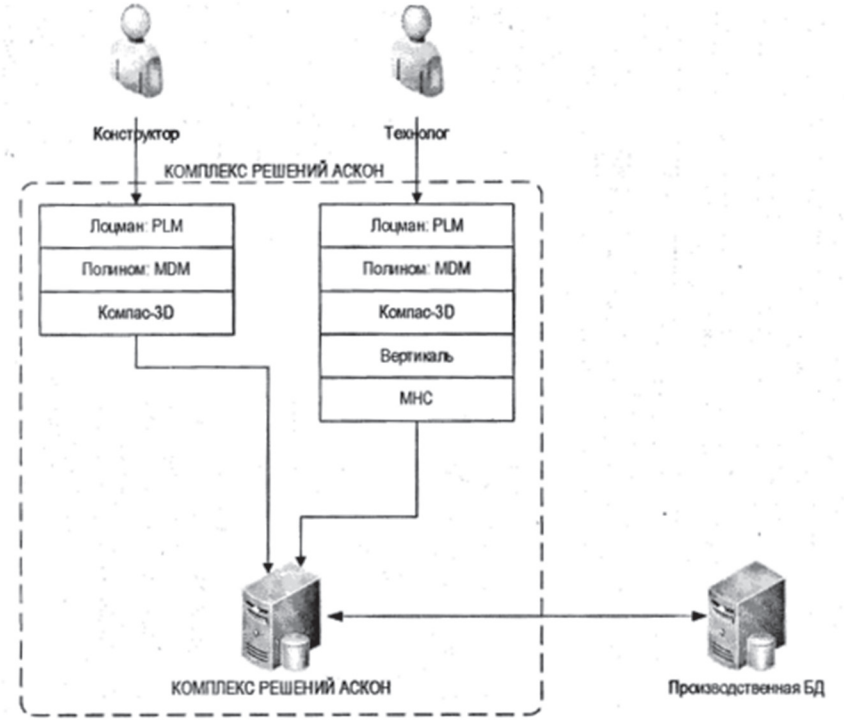



**Рис. 2.** *Новая модель АО «Пермский завод «Машиностроитель» (источник: сост. автором)*

Новая модель, которая объединяет принципы бережливого производства с цифровыми технологиями, обладает рядом преимуществ по сравнению с существующими моделями.

— вся конструкторская и технологическая подготовка производства осуществляется в одном информационном пространстве, т. е. в одном комплексе, в одной СУБД, следовательно, полностью интегрирована;

— осуществлена полная интеграция решений при разработке и согласовании технологического состава;

— появилась возможность формировать сложные объекты, что позволяет описать различные МНС. Конфигурация МНС разработана таким образом, что ее можно в процессе бесконечно усложнять, что позволяет формировать все более сложные составы изделий;

— сократилось время на формирование одной МНС. Полная интеграция и автоматизация процесса формирования МНС позволили снизить время при разработке изделий;

— проведено развитие полного технологического состава (тех. процесс как часть МНС). Наличие МНС в ЛОЦМАНе позволяет повышать уровень технологической подготовки производства. Например, имея маршрут изготовления ДСЕ, возможно интегрировать технологический состав с технологическим процессом цехового технолога, а технологические ДСЕ могут стать и уже стали основой для технологической оснастки;

— минимизирован риск возникновения ошибки (человеческого фактора). Конвертирование конструкторского состава в технологический позволяет автоматизировать процесс разработки МНС. Нет необходимости формировать его в ручном режиме, а значит, появилась возможность исключить ошибки.

Таким образом, текущий уровень автоматизации и интеграции позволяет увеличить скорость формирования технологического состава изделия.

Основываясь на данном опыте, нами представлено тематическое исследование, демонстрирующее, как методологическая основа, изложенная в статье, может быть применена в рамках проекта цифровой трансформации, позволяя организациям получить конкурентные преимущества, повысить эффективность своей деятельности и успешно ориентироваться в меняющейся динамике рынка.

## *Заключение*

Таким образом, цифровая трансформация предприятия в реальном секторе экономики открывает новые возможности для повышения эффективности бизнес-процессов и ускорения принятия решений. Использование цифровых инструментов позволяет создавать гибкие и масштабируемые модели управления, что крайне важно в быстро меняющейся среде. Объединив свои усилия, предприятия могут оптимизировать свою деятельность и предоставить другим компаниям дорожную карту, которой они должны следовать в процессе цифровой трансформации.

Практический пример реализации проекта цифровой трансформации в АО «Пермский завод Машиностроитель» служит примером того, как менеджеры могут получить конкурентное преимущество и эффективно справляться с вызовами в киберфизическом мире в рамках своей деятельности.

### *Список источников*

Matt, Ch., Hess, Th., Benlian, A. (2015). Digital Transformation Strategies. *Business & Information Systems Engineering, 57,* 339–343. DOI: https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5

Hess, Th., Matt, Ch., Benlian, A., Wiesböck, F. (2016). Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. *MIS Quarterly Executive, 15,* 123–139.

Vial, G. (2019). Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda. *The Journal of Strategic Information Systems, 28* (2), 118–144.

Tashkinov, A. G. (2024). Methodological approach to the development of digital transformation of an enterprise. *Journal of Innovations in Business and Industry, 03* (03), 177–186. DOI: 10.61552/JIBI.2025.03.006 pp.177–186

Чернова, О. А., Даренин, А. И. (2020). Цифровые трансформации в промышленности как фактор экономического роста. *Естественно-гуманитарные исследования, 1* (27), 222–226.

Babkin, A., Shkarupeta, E., Kabasheva, I., Rudaleva, I., Vicentiy. A. A (2022). Framework for Digital Development of Industrial Systems in the Strategic Drift to Industry 5.0. *International Journal of Technology, 13* (7), 174–182. DOI: 10.14716/ijtech.v13i7.6193.

Романова, О. А. Пономарева, А. О. (2022). Цифровизация промышленности как фактор повышения устойчивости экономики к шоковым воздействиям. В *Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии: сб. науч. ст. отв. ред. член-корреспондент РАН, д.э.н., профессор В. В. Акбердина (С. 174–184).* Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 312.

Romanova, O. A., Kuzmin, E. (2021). Industrial Policy: A New Reality in the Context of Digital Transformation of the Economy. *Digital Transformation in Industry, Lecture Notes in Information Systems and Organisation 44.* DOI: 10.1007/978-3-030-73261-5_2 Springer Nature Switzerland AG

Протасов, А. А., Ширманов, А. В., Родоманов, С. И. (2022). Современные задачи автоматизации органов военного управления на базе технологий искусственного интеллекта. *Военная мысль,* (4),79–87.

### *References*

Babkin A., Shkarupeta E., Kabasheva I., Rudaleva I., Vicentiy A. A (2022). Framework for Digital Development of Industrial Systems in the Strategic Drift to *Industry 5.0. International Journal of Technology 13* (7) 174–182. http://doi.org/10.14716/ijtech.v13i7.6193.

Chernova O.A., Darenin A.I. (2020). Cifrovye transformacii v promyshlennosti kak faktor ekonomicheskogo rosta [Digital transformations in industry as a factor of economic growth] *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya Vol 1* (27). pp. 222–226. (In Russ.)

Hess Th., Matt Ch., Benlian A., Wiesböck F. (2016). Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. *MIS Quarterly Executive, 15,* 123–139.

Matt Ch., Hess Th., Benlian A. (2015). Digital Transformation Strategies. *Business & Information Systems Engineering, 57,* 339–343. DOI: https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5

Tashkinov A.G. (2024). Methodological approach to the development of digital transformation of an enterprise. *Journal of Innovations in Business and Industry. Vol. 03,* No. 03 177-186, doi: 10.61552/JIBI.2025.03.006 pp.177-186

Protasov A.A., Shirmanov A.V., Rodomanov S.I. (2022). Sovremennye zadachi avtomatizacii organov voennogo upravleniya na baze tekhnologij iskusstvennogo intellekta [Modern tasks of automation of military control bodies based on artificial intelligence technologies] *Voennaya mysl'.* pp. 79 — 87. (In Russ.)

Romanova O. A., Ponomareva A. O. (2022). Cifrovizaciya promyshlennosti kak faktor povysheniya ustojchivosti eko-nomiki k shokovym vozdejstviyam / *Cifrovaya transformaciya promyshlen-nosti: tendencii, upravlenie, strategii: sb. nauch. st.* / otv. red. chlen-korrespondent RAN, d.e.n., professor Akberdina V.V. Ekaterinburg: Institut ekonomiki UrO RAN [Digitalization of industry as a factor in increasing the resilience of the economy to shocks] Digital transformation of industry: trends, management, strategies. pp.174 — 184. (In Russ.)

Romanova O. A., Kuzmin E. (2021) Industrial Policy: A New Reality in the Context of Digital Transformation of the Economy. *Digital Transformation in Industry, Lecture Notes in Information Systems and Organisation 44,* https://doi.org/10.1007/978-3-030-73261-5_2 Springer Nature Switzerland AG

Vial, G. (2019). Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda. *The Journal of Strategic Information Systems 28* (2), 118–144.

**Ташкинов Алексей Григорьевич** — кандидат экономических наук, доцент, кафедра экономики управления промышленным производством, Пермский национальный исследовательский политехнический университет; https://orcid.org:0000-0001-6248-8441 (614990, Россия, г. Пермь, Комсомольский пр-кт, 29; e-mail: alekss.perm@gmail.com).

**Aleksey G. Tashkinov** — PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Economics of Industrial Production Management, Perm National Research Polytechnic University Perm; https://orcid.org:0000-0001-6248-8441 (Komsomolsky Prospekt 29, Perm, Russia, e-mail: alekss.perm@gmail.com).

**УДК 330.88**
**JEL classification: D20, M10**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-23**

# Современные тенденции развития стратегического управления организацией в контексте цифровой трансформации[1]

*Х. И. Фаттахов*

Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого
(г. Санкт-Петербург, Россия).
https://orcid.org/0000-0002-1311-6673

Автор для корреспонденции: Х. И. Фаттахов (khamit.fattakhov@mail.ru).

**Аннотация.** *В статье рассмотрены современные особенности развития стратегического менеджмента, методов и форм его осуществления на основе цифровых решений. Целью исследования является разработка теоретических и методологических положений по совершенствованию моделей стратегического управления организаций в контексте цифровой трансформации бизнеса. В ходе исследования были получены следующие результаты: проанализированы текущая проблематика стратегического управления организаций в контексте цифровой трансформации, рассмотрены управленческие и организационные тренды в организациях, осуществляющих цифровую трансформацию, уточнены основные походы и механизмы новых систем менеджмента, лежащих в основе современных моделей управления, предложена целевая бизнес-модель организации в контексте цифровой трансформации, выявлены ключевые особенности стратегического управления в новых условиях. Дальнейшими направлениями исследования является разработка концептуальной модели стратегического управления организацией в контексте цифровой трансформации, анализ влияния цифровых инструментов на методические и инструментальные основы стратегического менеджмента.*

**Ключевые слова:** цифровая трансформация; стратегический менеджмент; бизнес-модели

[1] © Фаттахов Х. И. Текст. 2024.

# Modern trends in the development of strategic management of an organization in the context of digital transformation

*Kh. Fattakhov*

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (Saint-Petersburg, Russia).
https://orcid.org/0000-0002-1311-6673

Corresponding author: Kh. I. Fattakhov (khamit.fattakhov@mail.ru).

**Abstract.** *The article examines the modern peculiarities of the development of strategic management, methods and forms of its implementation based on digital solutions. The purpose of the study is to develop theoretical and methodological provisions for improving the models of strategic management of organizations in the context of digital business transformation. During the research, the following results were obtained: the current problems of strategic management of organizations in the context of digital transformation were analyzed, managerial and organizational trends in organizations engaged in digital transformation were considered, the main approaches and mechanisms of new management systems underlying modern management models were clarified A target business model of the organization in the context of digital transformation is proposed, key features of strategic management in new conditions are identified. Further areas of research are the development of a conceptual model of strategic management of an organization in the context of digital transformation, the analysis of the impact of digital tools on the methodological and instrumental foundations of strategic management.*

**Keywords:** digital transformation; strategic management; business models

## *Введение*

Современный мир всё больше сталкивается с цифровой действительностью, которая в корне меняет привычные экономические уклады и подходы. Цифровые инструменты ведения бизнеса уже являются неотъемлемой практикой коммерческих отношений и управленческих решений. Цифровая трансформация компаний происходит, что называется, в режиме «реального времени», и в этих условиях крайне необходимо пересмотреть подходы к принципам управления организаций, которые в большинстве своем уже не соответствуют потребностям организаций в условиях стремительно меняющейся окружающей деловой среды (Атурин и др., 2020).

В текущий момент времени наблюдается отставание теоретических разработок от управленческих и организационных практик, применяемых в организациях, осуществляющих цифровую трансформацию. По мере перехода в «цифровую экономику» в организациях используются новые модели управления организациями, позволяющие эффективно применять цифровые инструменты и осу-

ществлять стратегическое и оперативное руководство организациями в условиях цифровой трансформации. В то же время методология, подходы и инструменты стратегического менеджмента в большинстве своем были разработаны в прошлом веке и не позволяют в полной мере использовать новые «цифровые» возможности, и не отвечают современным вызовам, стоящими перед организациями.

### *Основная часть*

Основой цифровой трансформации являются не технологии и аппаратные возможности, а новые модели управления организациями, позволяющие эффективно применять цифровые инструменты и осуществлять управление организациями в условиях цифровой трансформации и связанных с ней вызовов. В «доцифровую» эпоху собственники и менеджеры полагались на полноценные стратегии, разработанные на основании прогнозов будущего и анализа рыночных ниш и конкурентных преимуществ организации. Однако в условиях цифровой экономики большинство рынков и отраслей характеризуются высокой степенью неопределенности и подвижностью, понятие «рыночных ниш» перестает быть актуальным ввиду широкой диверсификации деятельности «цифровых» компаний и развития экосистем и платформенных организаций (Хачатурян & Кличева, 2023). Маржинальная прибыль в «цифровых» компаниях обеспечивается за счет сокращения времени выполнения заказа, увеличения времени нахождения клиента в «экосистеме» организации, индивидуализации потребительских свойств продукта, монетизации платформенной модели взаимодействия поставщиков и покупателей. Объем выпуска однотипной продукции и «эффект масштаба» (снижение издержек за счет массового производства) перестали иметь значение с точки зрения формирования прибыли организаций. В подобных условиях «стандартные» методы не работают, «важнейшим условием достижения необходимого уровня конкурентоспособности и эффективности организации являются качественно новые механизмы стратегического управления» (Кочетков, 2019).

Ключевыми особенностями «нового стратегического управления» являются индивидуализация ценности продукта с точки зрения потребителя, высокая операционная эффективность бизнес-процессов, изменение структуры себестоимости продукта, развитие сетевых структур и экосистем, широкое вхождение в экономическую действительность «платформенных организаций» (Башмаков & Яковлева, 2023).

Заслуживает внимания концепция BANI-мира, которую ввел в научный обиход футурист Дж. Кашио (Cascio, 2020). BANI означает акроним от английских слов *Brittle* (хрупкий), *Anxious* (тревожный), *Nonlinear* (нелинейный), *Incomprehensible* (непостижимый). В данной концепции постулируется отход от концепции устойчивого развития и постоянного совершенствования на основе ранее достигнутого опыта, постулируется хрупкость текущей экономической системы, возрастающая тревожность в обществе от непрерывных изменений, нелинейность изменений, невозможностью понять и предусмотреть возможные события и ожидаемые последствия. Строго говоря, BANI-мир ставит под вопрос вообще целесообразность существования стратегического управления организации в текущем ее виде. BANI-мир — это мир тревожности и непостижимости, в котором стоит меньше полагаться на планирование и в большей степени на оперативное реагирование на условия внешней среды, импровизацию, экспериментирование. С этой точки зрения, цифровая трансформации бизнеса, идущая в мировой экономике последнее десятилетие, является ответом на новые условия глобального рынка, попыткой реагировать на новые вызовы, в т. ч. и путем радикального изменения внутрифирменных и межорганизационных связей, пересмотра сути и подходов «стратегического менеджмента».

Существующий «общепринятый» подход к стратегическому управлению, в основе которой лежит процесс выявления конкурентных преимуществ, постановка долгосрочных целей и разработка на их основе программы действий и перераспределения ресурсов, в современных условиях требует пересмотра «как на уровне последовательного развития существующих подходов и механизмов стратегического управления, так и кардинального пересмотра концепций, подходов и методов стратегического управления организаций, осуществляющих цифровую трансформацию» (Стоянова и др., 2022).

Несмотря на всё возрастающую актуальность изменения форм, методов и самой сущности стратегического управления в цифровой экономике, в данный момент в зарубежной и отечественной научной литературе отсутствует концепция стратегического управления организацией, использующие современные бизнес-модели и современные управленческие и организационные тренды. Целью данного исследования автор ставит выявление проблематики и современных тенденций по совершенствованию моделей стратегического управления организаций в контексте цифровой трансформации. Поставленная цель определила следующие задачи исследования:

1) анализ текущей проблематики стратегического управления организацией в контексте цифровой трансформации;

2) рассмотрение современных трендов развития управленческих и организационных практик в организациях, осуществляющих цифровую трансформацию;

3) формулирование общих подходов и механизмов, лежащих в основе актуальных трендов;

4) выявление основных тенденций развития стратегического управления организацией в контексте цифровой трансформации.

Автором был проведен широкий обзор наиболее актуальных тенденций развития управления организаций в контексте цифровой трансформации и современных условий глобального рынка на основе открытых источников по базам РИНЦ, SCOPUS, WoS и управленческого опыта автора. Тенденции цифровизации были проанализированы с точки зрения подходов и механизмов, лежащих в их основе (табл. 1).

На основе выявленных тенденций можно выделить главные идеи, лежащие в основе современных бизнес-моделей организаций в контексте цифровой трансформации.

В условиях повышенной турбулентности и «хрупкости» окружающего мира организации в цифровой экономике предпочитают постоянно совершенствовать процессы создания ценности,

Таблица 1

**Тенденции цифровой трансформации компаний и организаций**

| Тенденции | Описание | Подходы и механизмы, лежащие в основе |
|---|---|---|
| Управление на основе бизнес-моделей | Подход к управлению, при котором организация фокусируется на создании и реализации собственной бизнес-модели для максимального создания ценности и денежного потока | Создание ценности потребителя;<br>Адаптивность и гибкость;<br>Бизнес-архитектура |
| Цифровизация цепочек создания ценности (Fattakhov et al., 2021) | Комплексное внедрение цифровых технологий в процессы разработки создания и доставки продукта или услуги | Создание ценности потребителя;<br>Формирование цепочки создания ценности;<br>Устройство и монетизация бизнеса за счет создания ценности для потребителя;<br>Цифровые двойники |

*Продолжение табл. 1 на след. стр.*

*Продолжение табл. 1*

| Тенденции | Описание | Подходы и механизмы, лежащие в основе |
|---|---|---|
| Экспоненциальная организация | Использование инновационных технологий и нестандартных бизнес-моделей для быстрого роста и масштабирования | Сетевые сообщества, платформенные организации;<br>Организации как открытые экосистемы;<br>Масштабируемость;<br>Использование сторонних активов;<br>Проактивный поиск инноваций продукта |
| Жизненный цикл продуктов и услуг в цифровой экономике (Фаттахов & Силенов, 2021) | Новый жизненный цикл продуктов и услуг в цифровой экономике, управление всеми стадиями жизненного цикла | Ускорение жизненного цикла продуктов и услуг, минимальный срок выхода на рынок;<br>Форсайт технологий и продуктов;<br>Направленность на развитие в долгосрочной перспективе, приоритет базисным инновациям |
| Распределенная экономика | Экономическая модель, основанная на распределении ресурсов и децентрализации управления | Совместное использование ресурсов;<br>Децентрализация «управление хаосом»;<br>Управление по алгоритмам;<br>Самоорганизуемые команды;<br>Прозрачность транзакций |
| Автоматизация и роботизация | Замена ручного труда автоматическими системами и технологиями | Автоматизация процессов;<br>Роботизация процессов;<br>Минимизация влияния человеческого фактора |
| Искусственный интеллект | Применение машинного обучения и алгоритмов для анализа данных и принятия решений | Автоматизация интеллектуальных задач |
| Имитационное моделирование | Создание виртуальных моделей реальных систем и процессов для их анализа и оптимизации | Прогнозирование на основании мат. моделей;<br>Управление на основании алгоритмов;<br>Анализ больших данных |

*Продолжение табл. 1 на след. стр.*

*Продолжение табл. 1*

| Тенденции | Описание | Подходы и механизмы, лежащие в основе |
|---|---|---|
| Citizen Development (Prinz et al., 2023) | Привлечение граждан к разработке и созданию программного обеспечения с использованием визуальных инструментов и платформ без кода | Использование сторонних ресурсов;<br>Демократизация технологий; |
| Objectives and Key Results (OKR) | Методология управления, фокусирующаяся на установлении и достижении амбициозных целей. | Измеримые результаты;<br>Установка целей и задач;<br>Распределение ресурсов;<br>Самоорганизуемые команды;<br>Постановка амбициозных целей |
| Гибкие подходы, адаптивность (Agile) | Методология разработки и управления проектами, основанная на гибкости и итеративности | Быстрая адаптация к изменениям;<br>Нацеленность на результат |
| Индивидуализация показателей | Адаптация ключевых показателей эффективности (KPI) к потребностям конкретной компании или отдела | Персонализация данных;<br>Фокус на уникальных целях и контексте бизнеса |
| Мини-трансформация (Колобов и др., 2022) | Подход к трансформации бизнеса, сосредоточенный на небольших, но значимых изменениях, которые можно быстро реализовать и которые приносят результаты без необходимости крупных затрат времени и ресурсов | Постоянное повышение эффективности бизнес-процессов;<br>Вовлечение персонала, разделение целей компании;<br>Максимизация прибыли |
| Дополненная реальность (VR / AR) | Технология, позволяющая накладывать виртуальные элементы на реальные объекты | Минимизация влияния человеческого фактора;<br>Интерактивное обучение |
| Большие данные (Big Data) | Обработка и анализ больших объемов структурированных и неструктурированных данных для извлечения полезной информации | Выявление закономерностей;<br>Прослеживаемость транзакций |

*Продолжение табл. 1 на след. стр.*

*Продолжение табл. 1*

| Тенденции | Описание | Подходы и механизмы, лежащие в основе |
|---|---|---|
| Бережливое производство (Lean Management) | Методология управления, направленная на оптимизацию процессов и минимизацию потерь | Постоянное повышение эффективности бизнес-процессов;<br>Вовлечение персонала, разделение целей компании |
| Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) | Методология для систематизации творчества и инновационности | Переход на более высокий уровень системы (надсистемы);<br>Принцип динамичного развития;<br>Принцип устойчивости системы;<br>Гибридизация |
| Функционально-стоимостной анализ (ФСА) | Метод, помогающий выявить функции продукта и оценить их стоимость | Снижение издержек при сохранении ценности продукта для потребителя;<br>Максимизация прибыли;<br>Управление продуктом |
| Процессное управление | Подход к управлению организацией, основанный на оптимизации бизнес-процессов | Архитектура предприятия, совмещение бизнес-архитектуры и сетевой архитектуры;<br>Идентификация ключевых бизнес-процессов |
| Цифровые технологии логистики | Цифровые решения и инструменты, направленные на оптимизацию процессов управления цепочкам поставок, складированием, транспортировкой и распределением товаров | Автоматизация логистических процессов;<br>Беспилотный транспорт;<br>Доставка последней мили;<br>Цифровой документооборот;<br>Облачные вычисления;<br>Роботизированные складские комплексы |
| Маркетплейсы | Платформы, где различные продавцы могут предлагать свои товары и услуги | Обеспечение широкого выбора товаров / услуг;<br>Интеграция покупателей и потребителей |

*Окончание табл. 1 на след. стр.*

*Окончание табл. 1 на след. стр.*

| Тенденции | Описание | Подходы и механизмы, лежащие в основе |
|---|---|---|
| Клиентоцентричность | Подход к ведению бизнеса, при котором потребности и предпочтения клиентов устанавливаются в центре всех процессов и стратегий компании. Основная цель — создание положительного клиентского опыта | Контроль цикла жизни клиента;<br>Бесшовные гибкие процессы кроссфункционального взаимодействия;<br>Регулярная работа с показателем CLTV (пожизненная ценность клиента);<br>Отдельная работа с прибыльными клиентами, активация спящих клиентов, стратегия увеличения среднего чека;<br>Работа с оттоком: анализ причин, отдельный CJM (карта пути клиента) и глубинные исследования |
| Ценности компании | Основные принципы и убеждения, на которых строится корпоративная культура и принимаются управленческие решения | Человекоцентричность;<br>Мотивации сотрудников на основании ценностей компании;<br>Управление изменениями;<br>Когнитивный менеджмент |

Источник: сост. автором.

создавать новые продукты, формировать рыночные ниши и развивать сетевые бизнесы. Поскольку в BANI-мире перестали существовать постоянные рыночные конкурентные ниши на сколь-нибудь значительный срок, организациям в цифровой экономике необходимо конкурировать самим с собой, а управленческая задача заключается не в формировании устойчивых преимуществ, а в проактивном поиске новых.

В организациях, действующих в условиях цифровой трансформации, вместо стратегического планирования выходит на первый план сценарный менеджмент, при котором выделяются различные альтернативные сценарии развития событий, и для каждого варианта разрабатывается наиболее эффективная стратегия (сценарий деятельности). При этом сценарии представлены не в формате бизнес-планов, а в образах видения будущего, целевых установок, на основе долгосрочного анализа (Братченко, 2016).

Организации, осуществляющие цифровую трансформацию, в первую очередь концентрируются на экосистеме в целом, инте-

грации продавцов и покупателей, создании стандартных интерфейсов пользователя, формировании цепочек создания ценности (в т. ч. и цифровых), ускорению вывода новых продуктов на рынок, расширяют границы своего бизнеса до «микросреды», используя сторонние ресурсы и работая над снижением цены входа в свою экосистемы внешним организациям.

Монетизация бизнеса в бизнес-моделях организаций в контексте цифровой трансформации происходит за счет создания ценности для потребителя, фокусировки на уникальных целях и контексте бизнеса, снижения издержек при сохранении ценности продукта для потребителя, постоянной максимизации прибыли за счет мероприятий по совершенствованию ключевых бизнес-процессов.

Особое внимание оказывается потребителям, рынкам и каналам сбытам продукции (логистике). В этих областях активно внедряются цифровые инструменты и новые методы менеджмента (контроль цикла жизни клиента, отдельная работа с прибыльным клиентом, работа с клиентским оттоком, форсайт технологий и продуктов, доставка «последней мили»).

Инновационный процесс в таких организациях имеет двуединую направленность — с одной стороны, инновационный процесс ускоряется, проводится проактивный поиск продуктовых инноваций, временной срок от замысла до выхода на рынок продукции значительно сокращается. С другой стороны, большие усилия компании направляют на форсайт технологий — долгосрочное планирование и разработки принципиально новых продуктов и технологий (базисные инновации). Цифровизация цепочек создания ценности и новый жизненный цикл продукта в цифровой экономике позволяют с минимальным количеством ресурсов заниматься продуктовыми инновациями и одновременно фокусировать усилия организации на разработку базисных инноваций.

В организациях, осуществляющих цифровую трансформацию, значительное внимание уделяется принципу человекоцентричности. В то же время проводятся активности по автоматизации и роботизации процессов для сокращения влияния на бизнес-процессы человеческого фактора, и мероприятия по управлению изменениями, развитие эмпатичности, человеческого потенциала. По сути, происходит замещение человека в рутинных операциях (в т. ч. в интеллектуальных), и развитие человеческого ресурса в области креативности, неординарных задач.

Большое внимание в таких организациях уделяется анализу данных (Big Data) и управлению на основании алгоритмов. Постоянно

Таблица 2

**Современные тенденции развития стратегического управления организацией**

| Этапы стратегического менеджмента (Баринов, 2014) | Предлагаемые подходы |
|---|---|
| Определение сферы бизнеса и разработка назначения организации | Управление на основе бизнес-моделей |
| | Ценностный подход |
| | Гибкость и адаптивность |
| | Клиентоцентричность |
| Трансформация назначения в частные долговременные и краткосрочные цели деятельности организации | Амбициозные цели и ключевые результаты |
| | Альтернативные сценарии развития |
| | Многоуровневая структура |
| Определение стратегии достижения целей деятельности организации | Имитационное моделирование |
| | Использование ресурсов внешней среды |
| | Модульный подход |
| Разработка и реализация стратегии | Автономные команды |
| | Принятие решений на основании алгоритмов, обработка больших данных |
| | Платформенные организации |
| Оценка деятельности, слежение за ситуацией и введение корректирующих воздействий | Автоматизация и роботизация |
| | Индивидуализация показателей |
| | Человекоцентричность |

Источник: сост. автором.

контролируются множество параметров по заранее определенным алгоритмам и выстраивается система дашбордов, которая сигнализирует об отклонениях в режиме реального времени. Такая прослеживаемость транзакций позволяет организациям «держать руку на пульсе» и корректировать свои стратегии практически мгновенно.

В целом можно представить вышеописанные тенденций развития стратегического управления организацией в контексте цифровой трансформации по этапам «классического» стратегического менеджмента (табл. 2), что может являться основой для «нового стратегического менеджмента организаций.

### *Заключение*

По итогам данного исследования мы видим, что организации, осуществляющие цифровую трансформацию бизнеса на уровне основ менеджмента, отличаются от «стандартных» компаний. Это и совершенно другой подход к стратегическому развитию, и взгляд

«из настоящего в будущее», и сетевизация бизнес-процессов, даже таких консервативных, как производство, и изменение сути работы с клиентами и взаимодействия с конкурентами.

Можно сделать вывод о необходимости кардинального пересмотра смыслов, концепций, подходов, механизмов и методов стратегического управления организаций, осуществляющих цифровую трансформацию. Применяя в современных условиях цифровой экономики модели стратегического управления 1970-х гг., мы значительно ухудшаем возможности организации по эффективности и рентабельности бизнеса.

### *Список источников*

Атурин, В. В., Мога, И. С., Смагулова, С. М. (2020). Управление цифровой трансформацией: научные подходы и экономическая политика. *Управленец, 11* (2), 67–76.

Баринов, В. А., Харченко, В. Л. (2014). *Стратегический менеджмент.* Москва: «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 237. ISBN 978-5-16-003763-9.

Башмаков, Д. В., Яковлева, А. О. (2023). Особенности управления проектами цифровой трансформации организаций. *Инновации и инвестиции,* (9), 175–181.

Братченко, С. А. (2016). Сценарный менеджмент: связь стратегии и тактики. *Управленческие науки, 6* (4), 62–67.

Колобов, А. В., Ласковая, А. К., Тарасов, А. Ю., Подунов, Н. А. (2022). Бизнес-система как подход к обеспечению непрерывного развития организации. *Менеджмент в России и за рубежом,* (4), 101–109.

Кочетков, Е. П. (2019). Цифровая трансформация экономики и технологические революции: вызовы для текущей парадигмы менеджмента и антикризисного управления. *Стратегические решения и риск-менеджмент, 10* (4), 330–341. https://doi.org/10.17747/2618-947X-2019-4-330-341

Стоянова, О. В., Лезина, Т. А., Иванова, В. В. (2022). Стратегическое управление компанией в условиях цифровой трансформации: анализ концепций, подходов и методов. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент, 21* (3), 370–394.

Хачатурян, М. В., Кличева, Е. В. (2023). Особенности стратегического управления цифровыми бизнес-моделями и рисками организаций в современных условиях. *Инновации и инвестиции,* (2), 295–300.

Cascio, J. (2022, April). *Facing the age of chaos. Retrieved May 3, 2023.* https://ageofbani.com/2022/04/bani-and-chaos/ (accessed: 09.09.2024).

Fattakhov, K. I., Brusakova, I. A., Silenov, M. A. (2021). Life cycle of products and services in digital technology enterprises. In *Proceedings of the 2021 IEEE International Conference «Quality Management, Transport and Information Security,*

*Information Technologies», T and QM and IS 2021, Yaroslavl, (September 6–10, 2021)* (pp. 31–34). https://doi.org/10.1109/ITQMIS53292.2021.9642892

Prinz, N., Huber, M., Riedinger, C., Rentrop, Ch. (2023). Citizen development as a driver of digital transformation – Current approaches of low-code development platform adoption. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik.* https://doi.org/10.1365/s40702-023-01021-8

## *References*

Aturin, V. V., Moga, I. S., & Smagulova, S. M. (2020). Upravlenie cifrovoj transformaciej: nauchnye podhody i jekonomicheskaja politika. *Upravlenec, 11*(2), 67-76.

Barinov, V. A., & Kharchenko, V. L. (2014). *Strategicheskij menedzhment.* Moscow: Nauchno-izdatel'skij centr INFRA-M. ISBN 978-5-16-003763-9.

Bashmakov, D. V., & Yakovleva, A. O. (2023). Osobennosti upravlenija proektami cifrovoj transformacii organizacij. *Innovacii i investicii,* (9), 175-181.

Bratchenko, S. A. (2016). Scenarnyj menedzhment: svyaz' strategii i taktiki. *Upravlencheskie nauki, 6*(4), 62-67.

Cascio, J. (2022, April). *Facing the age of chaos.* Retrieved May 3, 2023, from https://ageofbani.com/2022/04/bani-and-chaos/

Fattakhov, K. I., Brusakova, I. A., & Silenov, M. A. (2021). Life cycle of products and services in digital technology enterprises. In *Proceedings of the 2021 IEEE International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies», T and QM and IS 2021, Yaroslavl, September 6–10, 2021* (pp. 31-34). https://doi.org/10.1109/ITQMIS53292.2021.9642892

Khachaturyan, M. V., & Klicheva, E. V. (2023). Osobennosti strategicheskogo upravleniya cifrovymi biznes-modelyami i riskami organizacij v sovremennyh usloviyah. *Innovacii i investicii,* (2), 295-300.

Kochetkov, E. P. (2019). Cifrovaja transformacija jekonomiki i tehnologicheskie revoljucii: vyzovy dlja tekushchej paradigmy menedzhmenta i antikrizisnogo upravlenija. *Strategicheskie reshenija i risk-menedzhment, 10*(4), 330-341. https://doi.org/10.17747/2618-947X-2019-4-330-341

Kolobov, A. V., Laskovaya, A. K., Tarasov, A. Yu., & Podunov, N. A. (2022). Biznes-sistema kak podhod k obespecheniyu nepreryvnogo razvitija organizacii. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom,* (4), 101-109.

Stoyanova, O. V., Lezina, T. A., & Ivanova, V. V. (2022). Strategicheskoe upravlenie kompanieй v usloviyah cifrovoj transformacii: analiz koncepcij, podhodov i metodov. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Menedzhment, 21*(3), 370-394.

Prinz, N., Huber, M., Riedinger, C., & Rentrop, Ch. (2023). Citizen development as a driver of digital transformation—Current approaches of low-code development platform adoption. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik.* https://doi.org/10.1365/s40702-023-01021-8

**Фаттахов Хамит Ильдусович** — кандидат экономических наук, доцент, доцент Высшей школы производственного менеджмента, Институт промыш-

ленного менеджмента экономики и торговли; Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого; https://orcid.org/0000-0002-1311-6673 (Российская Федерация, 194021, г. Санкт-Петербург, Новороссийская ул., 50; e-mail: khamit.fattakhov@mail.ru).

**Kh. I. Fattakhov** — Ph.D. in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Higher School of Industrial Management, Institute of Industrial Management, Economics and Trade; Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; https://orcid.org/0000-0002-1311-6673 (Russian Federation, 194021, St. Petersburg, Novorossiyskaya St., 50; e-mail: khamit.fattakhov@mail.ru).

**УДК 330.1**
**JEL classification: A12**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-24**

# Стратегические приоритеты цифровой трансформации промышленности региона[1]

*О. В. Шевченко*

Гродненский государственный университет им. Янки Купалы
(г. Гродно, Республика Беларусь).
https://orcid.org/0000-0001-5719-5505

Автор для корреспонденции: О. В. Шевченко (shevchenko-o@mail.ru)

**Аннотация.** *В современных условиях развития экономической системы общества достижение роста экономической эффективности предельно актуализирует изучение проблемы повышения влияния экологической политики на реализацию социально-экономических задач общественного развития с целью осуществления трансформации от традиционной модели, в которой охрана окружающей среды считается нагрузкой на экономику, к модели, в которой решение проблем эффективного взаимодействия экономических и экологических систем выступает в качестве приоритетного направления реализации изменений структуры экономики, а экология становится основой устойчивого развития. В данной статье исследованы теоретико-методологические аспекты формирования и сохранения способности социально-экономических и экологических систем к интеграции через цифровую трансформацию с промышленными экосистемами, при соблюдении условия сохранения и развития способности к их самовосстановлению, достижение чего в контексте концепции устойчивого развития видится возможным через решение проблем поиска эффективных способов совмещения цифровизации бизнес-процессов промышленных предприятий с моделями организации инновационной деятельности интегрированных финансово-промышленных структур. Определены особенности современного этапа реализации приоритетных направлений распределения ресурсов в устойчивое развитие интегрированных эколого-социо-экономических систем.*

**Ключевые слова:** устойчивое развитие; экологическая устойчивость; цифровая трансформация; промышленная экосистема; экологическая эффективность

[1] © Шевченко О. В. Текст. 2024.

# Strategic priorities for digital transformation of industry in the region

*O. Shevchenko*

Yanka Kupala State University of Grodno (Grodno, Belarus).
https://orcid.org/0000-0001-5719-5505

Corresponding author: O. V. Shevchenko (shevchenko-o@mail.ru)

**Abstract.** *The purpose of this work to examines the economic efficiency and ensuring economic growth at the present stage of development of the economic system of society, what make it extremely urgent to study the problem of increasing the influence of environmental policy on the implementation of socio-economic tasks of social development in order to move from the traditional model, in which environmental protection is considered a burden on the economy, to a model in which priority is given to solving problems of effective interaction between economic and environmental systems, and ecology becomes the basis of sustainable development. Theoretical and methodological aspects and preservation of the abilities of socio-economic and environmental systems to transition through digital trans-formation with industrial ecosystems are studied, subject to the conditions for maintaining and developing the abilities for their self-healing, the achievement of which in the average concept of development seems possible through problem solving. Effective search for ways to combine digitalization of business processes of industrial enterprises with models for organizing innovative activities of integrated financial and industrial structures. The features of the current stage of implementation of priority areas for resource distribution in the sustainable development of integrated ecological-socio-economic systems are determined.*

**Keywords:** sustainable development; environmental sustainability; digital transformation; industrial ecosystem; environmental efficiency

## *Введение*

В современных условиях цивилизационного развития основной целью научно-технологической трансформации выступает обеспечение устойчивого повышения экономической эффективности и обеспечение экономического роста. В классической экономической теории определенным являлся тезис, согласно которому индивид действует исключительно рационально, учитывая все возможные риски и максимизирует собственную выгоду. Человек делает логический выбор в любой ситуации и обладает значительной долей полноты информационных ресурсов. В 60-х гг. XX в. Д. Канеман, У. Эдвардс и А. Тверски осуществили сравнение когнитивных моделей принятия решений в условиях риска и неопределенности с экономическими моделями рационального поведения, сделав вывод, что человек иррационален, он живет и принимает решения не

только в мире рыночных отношений, но и в мире социальных норм, а между ними возможны несоответствия и даже конфликты. Концепция сатисфакции как принцип принятия фирмой решений исходит из постулата о том, что большинство индивидов бывают рациональны только в ограниченных случаях, связанных с оптимизацией условий принятия решений относительно явлений действительности, как правило, обусловленных системой воздействия факторов, степень влияния которых на разрешение жизненных ситуаций индивиды способны верно оценить, определить и, соответственно, управлять процессом их возникновения и хода реализации[1] (Саймон, 1995). В подавляющем же многообразии вариантов поведения индивиды стремятся к удовлетворению своих потребностей, а не к получению от экономических благ максимальной пользы, поэтому при осуществлении выбора их поведение, как правило, является неоптимальным (эмоционально окрашено, использованы неверные критерии анализа) и приводит в конечном итоге к отсутствию возможности оценки наилучшего способа реализации целей и задач, связанных с удовлетворением собственных предпочтений, что в условиях нехватки времени, информации, недостаточности ресурсного обеспечения стимулирует принятие иррациональных решений.

Результаты анализа условий развития цифровизации экономических процессов в мировом экономическом пространстве позволили сделать вывод, что среди основных тенденций мировой экономики в последние десятилетия можно выделить хайтеграцию (например, Япония, Финляндия, Швеция), деиндустриализацию или сервизацию (увеличение доли услуг в ВВП) и софтизацию (увеличение доли нематериальных активов в общих активах предприятий) (Аюпов и др., 2020). Тенденции экономического развития постиндустриальных стран свидетельствуют о динамичном формировании «цифрового общества» как направления изменения «информационного общества» в условиях цифровой трансформации, в котором новые технологии во всех областях жизнедеятельности человека формируют результаты экономической деятельности и способствуют относительному повышению благосостояния общества. Создателями и, как правило, преобладающими собственниками результатов научно-технической деятельности являются высокотехнологичные компании, которые выступают базисом наукоемкого бизнеса. В свою очередь умение осуществлять эффективное управление наукоем-

[1] Рынки капитала в Евразии: два десятилетия реформ. Справочная информация. http://www.oecd.org/dataoecd/17/47/49017435.pdf (дата обращения: 10.11.2024).

ким бизнесом основывается на ключевом понятии собственности как системы объективных отношений между субъектами права по поводу присвоения средств и результатов производства (Кирсанов & Пахомова, 2020). Тенденция усиления роли обмена технологиями в мире в ближайшее время обусловлена ростом цифровизации экономик стран, а также исходит, с одной стороны, из стремления развитых стран расширить масштабы НИОКР, повысить производительность труда и конкурентоспособность выпускаемой продукции, а с другой — из острой потребности расширения использования новейших технологий в новых индустриальных странах, во многих странах с переходной экономикой и в развивающихся странах.

### *Основная часть*

В условиях цифровой трансформации экономической системы общества рассуждать об экономическом развитии некорректно без опоры на контекст мировой экономики, когда производство большинства конечных товаров является результатом использования компонентов, созданных в различных производственных центрах по всему миру. Таким образом, есть результат взаимодействия множества экономических факторов, как показано на рисунке 1, которые заняты не только в сфере производства, но и услуг, степень же экономического роста во многом коррелирует с открытостью экономики страны (Belitsky, 2008), а экономический рост на современном этапе есть развитие в условиях благоприятного интеллектуального климата (Abramovitz, 1993, p. 232), когда долгосрочные темпы роста производства устойчиво превышают темпы роста населения, а темпы загрязнения окружающей среды при этом сокращаются или их прирост минимален, что вполне коррелирует с определением, выдвинутым наиболее известным американским экономистом, лауреатом Нобелевской премии С. Кузнецом: «Экономический рост страны … основан на развитии технологий и институциональных и идеологических корректировках, которые он требует» (Kuznets & Blacksmith, 2004, p. 104).

Бизнес-модели управления ресурсами в современных организациях исходят из приоритета постоянного мониторинга соответствия фактической продуктивности бизнес-процессов и степени выполнения требований сбалансированной оценки потребностей заинтересованных в деятельности экономической организации сторон, существующих условий и возможных вариантов их реализации, соответствующих установленным целям развития организа-




**Рис. 1**. *Формирование интегрированных экосистем в бизнес-среде (источник: World globalization. ICC The World Business Organization. http://www.iccwbo.ru (дата обращения: 10.11.2024))*

ции[1], которые в свою очередь сегодня в значительной степени интегрированы в информационно и интеллектуально функционирующие системы экосистемы — промышленные экосистемы: сетевые взаимосвязи групп компаний, принадлежащих в настоящее время в большинстве случаев территориально к одному региону, которые кооперируются с целью обеспечения оптимизации процессов (рис. 2).

В современных условиях необходимо сохранение благоприятной окружающей среды посредством рационального использования природных ресурсов для удовлетворения потребностей нынешних и будущих поколений людей — триада «человек, природа, общество» — получают приоритет в долгосрочной перспективе, при этом стратегический уровень развития технологий и концентрации капитала в обеспечении устойчивого развития стран становятся менее значимыми, т. к. в сравнении с благоприятной экологической средой не способны обеспечить повышение экономической эффективности в долгосрочном периоде[2] (Гаджиев и др., 2019; Ускова, 2009).

Индекс экологической эффективности (The Environmental Performance Index) — комбинированный показатель, который измеряет достижения страны с точки зрения состояния экологии и управления природными ресурсами и основной целью исследования определяет необходимость экстренного снижения уровня антропогенного воздействия на окружающую среду и, как следствие,

[1] Обзор стандарта COBIT (Control Objectives for Information and related Technology) v.4.1 Методология, процессы, критерии, внедрение (2019) Cobit. https://www.itexpert.ru/rus/biblio/detail.php?ID=16161 (дата обращения: 10.11.2024).

[2] Наше общее будущее. Доклад. (1987). Международная комиссия по окружающей среде и развитию. http://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf (дата обращения: 11.11.2024).

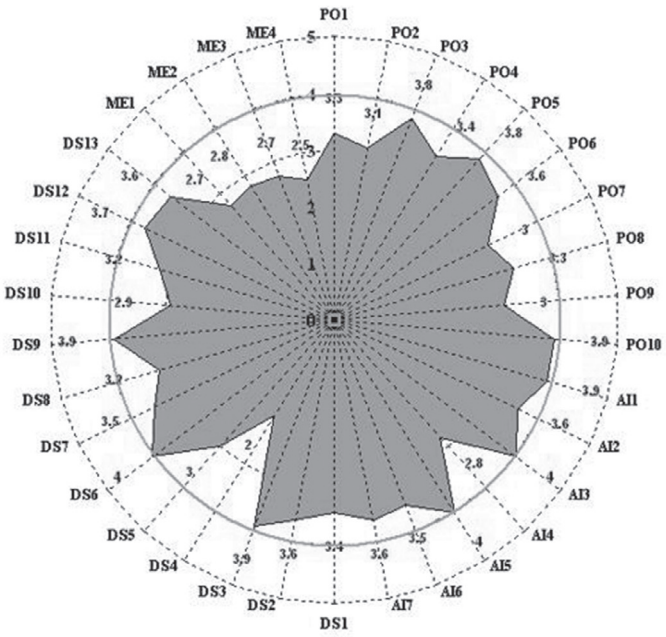



**Рис. 2.** *Уровень развития IT- процессов на основе многофакторной системы оценки COBIT 5 (COBIT 2019) (источник: Обзор стандарта COBIT (Control Objectives for Information and related Technology) v.4.1 Методология, процессы, критерии, внедрение (2019) Cobit. https://www.itexpert.ru/rus/biblio/detail.php?ID=16161 (дата обращения: 10.11.2024))*

на здоровье человека, стимулирование жизнеспособности экологических систем и повышение эффективности управления природными ресурсами. Индекс экологической эффективности пришел на смену Индексу экологической устойчивости (The Environmental Sustainability Index) в 2006 г. и в настоящее время используется для расчета Индекса человеческого развития (Human Development Index) в рамках специальной серии докладов о развитии человека Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН). Индекс выпускается раз в два года и измеряет достижения страны с точки зрения состояния экологии и управления природными ресурсами на основе 22 показателей в 10 категориях, которые отражают различные аспекты состояния окружающей природной среды и жизнеспособности ее экологических систем, сохранение биологического разнообразия, противодействие изменению климата, состояние здоровья населения, практику экономической де-

ятельности и степень ее нагрузки на окружающую среду, а также эффективность государственной политики в области экологии. В 2018–2022 гг. исследование охватывало 180 стран: Беларусь, например, сместилась с 44-го места в 2018 г. на 55-е место в 2022 г., уступив Намибии, Сингапуру, Габону и Кирибати[1].

В настоящее время проблемы достижения стабилизации экологического состояния окружающей среды выходят на глобальный уровень, выдвигая концепции «зеленой экономики» в приоритетную область исследования, вследствие влияния многочисленных кризисных ситуаций, с которыми столкнулся мир в последние годы, — прежде всего, климатической, экологической, продовольственной, финансовой и демографической[2].

Переход к зеленой экономике является неизбежным направлением развития, который требует активизации усилий по повышению экологичности экономик всех стран мира (Ережепова, 2015).

Формирование и реализация концепции «зеленой» экономики требует создания соответствующих институциональных условий, мер экономического стимулирования модернизации предприятий и привлечения технологий, а также спроса на экологические услуги.

Экономическое развитие всегда связано с использованием природных ресурсов. Однако большая часть ресурсов имеет ограниченное количество или обновляется в течение длительного периода

[1] The Environmental Performance Index (2020). https://epi.yale.edu/epi-results/2020/component/epi (дата обращения: 11.11.2024); The Environmental Performance Index (2022). https://epi.yale.edu/epi-results/2022/component/epi (дата обращения: 11.11.2024).

[2] Глобальная сеть экологического следа (2017). Система национальных экологических счетов (Global Footprint Network). http://data.footprintnetwork.org (дата обращения: 11.11.2024); Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года: одобрено протоколом заседания Президиума Совета Министров Респ. Беларусь от 2 мая 2017 г. № 10. http://economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf (дата обращения: 11.11.2024); Национальная стратегия управления водными ресурсами в условиях изменения климата на период до 2030 года. Постановление Совета Министров Республики Беларусь 22.02.2022 № 91. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22200091 (дата обращения: 11.11.2024); Стратегия в области охраны окружающей среды Республики Беларусь на период до 2035 года. Приказ Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 24.12.2021 г. № 370-ОД. https://minpriroda.gov.by/uploads/files/strategija-oxr.okr.sredy-do-2035g.pdf (дата обращения: 11.11.2024).

времени. Таким образом, охрана окружающей среды является приоритетной задачей в контексте обеспечения доступности потребления ресурсов для будущих поколений, а эффективное использование ресурсов важно еще и с точки зрения экономического и геостратегического значений. Необходимость перехода к ресурсосберегающему развитию обусловлена тем обстоятельством, что действующие модели производства оказывают негативное воздействие на окружающую среду (особенно на биологическое разнообразие, качество воздуха, воды, почв) и, следовательно, на здоровье и качество жизни человека, поэтому необходима рационализация использования природных ресурсов, а также продуманные компенсационные меры.

Здоровая природная среда так же важна для жизни, как и состояние экономики или социальные факторы. В целом хорошее состояние природной среды в регионе не освобождает от заботы об окружающей среде и от обязанности постоянно противодействовать факторам и явлениям, отрицательно влияющим на биологическое разнообразие. Кроме того, защита ландшафта относится к наиважнейшим мероприятиям, предпринимаемым в рамках планирования пространственного развития территорий[1] (Рыбак и др., 2016).

Экологическая устойчивость социально-экономической системы может быть определена посредством совокупности критериев (индикаторов), анализ которых в динамике приводит к выявлению уровня развития экономических отношений в обществе на предмет технологической устойчивости промышленных экосистем, эко-интенсивности природопользования, экологизации отраслей промышленности, тем самым формируя эколого-экономическую систему общественных отношений, характерную для соответствующего этапа социокультурной эволюции мировой цивилизации. Таким образом, достижение устойчивости управления эколого-экономической системой является необходимым условием коэволюционного согласованного взаимодействия социально-экономических факторов, лежащих в основе общественного производства, характеризуемого долгосрочными темпами роста экономики, и эколого-экономических, характеризующих уровень антропогенного воздействия на окружающую среду и выступающих предметом исследования научной дисциплины — экологической экономи-

[1] Стратегические вопросы горизонтальной политики: интеллектуальные транспортные системы (2016). Организация Объединенных Наций, ECE/TRANS/2016/10. https://unece.org/DAM/trans/doc/2016/itc/ECE-TRANS-2016-10r.pdf (дата обращения: 11.11.2024).

ки (англ. ecological economics). Экологическая экономика отделилась в конце 80-х г. XX в. в отдельную область знаний как объединение междисциплинарных концепций традиционной неоклассической экономической теории в сочетании с оценкой воздействия на природоемкость, эффективность экономики природопользования и определением экономических эффектов реализации программ сокращения экологического ущерба, наносимого окружающей среде в связи с повышением уровня антропогенного воздействия на природные экосистемы в неразрывной связи с разделами общей и социальной экологии. Рационалистическое мышление человека эпохи Ренессанса, пришедшее на смену религиозно-мистическому абстрактно-интуитивному умозрительному способу взаимодействия индивидов в процессе реализации хозяйственных трансакций, стало основой научного рационализма, активизировавшего процессы индуктивно-аналитического исследовательского способа взаимодействия, в т. ч. при принятии решений в сфере производства и потребления благ и услуг, что во многом способствовало формированию культуры потребительского, доминирующего отношения человека к природной среде обитания. Целостность же экономико-экологической системы на современном этапе развития, включая определяемую особенность потребительского поведения индивидов, обусловлена в первую очередь способностью социума к сохранению ресурсного и экологического потенциала при рациональном применении научно-технологических достижений (Гаджиев, 2019), основа создания которых, как правило, обусловлена иррациональностью мышления экономических агентов, принимающих решения в условиях действия денежных бюджетных и физических природных ограничений.

Таким образом, приоритетная цель достижения долгосрочного экологически приемлемого экономического развития современного общества в контексте предмета исследования экологической экономики состоит в поиске устойчивых эколого-экономических основ безопасного сосуществования природных (естественных) и антропогенных (искусственных) экосистем в условиях всё возрастающего давления принципа ограниченности ресурсов в мировой экономической системе, как можно заключить на основе анализа данных схем систем мониторинга водных (рис. 3.) и воздушных (рис. 4.) ресурсов на примере Беларуси.

Концептуальную основу исследований в сфере экологической экономики составляют несколько основных направлений, связанных с изучением способности эколого-экономических систем к самовосстановлению путем использования способности к обновлению несу-




**Рис. 3.** *Схема размещения станций мониторинга водных ресурсов Беларуси (источник: Сеть мониторинга поверхностных вод Беларуси. Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. https://rad.org.by/articles/voda/observation-points-voda (дата обращения: 10.11.2024))*

щей емкости экосистемы, реализуемой в определенных физических ограничениях; оценки пропускной способности экосистемы под воздействием природных (болезни, уровень потребления ресурсов, количество экосистем и др.) и антропогенных (техногенное загрязнение среды, уничтожение флоры и фауны, техногенное влияние на изменение климатических условий обитания и др.) факторов. Кроме того, значимым является изучение проблем сокращения энтропии эколого-экономической системы с точки зрения того, что неопределенность условий восстановления экосистемы в результате хозяйственной деятельности всегда больше стоимости производственной продукции, поэтому, несмотря на степень достижения эффективности производственных процессов с точки зрения минимизации внешних эффектов или сокращения отходов, функционирование промышленных экосистем всегда будет способствовать продолжающемуся росту энтропии во вселенной, как подчеркивают авторы: «Если бы барионов и антибарионов было точно одинаково — это можно было бы объяснить симме-




**Рис. 4.** *Схема размещения станций мониторинга атмосферного воздуха Беларуси (источник: Сеть мониторинга атмосферного воздуха Беларуси. Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. https://rad.org.by/snob/shema-razmescheniya-punktov-monitoringa-atmosfernogo-vozduha (дата обращения: 10.11.2024))*

трией законов природы (объяснять, правда, было бы некому)»[1]. Однако современный механизм хозяйствования обязан стремиться обеспечивать необходимый уровень товаров для удовлетворения потребностей общества при минимизации роста неопределенности систем (B2B, B2C, C2C, B2G, G2B, P2P, IIoT). Как свидетельствуют исследования в 2024 г., 40 % производителей будут обмениваться в своих экосистемах спектром данных, повышая при этом общую операционную эффективность (Overall Equipment Effectiveness; OEE) на 10 %. Возможность объединять машины, облачные вычисления, аналитику и сотрудников, чтобы повысить эффективность промышленных процессов[2], воз-

[1] Рубаков, В., Штерн, Б. (2011). Сахаров и космология. «Троицкий вариант», 10(79), 24 мая 2011. https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/43136 (дата обращения: 11.11.2024).

[2] Что представляет собой искусственный интеллект? (2024). Amazon Web Services, Inc. https://www.sap.com/central-asia-caucasus/products/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html (дата обращения: 11.11.2024); Аношин, В. (2021). Эволюция методов оценки системы управления. IT Expert. https://www.itexpert.ru/rus/newsline/articles/detail. php?ID=14917 (дата обращения: 11.11.2024).

никает при расширении использования промышленного Интернета вещей (IIoT), внедрение принципов работы которого способствует дальнейшей трансформации реального сектора посредством цифровизации процессов, модификации бизнес-моделей взаимодействия с учетом повышения производительности и экономической эффективности. Как свидетельствуют оценки, потери 20 % в объемах продаж из-за отсутствия должного уровня качества продукции и взаимодействия в структуре экосистем[1] несут работающие в различных отраслях промышленности, таких как производство, энергетика, сельское хозяйство, транспорт и коммунальные услуги, компании, которые создают проекты Интернета вещей, способные обеспечить взаимосвязь колоссального числа устройств и приносить выгоду в различных вариантах использования, включая аналитику профилактического обслуживания и контроля качества, мониторинг состояния ресурсов и оптимизацию процессов. Например, самая известная платформа по поставке облачных сервисов — AWS, облачная инфраструктура, ресурсы которой объединяют возможности искусственного интеллекта (AI), машинного обучения (ML) и IoT, создавая более эффективные инфраструктурные устройства, например, многофункциональные «клиентские» приложения, использующие обширную экосистему доступных в облаке ресурсов «бессерверной архитектуры»: по сравнению с обычными подходами организация, создающая и поддерживающая «бессерверное» приложение, самостоятельно не заботится об этом оборудовании или связанных с его функционированием процессах[2].

Таким образом, выявлено, что для достижения поставленных в ЦУР ООН, НСУР-2030 результатов обязательно нужна сбалансированная среда всех трех аспектов устойчивого развития: экологического, экономического, социального[3] (Диденко и др., 2020). Определено, что

[1] Industry Research Grounded in Decades of Experience (2023). https://www.idc.com/prodserv/insights/manufacturing (дата обращения: 11.11.2024); Whats is OEE? https://www.oee.com/ (дата обращения: 11.11.2024); IDC Manufacturing Insights. https://www.idc.com/prodserv/insights/manufacturing/latest-research (дата обращения: 11.11.2024).

[2] Predictive Quality in Industrial Operations with AWS (2018). AWS_PredictiveQualityIG_DES_12-12-18_V6. https://d1.awsstatic.com/IoT/Predictive%20Quality%20Infographic.pdf (дата обращения: 15.11.2024); Roberts, M. (2018). Serverless Architectures. https://martinfowler.com/articles/serverless.html#unpacking-faas (дата обращения: 15.11.2024).

[3] Study on monitoring the Digital Economy and Society in the Eastern European Partner Countries. (2018). DESI. https://europa.eu/capacity4dev/hiqstep/documents/study-monitoring-digital-economy-and-society-eastern-european-partner-countries (дата обращения: 15.11.2024).

существующие сегодня методологические подходы к оценке устойчивого развития региональных социально-экономических систем демонстрируют тенденции к использованию величин, конструируемых в качестве интегрального, обобщающего индикатора, агрегированного на основе экономических, социальных и экологических показателей, с использованием систем частных индикаторов, каждый из которых отражает и измеряет отдельные аспекты устойчивого развития.

### *Заключение*

На данном этапе проведенного исследования[1] (Пичковская-Шевченко, 2014; Фурс & Шевченко, 2022) были изучены условия обеспечения роста формирования эколого-экономически устойчивых систем производства продуктов питания и внедрения методов ведения сельского хозяйства, которые позволяют повысить продуктивность, обеспечить наращивание объемов производства и способствуют сохранению экосистем, укрепляют способность социально-экономических и экологических систем регионов к самовосстановлению. Таким образом, обеспечение сохранности естественных ландшафтов Беларуси (богатства ее флоры и фауны) и создания условий повышения экологической устойчивости экосистем, которые способствуют их сохранению, укрепляют способность адаптации к изменению климатических условий, стихийным бедствиям и постепенно улучшают качество плодородных земель и почв. В числе наиболее востребованных и относительно новых теорий, концепций подходов и методических приемов, которыми оперирует современная региональная экономика, следует выделить концепцию устойчивого развития, разумной специализации, различные методики регионального форсайта или предвидения, а также блок теорий, концепций, подходов и научных школ, связанных с исследованием экономической динамики и, в частности, цикличности в развитии регионов и городов. Изучение роли и значения «зеленой» экономики в устойчивом развитии регионов позволило сформировать понятийный аппарат для проведения необходимых исследований, в результате чего проанализированы трансграничные, национальные и региональные программы защиты окружающей среды и, как результат проведенных исследований, сформулированы рекомендации по усовершенствованию механизма мотивации и контроля

[1] Мониторинг предприятий реального сектора экономики Республики Беларусь. 2021. НБРБ. https://www.nbrb.by/publications/monitoringpredpriyatij/mp_2021_3.pdf (дата обращения: 15.11.2024).

при реализации стратегии устойчивого развития различных регионов. Обеспечение устойчивого социально-экономического развития является непременным условием национальной безопасности страны, в т. ч. экологической как одной из ее составляющих, в связи с чем обеспечение ее достижения требует сохранения региональных экосистем, защиты населения от вредных воздействий чрезвычайных ситуаций как природного, так и технического характера, а также рационального использования имеющихся природных ресурсов, что предполагает участие всех сторон регионального сообщества в процессах технологической трансформации промышленных экосистем с объединением усилий органов государственной власти, учреждений образования, общественных объединений и бизнес-сообщества.

### *Список источников*

Гаджиев, Н. Г., Коноваленко, С. А., Трофимов, М. Н., Корнилович, Р. А., Ахмедова, Х. Г. (2019). «Экологическая экономика» — важнейшая часть идеологии Global Commons в обеспечении устойчивого социально-экономического развития общества. *Юг России: экология, развитие, 14* (4), 17–24. 10.18470/1992-1098-2019-4-17-24

Диденко, Н. И., Скрипнюк, Д. Ф., Кобылинский, В. В. (2020). Оценка развития цифровой экономики на примере Европейского союза. *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие), 11* (2), 196–215.

Ережепова, А. А. (2015). Тенденции развития зеленой экономики в условиях глобализации. *Вестник КазНУ, Серия Экономика, 1* (3), 18–24.

Зеленкевич, М. Л., Бондаренко, Н. Н. (Общ. ред.) (2020). *Цифровая трансформация экономики: теория и практика в интеграционных союзах.* Минск: Институт бизнеса БГУ, 227.

Кирсанов, И. А., Парфенова, Л. Б. (2020). Поведенческая экономическая теория и поведенческие финансы как необходимый этап развития модели экономического человека. *Вестник Алтайской Академии экономики и права,* (9), 48–57.

Пичковская-Шевченко, О. В. (2014). Перспективы совершенствования стратегий интернационализации белорусских промышленных предприятий. *Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия экономическая,* (2), 226–231.

Рыбак, В. А., Гриб, А., Ахмад, Ш. (2016). Анализ сущности «Зеленой экономики» и инструментов управления качеством окружающей среды на примере Республики Беларусь. *Интерактивная наука,* (4), 98–107

Саймон, Г. А. (1995). *Теория принятия решений в экономической теории и науке о поведении. Теория фирмы.* Санкт-Петербург: Экономическая школа, 534.

Ускова, Т. В. (2009). *Управление устойчивым развитием региона.* Вологда: ИСЭРТ РАН. 355.

Фурс, М. В., Шевченко, О. В. (2021). Экологически устойчивая урбанизация как фактор активизации инновационной деятельности в регионе. В *Проблемы современной экономики: глобальный, национальный и региональный контекст: сборник научных статей* (С. 190–199). Гродно: ГрГУ им. Янки Купалы.

Фурс, М. В., Шевченко, О. В. (2022). Транспортно-логистический потенциал как фактор устойчивого развития экономики Республики Беларусь. *Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Сер. 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія, 12* (2), 55–63.

Шевченко, О. В. (2019). Корпоративная социальная ответственность бизнеса как фактор устойчивого развития социально-экономической системы региона. *Евразийский союз ученых (ЕСУ),* (12(1), 60–66.

Abramovitz, M. (1993). Biography. Simon Kuznets (1901–1985). *Tesis: Theory and History of Economic and Social Institutions and Systems,* (2), 228–234. https://www.hse.ru/data/079/314/1234/2_4_2Abramov.pdf (11.11.2024).

Belitsky, M. (2008). International trade and economic growth: a meta-analysis of scientific works of the 1970–2000s. *Journal of International Law and International Relations,* (3), 88–93.

Kuznets, S., Blacksmith, C. (2004). Modern economic growth: research results and reflections: *Nobel lecture. World economic thought. Through the prism of centuries.* Moscow: Mysl, 984.

## *References*

Abramovitz, M. (1993). Biography. Simon Kuznets (1901–1985). *Tesis: Theory and History of Economic and Social Institutions and Systems,* (2), 228–234. https://www.hse.ru/data/079/314/1234/2_4_2Abramov.pdf. (In Russ.)

Belitsky, M. (2008) International trade and economic growth: a meta-analysis of scientific works of the 1970–2000s. *Journal of International Law and In-ternational Relations. No. 3.* - P. 88–93. (In Russ.)

*Cifrovaya transformaciya ehkonomiki: teoriya i praktika v inte-gracionnykh soyuzakh* (2020) / A. N. Ayupov [i dr.]; pod obshch. red. M. L. Zelenkevich, N. N. Bondarenko. — Minsk: Institut biznesa BGU, 227. (In Russ.)

Didenko N. I., Skripnyuk D. F., Kobylinskij V. V. (2020) Ocenka razvitiya cifrovoj ekonomiki na primere Evropejskogo soyuza. *MIR (Modernizaciya. Innovacii. Razvitie). T. 11. №*2. 196–215. https://www.mir-nayka.com/jour/article/view/1037?locale=ru_RU. (In Russ.)

Erezhepova, A.A., (2015) Tendencii razvitiya zelenoj ekonomiki v usloviyah globalizacii. *Vestnik KazNU, Seriya Ekonomika. 1* (3). 18–24. https://articlekz.com/article/15283. (In Russ.)

Furs, M.V., Shevchenko, O.V. (2021). *Ekologicheski ustojchivaya urba-nizaciya kak faktor aktivizacii innovacionnoj deyatel'nosti v regione. Pro-blemy sovremennoj ekonomiki: global'nyj, nacional'nyj i regional'nyj kontekst: sbornik nauchnyh statej* / Uchrezhdenie obrazovaniya «Grodnenskij gosudarstvennyj universitet imeni YAnki

Kupaly»; gl. red. M. E. Karpickaya; zam. gl. red. S. E. Vitun; red. kol. CH. K. Li [i dr.]. — Grodno: GrGU im. YAnki Kupaly. 190–199. (In Russ.)

Furs, M.V., Shevchenko, O.V. (2022) Transportno-logisticheskij po-tencial kak faktor ustojchivogo razvitiya ekonomiki Respubliki Belarus'. *Vesnik Grodzenskaga dzyarzhaŭnaga ŭniversiteta imya YAnki Kupaly. Ser. 5, Eka-nomika. Sacyyalogiya. Biyalogiya. T. 12.* №2. 55–63. (In Russ.)

Gadzhiev N.G., Konovalenko S.A., Trofimov M.N., Kornilovich R.A., Akhmedova KH.G. (2019) «Ehkologicheskaya ehkonomikA» — vazhnejshaya chast' ideologii Global Commons v obespechenii ustojchivogo social'nO-ehkonomicheskogo razvitiya obshchestva. *Yug Rossii: ehkologiya, razvitie. T.14,* N 4. 17-24. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-17-24 (In Russ.)

Kirsanov, I. A., Parfenova L.B. (2020) Povedencheskaya ehkonomiche-skaya teoriya i povedencheskie finansy kak neobkhodimyj ehtap razvitiya modeli ehkonomicheskogo cheloveka. Vestnik Altajskoj Akademii ehkonomiki i prava, №9. 48–57. (In Russ.)

Kuznets S., Blacksmith S. (2004) *Modern economic growth: research re-sults and reflections: Nobel lecture. World economic thought. Through the prism of centuries.* - M.: Mysl, 984 p.

Pichkovskaya-Shevchenko, O.V. (2014) Perspektivy sovershenstvovaniya strategij internacionalizacii belorusskih promyshlennyh predpriyatij. *Nauchnye trudy Doneckogo nacional'nogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya ekonomicheskaya. №2.* 226–231. (In Russ.)

Rubakov, V., Shtern, B. (2011) Saharov i kosmologiya. «Troickij vari-ant» № 10 (79), 24 maya 2011. https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/43136. (In Russ.)

Rybak, V.A., Grib, A., Ahmad, SH. (2016) Analiz sushchnosti «Zelenoj ekonomiki» i instrumentov upravleniya kachestvom okruzhayushchej sredy na primere Respubliki Belarus'. *Interaktivnaya nauka, №4.* 98–107. (In Russ.)

Sajmon, G.A. (1995) *Teoriya prinyatiya reshenij v ehkonomicheskoj teo-rii i nauke o povedenii* // Teoriya firmy / pod red. V.L. Gal'perina. SPb.: Ehkonomicheskaya shkola, 534. (In Russ.)

Shevchenko, O.V. (2019) Korporativnaya social'naya otvetstvennost' biznesa kak faktor ustojchivogo razvitiya social'no-ekonomicheskoj sistemy regiona. *Evrazijskij soyuz uchenyh (ESU). № 12.* CH. 1. .60–66. (In Russ.)

Uskova, T.V. (2009) *Upravlenie ustojchivym razvitiem regiona: monografiya.* Vologda: ISEHRT RAN. 355. (In Russ.)

**Шевченко Оксана Викторовна** — старший преподаватель, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы; https://orcid.org/0000-0001-5719-5505 (Республика Беларусь, 230000, г. Гродно, ул. Ожешко, 22; e-mail: shevchenko-o@mail.ru).

**Oksana V. Shevchenko** — Senior lecturer, Yanka Kupala State University of Grodno, Belarus https://orcid.org/0000-0001-5719-5505 (230000, Ozheshko St., 22, Grodno, Republic of Belarus, e-mail: shevchenko-o@mail.ru).

**УДК 332.14; 004.652.3; 519.863**
**JEL classification: C61, D24, P25,**
**https://doi.org/10.17059/dti-2024-25**

# Сетевая экономико-математическая модель оптимизации управления реализацией проекта цифровой промышленной экосистемы[1]

*А. Ф. Шориков*

Институт экономики УрО РАН (г. Екатеринбург, Россия).
https://orcid.org/0000-0003-1255-0862

Автор для корреспонденции: А. Ф. Шориков (afshorikov@mail.ru).

**Аннотация.** *В статье исследуется задача реализации основного проекта цифровой промышленной экосистемы при наличии нескольких допустимых технологий его осуществления и соответствующих выпуклых целевых функций для оценки их качества. Предложена новая формализация в виде двухуровневой мультиагентной иерархической сетевой экономико-математической модели. В рамках этой модели формулируется задача оптимизации результата управления реализацией процессов основного проекта цифровой промышленной экосистемы. В статье приводится новый метод решения исследуемой задачи, который описывается в форме методики, реализуемой в виде конечной последовательности одношаговых операций, допускающих их алгоритмизацию.*

**Ключевые слова:** цифровая промышленная экосистема, реализация проекта, сетевое экономико-математическое моделирование, двухуровневое мультиагентное иерархическое управление, оптимизация управления

[1] © Шориков А. Ф. Текст. 2024.

# Network economic and mathematical model for optimization of management of digital industrial ecosystems project implementation

*A. Shorikov*

Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia).
https://orcid.org/0000-0003-1255-0862

Corresponding author: A. Shorikov (afshorikov@mail.ru).

**Abstract.** *The article studies the problem of implementing a digital industrial ecosystem project in the presence of several admissible technologies for its implementation and corresponding convex objective functions for assessing their quality. A new formalization is proposed in the form of a two-level multi-agent hierarchical network economic and mathematical model. Within the framework of this model, the problem of optimizing the result of managing the implementation of processes of the main project of the digital industrial ecosystem is formulated. The article presents a new method for solving the problem under study, which is described in the form of a methodology implemented as a finite sequence of one-step operations that allow their algorithmization.*

**Keywords:** digital industrial ecosystem, project implementation, network economic and mathematical modeling, two-level multi-agent hierarchical control, control optimization

## *Введение*

В различных региональных промышленных структурах наблюдается интенсивное внедрение цифровых технологий. При этом их эффективность напрямую зависит от информационной и технологической инфраструктур, в которой они функционируют. Различные проблемы, связанные с формирование программ и мероприятий, нацеленных на создание цифрового пространства, обеспечивающего эффективное и устойчивое функционирование промышленных структур, рассматривались многими авторами, например, в работах (Акбердина & Шориков, 2022; Бахтизин, 2008; Макаров 2009; Канторович & Горстко, 1972; Макаров и др., 2021; Bryde, 1995; Cheng & Xiao-Bing 2013; Lenfle, 2008; Pollack, 2007). При этом деятельность региональной промышленности в рамках цифровой экономики наиболее эффективно реализуется тогда, когда образующие ее производственные предприятия функционируют в рамках соответствующих цифровых промышленных экосистем (ЦПЭС) на базе узкоспециализированных цифровых платформ. Создание конкретных ЦПЭС позволяет предприятиям-участникам таким систем осуществлять эффективный обмен информацией, това-

рами и услугами для достижения своих целей в условиях жесткой конкуренции и влияния возмущений (рисков). Функционирование производственных предприятий в рамках ЦПЭС направлено на осуществление конкретных проектов, реализация которых должна оптимизировать заданные целевые функции. Одним из основных направлений при изучении и моделировании задач управления реализацией производственных проектов является мультиагентный подход, который интенсивно развивается и отражен в многочисленных исследованиях, например, в работах (Акбердина & Шориков, 2022; Бахтизин, 2008; Макаров, 2009; Макаров и др., 2021; Cheng & Xiao-Bing 2013).

Одним из основных направлений функционирования ЦПЭС является деятельность, направленная на реализацию основного проекта (ОП), который реализуется головным предприятием ЦПЭС в кооперации с другими предприятиями-участниками, входящими в ЦПЭС. При исследовании задачи оптимизации управления ОП ЦПЭС возникает необходимость в разработке и создании соответствующей экономико-математической модели. Базовыми элементами такой модели являются: головное предприятие ЦПЭС, ответственное за выполнение ОП; производственные предприятия-участники, входящие в ЦПЭС и управляемые соответствующими агентами; вспомогательные проекты (ВП), реализация которых позволяет осуществить ОП; параметры управления, которыми распоряжаются агенты ЦПЭС; информационные и управляющие связи между агентами ЦПЭС; условия и ограничения на реализацию параметров ОП и ВП; целевые функции для агентов ЦПЭС, а также наличие нескольких уровней управления рассматриваемыми в системе процессами.

Основной задачей для каждого агента ЦПЭС, управляющего реализацией соответствующего производственного проекта, является разработка методики осуществления проекта с целью достижения наилучших (оптимальных) значений для сформированной целевой функции (функций), которая выбрана в качестве критерия (или критериев) качества его реализации. Для решения этой задачи необходимо создание соответствующей экономико-математической модели. В рамках разработанной модели формулируется оптимизационная задача, соответствующая исходной задаче, решение которой можно использовать для создания соответствующей компьютерной программной системы. Такая программная система должна входить в компьютерную программную систему информационного

обеспечения и управления ЦПЭС, реализующую поддержку принятия управленческих решений менеджерами различных уровней.

При этом проблемы оптимального управления проектами в рамках ЦПЭС необходимо исследовать с помощью моделей и методов экономико-математического моделирования (см., например, (Лотов, 1984; Первозванский, 1975; Федоренко, 1977; Шориков, 2006)). Одним из важных подходов к решению таких задач является сетевое экономико-математическое моделирования, результаты которого представлены, например, в работах (Шориков & Буценко, 2015; Таха Хемди, 2007; Хелдман, 2016; Bryde, 1995; Cleland & Ireland, 2006; Pollack, 2007; Tonnquist, 2016; Walker, 2015).

В данной статье мы рассмотрим задачу реализации основного проекта цифровой промышленной экосистемы при наличии нескольких допустимых технологий его осуществления и соответствующих выпуклых целевых функций для оценки их качества. Предполагается, что ЦПЭС выполняет ОП, который реализуется головным предприятием и входящими в нее вспомогательными предприятиями-участниками, которые осуществляют вспомогательные проекты, входящими в основной проект и нереализуемые на головном предприятии (Акбердина & Шориков, 2022; Шориков, 2006; Шориков & Буценко, 2015; 2017; Бахтизин, 2008; Макаров 2009; Таха Хемди, 2007). Для осуществления ОП ЦПЭС имеется возможность использования нескольких допустимых технологий, а качество их реализации оценивается соответствующими выпуклыми целевыми функциями. Требуется найти решение задачи осуществления ОП путем оптимизации выбора допустимой технологии его реализации относительно соответствующей выпуклой целевой функции. Мы опишем идентификацию объектов рассматриваемой ЦПЭС и их структурное взаимодействие, информационные и управляющие связи между агентами, управляющими объектами системы, формирование выпуклой целевой функции для оценки качества реализации основного проекта и цели агентов системы. Для описания процесса оптимизации управления осуществлением ОП ЦПЭС нами предложена новая формализация в виде двухуровневой мультиагентной иерархической сетевой экономико-математической модели при наличии нескольких технологий его реализации и соответствующих выпуклых целевых функций для оценки их качества, которая основывается на результатах работ (Акбердина & Шориков, 2022; Шориков, 2006; Шориков & Буценко, 2015; 2017) и работа примыкает к исследованиям (Бахтизин, 2008; Макаров 2009; Канторо-

вич & Горстко, 1972; Макаров и др., 2021; Bryde, 1995; Cheng & Xiao-Bing 2013; Lenfle, 2008; Pollack, 2007).

В статье приводится новый метод решения исследуемой задачи, который описывается в форме методики, реализуемой в виде конечной последовательности одношаговых операций, допускающих их алгоритмизацию. Полученные в работе результаты могут быть использованы для компьютерного моделирования реализации проектов цифровых промышленных экосистем, при разработке интеллектуальных компьютерных приложений для поддержки принятия управленческих решений в сложных производственных системах, а также для разработки новых экономико-математических моделей для оптимизации управления реализацией проектов в социально-экономических системах, модели которых представлены, например, в работах (Лотов, 1984; Первозванский, 1975; Таха Хемди, 2007; Тер-Крикоров, 1977; Федоренко, 1977; Хелдман, 2016; Cleland & Ireland, 2006; Tonnquist, 2016; Walker, 2015).

## *2. Структура и информационные связи между объектами цифровой промышленной экосистемы*

Мы исследуем предлагаемую двухуровневую мультиагентную иерархическую сетевую экономико-математическую модель цифровой промышленной экосистемы (ЦПЭС), описывающей процессы осуществления основного проекта (ОП), при возможности использования набора допустимых технологий его реализации и соответствующих выпуклых целевых функций для оценки их качества. Каждая допустимая технология реализации ОП ЦПЭС состоит из набора вспомогательных проектов (ВП). При этом ОП реализуется основным производственным предприятием (ОПП) — объектом I, управляемым агентом $P$, в кооперации с $n$ вспомогательными производственными предприятиями (ВПП) — объектами $II_i$, $i \in \overline{1,n} = \{1,2,\ldots,n\}$ ($n \in \mathbf{N}$; здесь и далее, $\mathbf{N}$ — множество всех натуральных чисел), реализующими ВП и управляемыми соответствующими вспомогательными агентами $E_i$ (хозяйствующими субъектами, в ведении которых находятся соответствующие производственные предприятия), подчиненных агенту $P$.

Субъекты управления имеют собственные цели и инструментарий информационного обеспечения для принятия управленческих решений.

Предполагается, что мультиагентной ЦПЭС рассматривается ОП при наличии различных технологий его реализации и соответствующих выпуклых целевых функций для оценки их эффективности.

Для решения этой задачи предлагается использовать сетевое экономико-математическое моделирование (Таха Хемди, 2007; Хелдман, 2016; Cleland & Ireland, 2006; Tonnquist, 2016; Walker, 2015), которое позволяет формализовать наличие нескольких технологий реализации ОП ЦПЭС при заданных выпуклых целевых функциях для оценки качества их осуществления.

При решении исследуемой задачи на первом этапе для каждой допустимой технологии осуществления ОП ЦПЭС формируется соответствующая оптимальная сетевая модель (Таха Хемди, 2007; Хелдман, 2016; Cleland & Ireland, 2006; Tonnquist, 2016; Walker, 2015) и на их базе осуществляется выбор оптимальной из допустимых технологий реализации ОП ЦПЭС относительно соответствующей выпуклой целевой функции. На втором этапе для найденной оптимальной технологии реализации ОП ЦПЭС и соответствующей ей оптимальной сетевой модели вычисляются критический путь и критическое — оптимальное время его осуществления, а также оптимальный календарный график реализации ОП в целом. Учитывая имеющуюся информацию о возможностях ОПП и ВПП по реализации ОП ЦПЭС, агент $P$ формирует под своим началом команду, состоящую из объекта I и объектов $\mathrm{II}_i$, управляемых соответствующими вспомогательными агентами $E_j$, $j \in J \subseteq \overline{1,n}$, которая способна реализовать оптимальную технологию осуществления ОП. На основе сформированного оптимального календарного графика реализации всех ВП, входящих в ОП ЦПЭС, формируются данные для их реализации, которые передаются агентам $P$ и $E_j$, $j \in J$. Используя эти данные, агент $P$ и каждый агент $E_j$, $j \in J$ формируют соответствующие оптимальные сетевые модели для реализации ВП ЦПЭС, которые исполняются управляемыми ими ОПП и ВПП соответственно, и на их основе разрабатывают календарные графики их реализации. Таким образом, разработка модели оптимизации управления ОП строится на процедурах, использующих наличие информационных и управляющих связей между объектами и агентами ЦПЭС. Такие процедуры предполагают формирование наборов допустимых позиций процессов управления реализацией ОП ЦПЭС, соответствующих сформированным сетевым моделям для осуществления ОП и ВП ЦПЭС и календарным графикам их выполнения.

Далее мы опишем новый метод формализации и оптимизации управления для осуществления ОП ЦПЭС в виде двухуровневой мультиагентной иерархической сетевой экономико-математической модели, учитывающей наличие нескольких технологий реализации ОП ЦПЭС и соответствующих выпуклых целевых функций

для оценки их качества, который представлен в форме соответствующей методики.

### *3. Методика реализации двухуровневой мультиагентной иерархической сетевой модели осуществления проекта ЦПЭС*

Методику реализации нового метода формализации и решения задачи оптимизации управления процессом выполнения ОП ЦПЭС по оптимальной технологии из класса допустимых относительно соответствующей выпуклой целевой функции можно описать в виде осуществления нижеследующей конечной последовательности одношаговых операций.

1. Рассматривается заданный целочисленный промежуток времени — далее просто промежуток $\overline{0,T} = \{0,1,\ldots,T\}$ ($T \in \mathbf{N}$; где, например, период времени $t \in \overline{0,T}$ есть месяц, квартал, год и т. п.).

2. Вводится натуральное число $n$, определяющее число ВПП ЦПЭС — объектов $\text{II}_i$, $i \in \overline{1,n}$, реализующих на промежутке времени $\overline{0,T}$ $s$ ВП ЦПЭС под управлением соответствующих вспомогательных агентов $E_j$ ($s \in \mathbf{N}$: $s \geq n$) и каждое ВПП реализует хотя бы один ВП.

3. Агент $P$, совокупность агентов $E_j$, $i \in \overline{1,n}$, ОПП ЦПЭС — объект I и совокупность ВПП ЦПЭС — объектов $\text{II}_i$, $i \in \overline{1,n}$ образуют первый (доминирующий) уровень системы управления ОП ЦПЭС.

4. Совокупность ВПП ЦПЭС — объектов $\text{II}_i$ и агентов $E_j$, $i \in \overline{1,n}$, образуют второй (подчиненный) уровень системы управления ОП ЦПЭС.

5. Для реализации ОП ЦПЭС агент $P$ формирует кортеж $\mathbf{U} = \{U_1,U_2,\ldots,U_l\}$, описывающий начальные данные, ограничения, допустимые технологические решения, параметры целевых функций и итоговые результаты ($l \in \mathbf{N}$).

6. Вводится массив допустимых технологий $\mathbf{TP(U)} = \{TP_1,TP_2,\ldots,TP_r\}$, позволяющих реализовать рассматриваемый ОП ЦПЭС, удовлетворяющий заданным условиям-ограничениям $\mathbf{U} = \{U_1,U_2,\ldots,U_l\}$ ($r \in \mathbf{N}$).

7. Для каждой допустимой $k$-ой технологии $TP_k \in \mathbf{TP(U)}$ ($k \in \overline{1,r}$) вводится массив ВП ЦПЭС — $\mathbf{ВП}\left(TP_k\right) = \left\{R_1\left(TP_k\right),R_2\left(TP_k\right),\ldots,R_{m_k}\left(TP_k\right)\right\}$, реализующий ее ($m_k \in \mathbf{N}$).

8. Для каждого массива ВП ЦПЭС — $\mathbf{ВП}\left(TP_k\right) = \left\{R_1\left(TP_k\right),R_2\left(TP_k\right),\ldots,R_{m_k}\left(TP_k\right)\right\}$ ($k \in \overline{1,r}$) вводится соответствующий ему критерий качества (функционал) $\boldsymbol{F}_k$, оценивающий результат реализации рассматриваемого ОП ЦПЭС, где $\boldsymbol{F}_k$: $\mathbf{R}^{3\times m_k} \to \mathbf{R}^1$.

9. Для каждого массива ВП ЦПЭС — $\mathbf{ВП}\left(TP_k\right) = \left\{R_1\left(TP_k\right),R_2\left(TP_k\right),\ldots,R_{m_k}\left(TP_k\right)\right\}$ ($k \in \overline{1,r}$) и соответствующего ему функционала $\boldsymbol{F}_k$ — выпуклой целевой функции, целью агента $P$ при

управлении процессом реализации ОП ЦПЭС является минимизация (максимизация) этой целевой функции.

10. Каждому $j$-му ВП ЦПЭС — $R_j(TP_k) \in \mathbf{ВП}(TP_k)$ $\left(j \in \overline{1,m_k}\right)$ соответствует массив данных — действительная матрица $\boldsymbol{A}_{kj} = \left\| a_{lm}^{(kj)} \right\|_{\substack{l \in \overline{1,p_{kj}} \\ m \in \overline{1,3}}}$ ($p_{kj} \in \mathbf{N}$), у которой значения набора элементов $\left\{a_{l1}^{(kj)}, a_{l2}^{(kj)}, a_{l3}^{(kj)}\right\}$ каждой $l$-ой строки $\left(l \in \overline{1,p_{kj}}\right)$ соответственно равны продолжительности, стоимости и качеству возможного $l$-го варианта реализации данного $j$-го ВП (их значения являются действительными безразмерными величинами), т. е. число строк этой матрицы $p_{kj}$ равно числу различных допустимых вариантов реализации рассматриваемого ВП.

11. На основании имеющихся данных находится решение следующей задачи выпуклой оптимизации.

**Задача 1.** Для каждой $k$-й технологии $TP_k \in \mathbf{TP(U)}$ $(k \in \overline{1,r})$ реализации ОП ЦПЭС и соответствующего ей набора матриц $\boldsymbol{A}_{kj} = \left\| a_{lm}^{(kj)} \right\|_{\substack{l \in \overline{1,p_{kj}} \\ m \in \overline{1,3}}}$, $j \in \overline{1,m_k}$ ($p_{kj} \in \mathbf{N}$) требуется найти матрицу $\boldsymbol{B}_k^{(e)} = \left\| b_{jm}^{(ek)} \right\|_{\substack{j \in \overline{1,m_k} \\ m \in \overline{1,3}}}$, элементы которой являются решением оптимизационной задачи на максимум (минимум) выпуклой целевой функции $\boldsymbol{F}_k$ (см., например, А. В. Лотов, (1984)), а именно, удовлетворяют следующему условию оптимальности (1):

$$\begin{aligned} \boldsymbol{F}_k^{(e)} &= \boldsymbol{F}_k\left(\left\{a_{l_j^{(e)}1}^{(kj)}, a_{l_j^{(e)}2}^{(kj)}, a_{l_j^{(e)}3}^{(kj)}\right\}_{j \in \overline{1,m_k}}\right) = \\ &= \min_{l=\left\{l_1,l_2,\ldots,l_{m_k}\right\} \in \overline{1,p_{k1}} \times \overline{1,p_{k2}} \times \ldots \times \overline{1,p_{km_k}}} \left(\max_{j \in \overline{1,m_k}} \boldsymbol{F}_k\left(\left\{a_{l_j 1}^{(kj)}, a_{l_j 2}^{(kj)}, a_{l_j 3}^{(kj)}\right\}_{j \in \overline{1,m_k}}\right)\right), \end{aligned} \tag{1}$$

а скалярное значение $\boldsymbol{F}_k^{(e)}$ есть оптимальный для агента $P$ результат при реализации $k$-й технологии $TP_k \in \mathbf{TP(U)}$ $(k \in \overline{1,r})$.

Отметим, что матрица $\boldsymbol{B}_k^{(e)} = \left\| b_{jm}^{(ek)} \right\|_{\substack{j \in \overline{1,m_k} \\ m \in \overline{1,3}}} = \left\| a_{l_j^{(e)}m}^{(kj)} \right\|_{\substack{j \in \overline{1,m_k} \\ m \in \overline{1,3}}}$ содержит данные о всех $m_k$ ВП ЦПЭС, которые определяют $k$-ю технологию $TP_k \in \mathbf{TP(U)}$ $(k \in \overline{1,r})$ и являются оптимальными относительно выбранных трех показателей для каждого ВП и выпуклой целевой функции $\boldsymbol{F}_k$.

12. На основании решения $r$ задач 1 решается следующая задача.

**Задача 2.** Среди всех допустимых технологий $\mathbf{TP(U)} = \{TP_1, TP_2, \ldots, TP_r\}$ для реализации рассматриваемого ОП и заданного набора выпуклых целевых функций $\boldsymbol{F}_k$, $k \in \overline{1,r}$, из решения $r$ оп-

тимизационных задач 1 требуется найти хотя бы одну технологию $\boldsymbol{TP}^{(e)} = TP_{k^{(e)}} \in \mathbf{TP}\left(\mathbf{U}\right)$, $k^{(e)} \in \mathbf{K}^{(e)} \subseteq \overline{1,r}$, которая удовлетворяет следующему условию оптимальности (2):

$$\mathbf{K}^{(e)} = \left\{ k^{(e)} : k^{(e)} \in \overline{1,r}, \boldsymbol{F}^{(e)} = \min\left(\max\right)_{k \in \overline{1,r}} \boldsymbol{F}_k^{(e)} = \boldsymbol{F}^{(e)}_{k^{(e)}} \right\}, \quad (2)$$

где $\forall k^{(e)} \in \mathbf{K}^{(e)}$: $\boldsymbol{TP}^{(e)} = TP_{k^{(e)}} \in \mathbf{TP}\left(\mathbf{U}\right)$ и $\forall k \in \overline{1,r}$ значение $\boldsymbol{F}_k^{(e)}$ определяется из решения соответствующей задачи 1.

Назовем набор технологий $\boldsymbol{TP}^{(e)} = TP_{k^{(e)}} \in \mathbf{TP}\left(\mathbf{U}\right)$, $k^{(e)} \in \mathbf{K}^{(e)}$ множеством оптимальных технологий, а число $\boldsymbol{F}^{(e)} = \boldsymbol{F}^{(e)}_{k^{(e)}}$ — оптимальным значением результата для реализации рассматриваемого ОП ЦПЭС.

Отметим, что из решения задачи 1 для конкретного $k^{(e)} \in \mathbf{K}^{(e)}$ следует, что матрица $\boldsymbol{B}^{(e)}_{k^{(e)}} = \left\| b_{jm}^{(ek^{(e)})} \right\|_{\substack{j \in \overline{1,m_{k^{(e)}}} \\ m \in \overline{1,3}}} = \left\| a_{l_j^{(e)} m}^{(k^{(e)} j)} \right\|_{\substack{j \in \overline{1,m_{k^{(e)}}} \\ m \in \overline{1,3}}}$ содержит все данные, которые требуются для описания всех ВП ЦПЭС, необходимых для реализации конкретной оптимальной технологии $\boldsymbol{TP}^{(e)} = TP_{k^{(e)}} \in \mathbf{TP}\left(\mathbf{U}\right)$.

13. Агент $P$ осуществляет выбор конкретной оптимальной технологии $TP_{k^{(e)}} \in \mathbf{TP}\left(\mathbf{U}\right)$, соответствующей конкретному значению $k^{(e)} \in \mathbf{K}^{(e)}$.

14. Тогда, для набора ВП ЦПЭС — $\mathbf{ВП}\left(TP_{k^{(e)}}\right) = \left\{ R_1\left(TP_{k^{(e)}}\right), R_2\left(TP_{k^{(e)}}\right), \ldots, R_{m_{k^{(e)}}}\left(TP_{k^{(e)}}\right) \right\}$ ($k^{(e)} \in \mathbf{K}^{(e)}$), отвечающего сформированной оптимальной технологии $\boldsymbol{TP}^{(e)} = TP_{k^{(e)}} \in \mathbf{TP}\left(\mathbf{U}\right)$, в соответствии с правилами построения сетевой модели (Таха Хемди, 2007), решается задача сетевого моделирования (Таха Хемди, 2007) — формирования, соответствующей ей оптимальной сетевой модели $\boldsymbol{WM}^{(e)} = WM_{i^{(e)}} \in \boldsymbol{WM} = \left\{ WM_i \right\}_{i \in \overline{1,\beta}}$ для рассматриваемого ОП ЦПЭС (где $\beta \in \mathbf{N}$; $\forall i \in \overline{1,\beta}$: $WM_i$ — допустимая сетевая модель, соответствующая оптимальной технологии $\boldsymbol{TP}^{(e)}$).

15. Для сформированной сетевой модели $\boldsymbol{WM}^{(e)} = WM_{i^{(e)}}$ ($i^{(e)} \in \overline{1,\beta}$), на основании найденного критического пути (Таха Хемди, 2007), определяющего оптимальное (критическое) время $\boldsymbol{T}^{(e)}$для реализации ОП ЦПЭС, и данных из матрицы $\boldsymbol{B}^{(e)}_{k^{(e)}} = \left\| b_{jm}^{(ek^{(e)})} \right\|_{\substack{j \in \overline{1,m_{k^{(e)}}} \\ m \in \overline{1,3}}}$, решается задача календарного планирования (Таха Хемди,

2007) — формирования оптимального календарного графика $\boldsymbol{TG}^{(e)} = TG_{k^{(e)}} \in \boldsymbol{TG} = \left\{\boldsymbol{TG}_k\right\}_{k\in\overline{1,r}}$ (Таха Хемди, 2007) — описания сроков для исполнения всех оптимальных ВП ЦПЭС — $\boldsymbol{R}(\boldsymbol{TP}^{(e)}) = \{R_1(\boldsymbol{TP}^{(e)}), R_2(\boldsymbol{TP}^{(e)}), \ldots, R_s(\boldsymbol{TP}^{(e)})\}$ образующих сетевую модель $\boldsymbol{WM}^{(e)}$, в виде графика (диаграммы) Ганта (Таха Хемди, 2007) или в виде соответствующей таблицы данных (где $s \in \mathbf{N}$: $s \geq n$; $\forall k \in \overline{1,r}$: $\boldsymbol{TG}_k$ — календарный график, соответствующий реализации $k$-й допустимой технологии $TP_k \in \mathbf{TP(U)}$ ).

16. На основании сформированного оптимального набора ВП ЦПЭС — $\boldsymbol{R}(\boldsymbol{TP}^{(e)}) = \{R_1(\boldsymbol{TP}^{(e)}), R_2(\boldsymbol{TP}^{(e)}), \ldots, R_s(\boldsymbol{TP}^{(e)})\}$ ($s \in \mathbf{N}$: $s \geq n$) и имеющихся данных о возможностях ВПП, входящих в ЦПЭС, агент $P$ формирует команду, состоящую из $n^{(e)}$ объектов I и $\mathrm{II}_i$, управляемых соответственно агентами $P$ и $E_j$, $j \in J \subseteq \overline{1,n}$, которая имеет возможности и ресурсы полностью реализовать этот набор ВП ЦПЭС в заданные сроки, определяемые сформированным календарным графиком $\boldsymbol{TG}^{(e)}$.

17. Пусть набор ВП ЦПЭС — $\widetilde{\boldsymbol{R}}(\boldsymbol{TP}^{(e)}) = \{\widetilde{R}_1(\boldsymbol{TP}^{(e)}), \widetilde{R}_2(\boldsymbol{TP}^{(e)}), \ldots, \widetilde{R}_{\tilde{s}}(\boldsymbol{TP}^{(e)})\} \subseteq \boldsymbol{R}(\boldsymbol{TP}^{(e)})$ состоит только из таких ВП ЦПЭС, определяемых $\boldsymbol{R}(\boldsymbol{TP}^{(e)})$, которые могут быть реализованы ОПП ЦПЭС, т. е. объектом I, в заданные периоды времени, определяемые календарным графиком $\boldsymbol{TG}^{(e)}$.

18. Агент P формирует календарный график, соответствующий оптимальному набору ВП ЦПЭС — $\widetilde{\boldsymbol{R}}(\boldsymbol{TP}^{(e)}) = \{\widetilde{R}_1(\boldsymbol{TP}^{(e)}), \widetilde{R}_2(\boldsymbol{TP}^{(e)}), \ldots, \widetilde{R}_{\tilde{s}}(\boldsymbol{TP}^{(e)})\}$, который описывается набором данных $\tilde{\boldsymbol{TG}}^{(e)} = \left\{\tilde{\boldsymbol{TB}}_j^{(e)}, \tilde{\boldsymbol{TE}}_j^{(e)}\right\}_{j\in\overline{1,\tilde{s}}}$, где $\tilde{\boldsymbol{TB}}_j^{(e)}$ — наименее ранний допустимый срок, а $\tilde{\boldsymbol{TE}}_j^{(e)}$ — наиболее поздний допустимый срок исполнения $j$-го ВП $\widetilde{R}_j(\boldsymbol{TP}^{(e)})$.

19. На основании календарного графика $\tilde{\boldsymbol{TG}}^{(e)}$ для ВП ЦПЭС из набора $\widetilde{\boldsymbol{R}}(\boldsymbol{TP}^{(e)})$ агент $P$ формирует набор соответствующих сетевых моделей $\left\{\tilde{\boldsymbol{WM}}_j^{(e)}\right\}_{j\in\overline{1,\tilde{s}}}$ для исполнения в заданные оптимальные сроки $\left\{\tilde{\boldsymbol{TB}}_j^{(e)}, \tilde{\boldsymbol{TE}}_j^{(e)}\right\}_{j\in\overline{1,\tilde{s}}}$ предписанных ему ВП $\widetilde{R}_j(\boldsymbol{TP}^{(e)})$, $j \in \overline{1,\tilde{s}}$.

20. Агентом $P$ на основании набора сетевых моделей $\left\{\tilde{\boldsymbol{WM}}_j^{(e)}\right\}_{j\in\overline{1,\tilde{s}}}$ и соответствующих предписанных сроков $\left\{\tilde{\boldsymbol{TB}}_j^{(e)}, \tilde{\boldsymbol{TE}}_j^{(e)}\right\}_{j\in\overline{1,\tilde{s}}}$ исполнения каждой ВП ЦПЭС $\widetilde{R}_j(\boldsymbol{TP}^{(e)})$, $j \in \overline{1,\tilde{s}}$, на основании найденного критического пути и данных из матрицы $\tilde{\boldsymbol{B}}_{k^{(e)}}^{(e)} = \left\|\tilde{b}_{jm}^{(ek^{(e)})}\right\|_{\substack{j\in\overline{1,m_{k^{(e)}}}\\ m\in\overline{1,3}}}$, соот-

ветствующей ВП $\widetilde{R}_j(\boldsymbol{TP}^{(e)})$, решается задача календарного планирования — формирования оптимального (критического) периода времени $\widetilde{\boldsymbol{T}}_j^{(e)}$ для исполнения $j$-го ВП $\widetilde{R}_j(\boldsymbol{TP}^{(e)})$, оптимального календарного графика $\widetilde{\boldsymbol{TG}}_j^{(e)}$ — описания сроков для исполнения всех операций, входящих в этот ВП и образующих сетевую модель $\tilde{\boldsymbol{WM}}_j^{(e)}$, в виде графика (диаграммы) Ганта или в виде соответствующей таблицы данных.

Отметим, что реализация всех ВП $\widetilde{R}_j(\boldsymbol{TP}^{(e)})$, $j \in \overline{1,\tilde{s}}$, управляемых агентом $P$, осуществляется в оптимальный период времени $\boldsymbol{T}^{(e)}$.

21. Пусть набор ВП ЦПЭС — $\overline{\boldsymbol{R}}(\boldsymbol{TP}^{(e)}) = \{\overline{R}_1(\boldsymbol{TP}^{(e)}), \overline{R}_2(\boldsymbol{TP}^{(e)}), \ldots, \overline{R}_{\bar{s}}(\boldsymbol{TP}^{(e)})\} \subseteq \subseteq \boldsymbol{R}(\boldsymbol{TP}^{(e)})$ состоит только из таких ВП ЦПЭС, определяемых $\boldsymbol{R}(\boldsymbol{TP}^{(e)})$, которые не могут быть реализованы ОПП ЦПЭС, т. е. объектом I, и следовательно, справедливо: $\boldsymbol{R}(\boldsymbol{TP}^{(e)}) = \widetilde{\boldsymbol{R}}(\boldsymbol{TP}^{(e)}) \cup \overline{\boldsymbol{R}}(\boldsymbol{TP}^{(e)})$; $s = \tilde{s} + \bar{s}$. Полагается, что каждое $j$-е предприятие $\mathrm{II}_j$, $j \in J$ реализует набор ВП $\left\{\overline{R}_k\left(\boldsymbol{TP}^{(e)}\right)\right\}_{k \in K_j}$ $\left(K_j \subseteq \overline{1,\bar{s}}, \bigcup_{j \in J} K_j = \overline{1,\bar{s}}\right)$ под управлением $j$-го агента $E_j$, $j \in J$, подчиненного агенту $P$, и имеет возможность и ресурсы полностью их реализовать в заданные периоды времени, определяемые календарным графиком $\boldsymbol{TG}^{(e)}$.

22. Агент $P$ формирует календарный график, соответствующий оптимальному набору ВП $\overline{\boldsymbol{R}}(\boldsymbol{TP}^{(e)}) = \{\overline{R}_1(\boldsymbol{TP}^{(e)}), \overline{R}_2(\boldsymbol{TP}^{(e)}), \ldots, \overline{R}_{\bar{s}}(\boldsymbol{TP}^{(e)})\}$, который описывается набором данных $\overline{\boldsymbol{TG}}^{(e)} = \left\{\overline{\boldsymbol{TB}}_j^{(e)}, \overline{\boldsymbol{TE}}_j^{(e)}\right\}_{j \in \overline{1,\bar{s}}}$, где $\overline{\boldsymbol{TB}}_j^{(e)}$ — наименее ранний допустимый срок, а $\overline{\boldsymbol{TE}}_j^{(e)}$ — наиболее поздний допустимый срок исполнения $j$-й ВП $\overline{R}_j(\boldsymbol{TP}^{(e)})$, $j \in \overline{1,\bar{s}}$.

23. На основании календарного графика $\overline{\boldsymbol{TG}}^{(e)}$ каждый агент $E_j$, $j \in J$, формирует набор соответствующих оптимальных сетевых моделей $\left\{\overline{\boldsymbol{WM}}_k^{(e)}\right\}_{k \in K_j}$ для исполнения в заданные ему агентом $P$ оптимальные сроки $\left\{\overline{\boldsymbol{TB}}_k^{(e)}, \overline{\boldsymbol{TE}}_k^{(e)}\right\}_{k \in K_j}$ исполнения предписанных ему ВП $\overline{R}_k(\boldsymbol{TP}^{(e)})$, $k \in K_j$.

24. Каждым агентом $E_j$, $j \in J$, на основании набора сетевых моделей $\left\{\overline{\boldsymbol{WM}}_k^{(e)}\right\}_{k \in K_j}$ и соответствующих заданных сроков $\left\{\overline{\boldsymbol{TB}}_k^{(e)}, \overline{\boldsymbol{TE}}_k^{(e)}\right\}_{k \in K_j}$ исполнения ВП $\overline{R}_k(\boldsymbol{TP}^{(e)})$, $k \in K_j$, на основании найденного критического пути и данных из матриц $\overline{\boldsymbol{B}}_{k^{(e)}}^{(e)} = \left\| \overline{b}_{jm}^{(ek^{(e)})} \right\|_{\substack{j \in \overline{1,m_{k^{(e)}}} \\ m \in \overline{1,3}}}$, соответствующих ВП $\overline{R}_k(\boldsymbol{TP}^{(e)})$, решается задача календарного планирова-

ния — формирования оптимального (критического) времени $\overline{\boldsymbol{T}}_k^{(e)}$ исполнения $k$-го ВП, оптимального календарного графика $\overline{\boldsymbol{TG}}_k^{(e)}$ — описания сроков для исполнения всех операций, входящих в этот ВП и образующих сетевую модель $\overline{\boldsymbol{WM}}_k^{(e)}$, в виде графика (диаграммы) Ганта или в виде соответствующей таблицы данных.

Отметим, что реализация всех ВП $\overline{R}_k(\boldsymbol{TP}^{(e)})$, $k \in K_j$, управляемых агентами $E_j$, $j \in J$, осуществляется в оптимальный период времени $\boldsymbol{T}^{(e)}$, предписанный агентом $P$.

25. Агентом $P$ формируются полученные оптимальные результаты для уровня управления I в виде кортежей данных: $\{\boldsymbol{TP}^{(e)}, \boldsymbol{R}(\boldsymbol{TP}^{(e)}), \boldsymbol{WM}^{(e)}, \boldsymbol{TG}^{(e)}, \boldsymbol{T}^{(e)}\}$, $\left\{\tilde{\boldsymbol{R}}\left(\boldsymbol{TP}^{(e)}\right), \tilde{\boldsymbol{WM}}^{(e)}, \tilde{\boldsymbol{TG}}^{(e)}, \tilde{\boldsymbol{T}}^{(e)}\right\}$ и $\left\{\overline{R}_k\left(\boldsymbol{TP}^{(e)}\right), \boldsymbol{WM}_k^{(e)}, \overline{\boldsymbol{TG}}_k^{(e)}, \overline{\boldsymbol{T}}_k^{(e)}\right\}_{k \in K_j}$, $j \in J$.

26. Агентами $E_j$, $j \in J$ формируются полученные оптимальные результаты для уровня управления II в виде набора кортежей данных $\left\{\overline{R}_k\left(\boldsymbol{TP}^{(e)}\right), \boldsymbol{WM}_k^{(e)}, \overline{\boldsymbol{TG}}_k^{(e)}, \overline{\boldsymbol{T}}_k^{(e)}\right\}_{k \in K_j}$, $j \in J$.

27. Полученные результаты отображаются в виде, удобном для использования агентами $P$ и $E_j$, $j \in J$.

Из описания предлагаемой методики следует, что формирование оптимальных результатов агентами $P$ и $E_j$, $j \in J$ для уровней управления I и II, в виде кортежей данных $\{\boldsymbol{TP}^{(e)}, \boldsymbol{R}(\boldsymbol{TP}^{(e)}), \boldsymbol{WM}^{(e)}, \boldsymbol{TG}^{(e)}, \boldsymbol{T}^{(e)}\}$, $\left\{\tilde{\boldsymbol{R}}\left(\boldsymbol{TP}^{(e)}\right), \tilde{\boldsymbol{WM}}^{(e)}, \tilde{\boldsymbol{TG}}^{(e)}, \tilde{\boldsymbol{T}}^{(e)}\right\}$ и $\left\{\overline{R}_k\left(\boldsymbol{TP}^{(e)}\right), \boldsymbol{WM}_k^{(e)}, \overline{\boldsymbol{TG}}_k^{(e)}, \overline{\boldsymbol{T}}_k^{(e)}\right\}_{k \in K_j}$, $j \in J$, осуществляется путем реализации конечного набора операций, допускающих их алгоритмизацию.

Предлагаемый метод решения рассматриваемой задачи основывается на результатах, представленных в работах (Акбердина & Шориков, 2022; Шориков, 2007; Шориков & Буценко, 2015; 2017), и разработанная методика для поиска решения исследуемой задачи реализована в виде конечной последовательности одношаговых операций, допускающих их алгоритмизацию. Полученные результаты могут служить основой для разработки методик оптимизации управления реализацией ОП ЦПЭС с использованием обратной связи, а также для решения практических задач в рамках конкретных ЦПЭС

Отметим, что на основе предлагаемого метода решения рассматриваемой задачи оптимизации выполнения ОП ЦПЭС при наличии нескольких допустимых технологий его осуществления и соответствующих выпуклых целевых функций для оценки их качества,

можно разрабатывать численные алгоритмы для создания компьютерных приложений, позволяющих реализовать поддержку принятия решений менеджерами производственных предприятий.

### *Заключение*

В статье исследована задача оптимизации выполнения ОП ЦПЭС при наличии нескольких допустимых технологий его осуществления и соответствующих выпуклых целевых функции для оценки их качества. Для формализованного описания оптимизации управления осуществлением ОП ЦПЭС предложена новая формализация в виде двухуровневой мультиагентной иерархической сетевой экономико-математической модели при наличии нескольких технологий его реализации и соответствующих выпуклых целевых функций для оценки их качества. Мы описали конструктивную методику решения рассматриваемой задачи, которая реализуется в виде конечного набора одношаговых операций, допускающих их алгоритмизацию.

Полученные в статье результаты основываются на исследованиях (Акбердина & Шориков, 2022; Шориков, 2006; Шориков & Буценко, 2015; 2017), которые примыкают к результатам работ (Бахтизин, 2008; Макаров 2009; Канторович & Горстко, 1972; Макаров и др., 2021; Bryde, 1995; Cheng & Xiao-Bing 2013; Lenfle, 2008; Pollack, 2007) и могут быть использованы при компьютерном моделировании реализации проектов ЦПЭС и создании многоуровневых интеллектуальных систем управления процессами в экономических и технических многопараметрических системах, функционирующих при наличии рисков и информационной неопределенности. Математические модели таких систем представлены, например, в работах (Лотов, 1984; Первозванский, 1975; Таха Хемди, 2007; Тер-Крикоров, 1977; Федоренко, 1977; Хелдман, 2016; Cleland & Ireland, 2006; Tonnquist, 2016; Walker, 2015).

### *Благодарности*

Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием для ФГБУН Институт экономики УрО РАН на 2023–2025 гг.

### *Acknowledgements*

The study was carried out in accordance with the state plan of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences for 2023–2025.

### *Список источников*

Акбердина, В. В., Шориков, А. Ф. (2022). Иерархическая агент-ориентированная модель управления промышленным комплексом. *Управленец, 13* (6), 2–14. doi: 10.29141/2218-5003-2022-13-6-1.

Бахтизин, А. Р. (2008). *Агент-ориентированные модели экономики.* Москва: ЗАО «Издательство «Экономика», 279.

Канторович, Л. В., Горстко, А. Б. (1972). *Оптимальные решения в экономике.* Москва: Наука, 232.

Лотов, А. В. (1984). *Введение в экономико-математическое моделирование.* Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 392.

Макаров, В. Л. (2009). Обзор математических моделей экономики с инновациями. *Экономика и математические методы, 45* (1), 3–14.

Макаров, В. Л., Бахтизин, А. Р., Бекларян, Г. Л., Акопов, А. С. (2021). Цифровой завод: методы дискретно-событийного моделирования и оптимизации производственных характеристик. *Бизнес-информатика, 15* (2), 7–20.

Первозванский, А. А. (1975). *Математические модели в управлении производством.* Москва: Наука, 616.

Таха Хемди, А. (2007). *Введение в исследование операций.* Москва: Издательский дом «Вильямс», 912.

Тер-Крикоров, А. М. (1977). *Оптимальное управление и математическая экономика.* Москва: Наука, 216.

Федоренко, Н. П. (1977). *Оптимизация экономики: некоторые вопросы использования экономико-математических методов в народном хозяйстве.* Москва: Наука, 286.

Хелдман, К. (2016). *Профессиональное управление проектом.* Москва: Лаборатория знаний, 760.

Шориков, А. Ф. (2006). Методология моделирования многоуровневых систем: иерархия и динамика. *Прикладная информатика, 1* (1), 136–141.

Шориков, А. Ф., Буценко, Е. В. (2015). Построение сетевой экономико-математической модели для реализации процесса оптимизации инвестиционного проектирования. *Прикладная информатика, 10* (2), 80–91.

Шориков, А. Ф., Буценко, Е. В. (2017). *Прогнозирование и оптимизация результата управления инвестиционным проектированием.* Москва: URSS–ЛЕНАНД, 272.

Bryde, D. J. (1995). Establishing a Project Organization and a Project Management Process for Telecommunications Project Management. *International Journal of Project Management, 1* (13), 25–31.

Cleland, D. L., Ireland, L. R. (2006). *Project management.* NY: McGraw-Hill Professional, 523.

Cheng, W., Xiao-Bing, L. (2013). Integrated Production Planning and Control: A Multi-Objective Optimization Model. *Journal of Industrial Engineering and Management, 6* (4), 815–830.

Lenfle, S. (2008). Exploration and project management. *International Journal of Project Management, 26* (5), 469–478.

Pollack, J. (2007). The changing paradigms of project management. *International Journal of Project Management, 25* (3), 266–274.

Tonnquist, B. (2016). Project management. Stockholm: Sanoma utbildning, 502.

Walker, A. (2015). *Project management in construction.* NY: John Wiley & Sons, 350.

## *References*

Akberdina V.V., & Shorikov A.F. (2022). Hierarchical agent-based model of industrial complex management. *Manager. 13* (6), 2–14. doi: 10.29141/2218-5003-2022-13-6-1.

Bakhtizin A. R. (2008). *Agent-oriented models of the economy.* Moscow: Economy, 279.

Bryde D.J. (1995). Establishing a Project Organization and a Project Management Process for Telecommunications Project Management. *International Journal of Project Management, 1* (13), 25–31.

Cheng W., & Xiao-Bing L. (2013). Integrated Production Planning and Control: A Multi-Objective Optimization Model. *Journal of Industrial Engineering and Management. 6* (4), 815–830.

Cleland D. L., & Ireland L. R. (2006). *Project management.* NY: McGraw-Hill Professional, 523.

Fedorenko N.P. (1977). *Optimization of the economy: some issues of using economic and mathematical methods in the national economy.* Moscow: Nauka, 286.

Heldman K. (2016). *Professional project management.* Moscow: Knowledge Laboratory, 760.

Kantorovich L.V., Gorstko A.B. (1972). *Optimal solutions in economics.* Moscow: Nauka, 232.

Lenfle S. (2008). Exploration and project management. *International Journal of Project Management. 26* (5), 469–478.

Lotov, A.V. (1984). *Introduction to economic and mathematical modeling.* Moscow: Nauka, 392.

Makarov V.L. (2009). Review of mathematical models of economy with innovations. *Economy and Mathematical Methods. 45* (1), 3–14.

Makarov, V. L., Bakhtizin, A. R., Beklaryan, G. L., & Akopov, A. S. (2021). Digital plant: Methods of discrete-event modeling and optimization of production characteristics. *Business Informatics, 15* (2), 7–20.

Pervozvansky A.A. (1975). *Mathematical models in production management.* Moscow: Nauka, 616.

Pollack J. (2007). The changing paradigms of project management . *International Journal of Project Management. 25* (3), 266–274.

Shorikov A.F. (2006). Methodology of modeling multilevel systems: hierarchy and dynamics. *Applied informatics. 1* (1), 136–141.

Shorikov A.F., Butsenko E.V. (2015). Construction of a network economic-mathematical model for the implementation of the investment design optimization process. *Applied Informatics. 10* (2), 80–91.

Shorikov A.F., Butsenko E.V. (2017). *Forecasting and optimization of investment design management results.* Moscow: URSS–LENAND, 272.

Taha Hemdi A. (2007). Introduction to Operations Research. Moscow: Williams Publishing House, 912.

Ter-Krikorov, A. M. (1977). *Optimal control and mathematical economics.* Moscow: Nauka, 216.

Tonnquist B. (2016). *Project management.* Stockholm: Sanoma utbildning, 502.

Walker A. (2015). *Project management in construction.* NY: John Wiley & Sons, 350.

**Шориков Андрей Федорович** — доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН; https://orcid.org/0000-0003-1255-0862 (620014, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: shorikov@uiec.ru).

**Andrey F. Shorikov** — Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Leading Research Associate, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS; https://orcid.org/0000–0003-1255–0862 (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: shorikov.af@uiec.ru).

*Научное издание*

**Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии**

Рекомендовано к изданию
Ученым советом Института экономики УрО РАН.
Протокол Ученого совета №11 от 24.12.2024.
Рег. №11(24) (протокол редсовета №8 от 23.12.2024)

Редактор: А.А. Кононенко
Компьютерная верстка и дизайн обложки Е.В. Леготиной
В оформлении обложки использованы изображения от Freepik

1 оптический компакт-диск
Подписано к использованию 25.12.2024.
Объем 3,15 Мб. Уч.-изд. л. 19.
Тираж 10 шт.

Систем. требования: PC не ниже класса Pentium I;
32 Mb RAM; свободное место на HDD 16 Mb;
Windows 95/98; программа просмотра файлов .pdf;
дисковод CD-ROM 2-х и выше; мышь.

Издатель: Институт экономики УрО РАН.
620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29,
тел. +7(343) 371-45-36.
Сайт: www.uiec.ru.
E-mail: lavrikova.ug@uiec.ru.

Изготовитель:
ООО «Сигнум»
620034, г. Екатеринбург, ул. Готвальда, 3, оф. 115.
тел.: +7 (343) 351-74-33.