

Роль технологий искусственного интеллекта в цифровой трансформации российского производства

Н. А. Ребус^{✉1,2}, И. Г. Благовещенский²,
О. В. Ратанова¹, Ф. А. Мастяев¹

¹Московский финансово-промышленный университет «Синергия»
125315, Россия, Москва, Ленинградский проспект, 80, корп. Е

²Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)
125080, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, 11, корп. А

Аннотация. Цифровая трансформация бизнеса означает перевод многих процессов на предприятии в цифровой вид, т.е. предполагается выполнение процессов с использованием компьютерной техники и ИТ-технологий. При этом важно организовать эффективную интеграцию уже имеющихся на предприятии процессов с современными ИТ-технологиями. Такая интеграция может касаться не только производства, но и других областей человеческой деятельности. Конечно, и раньше многие отрасли в разной мере подвергались автоматизации, но появление искусственного интеллекта (ИИ) может сгладить разницу между отраслями с автоматизацией разной степени и позволит оптимизировать процессы, даже если какие-то из сфер деятельности не предполагают использование ИИ. Тем не менее процесс цифровизации в подавляющем большинстве случаев даст ускорение принятию решений, если использовать системы ИИ, в частности цифрового двойника. Это оптимизирует сбор данных, что позволит использовать их для создания моделей объектов или систем. Модель в дальнейшем будет применяться для анализа и оптимизации работы без физического присутствия объекта. Все вышеизложенное и определяет актуальность темы идентификации места и роли искусственного интеллекта в цифровой трансформации российского бизнеса. В данной статье авторы размышляют над проблемой «Какие шаги необходимо предпринять для развития новых технологий анализа данных в производстве? И как усовершенствовать среду работы с данными?». В статье дается обзор истории использования искусственного интеллекта в бизнесе. Обсуждаются слабые стороны применения технологий искусственного интеллекта. Предпринимается попытка дать ответ на вопрос: что нужно сделать уже сегодня, чтобы предприятие или организация могли занять лидирующие позиции завтра.

Ключевые слова: искусственный интеллект, цифровые двойники, большие данные, машинное обучение, модель машинного обучения

Поступила 12.03.2025, одобрена после рецензирования 02.04.2025, принята к публикации 04.04.2025

Для цитирования. Ребус Н. А., Благовещенский И. Г., Ратанова О. В., Мастяев Ф. А. Роль технологий искусственного интеллекта в цифровой трансформации российского производства // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 2. С. 37–54. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-2-37-54

The role of artificial intelligence technologies in digital transformation of Russian production

N.A. Rebus^{✉1,2}, I.G. Blagoveshchenskiy²,
O.V. Ratanova¹, F.A. Mastyaev¹

¹Moscow Financial and Industrial University “Synergy”
125315, Russia, Moscow, 80 Leningradsky avenue, building E

²Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)
125080, Russia, Moscow, 11 Volokolamsk shosse, building A

Abstract. The digital transformation of a business means the digitization of many processes in an enterprise, i.e. it assumes the implementation of processes using computer technology and IT technologies. At the same time, it is important to organize the effective integration of existing processes in the enterprise with modern IT technologies. Such integration may concern not only production, but also other areas of human activity. Of course, many industries have been automated to varying degrees before, but the advent of artificial intelligence (AI) can smooth out the difference between industries with varying degrees of automation and optimize processes, even if some of the fields of activity do not involve the use of AI. Nevertheless, the process of digitalization in the vast majority of cases will accelerate decision-making if AI systems are used, in particular a digital twin. This optimizes data collection, which will allow them to be used to create models of objects or systems. In the future, the model will be used to analyze and optimize work without the physical presence of an object. All of the above determines the relevance of the topic of determining the role of artificial intelligence in the transformation of Russian business. In this article, the authors reflect on the problem "What is needed for the development of new data analysis technologies in production? And how can we improve the data environment?" The article provides an overview of the history of the use of artificial intelligence in business. The weaknesses of using artificial intelligence technologies are discussed. An attempt is being made to answer the question of what needs to be done today so that an enterprise or organization can take a leading position tomorrow.

Keywords: artificial intelligence, digital twins, big data, machine learning, machine learning model

Submitted 12.03.2025,

approved after reviewing 02.04.2025,

accepted for publication 04.04.2025

For citation. Rebus N.A., Blagoveshchenskiy I.G., Ratanova O.V., Mastyaev F.A. The role of artificial intelligence technologies in digital transformation of Russian production. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 2. Pp. 37–54. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-2-37-54

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время производственные и другие процессы учреждений по большей части автоматизированы. При этом автоматизация позволяет выполнять операции, недоступные человеку. В процессе автоматизации большую роль играет информационная составляющая, т.е. данные. Искусственный интеллект в процессе автоматизации может использоваться для обработки и анализа данных. В различных бизнес-процессах ИИ сможет анализировать и прогнозировать поведение клиентов, оптимизировать как сами бизнес-процессы, так и расходы и доходы от них. Совершенствование бизнес-процессов с помощью ИИ предполагает не просто автоматизацию рабочих мест, но и прогнозирование, в том числе предотвращение сбоев, улучшение клиентского сервиса, более рациональное использование ресурсов, повышение эффективности логистики и складской деятельности и т.п.

Если рассматривать разные сферы деятельности, то на текущий момент есть области применения, где ИИ превосходит человека, и области, где человек лидирует. Например, ИИ лучше людей распознает образы, работает с текстами, проводит диагностику. А человек лидирует в сложных задачах, которые требуют интуитивного понимания контекста, креативности, т.е. создает новые концепции. Также человек проявляет адаптивность и может правильно реагировать на неожиданные ситуации [1]. И в этих условиях совместная работа человека и ИИ будет намного эффективнее. ИИ-помощники повысят эффективность интеллектуального труда человека и трансформируют не только производство, но и другие сферы человеческой жизни.

Президент РФ В. В. Путин неоднократно говорил о целесообразности и актуальности цифровой трансформации. И важную роль в этом процессе играет ИИ. В. В. Путин отметил, что «в наступающее десятилетие нам предстоит провести цифровую трансформацию всей страны, всей России, повсеместно внедрить технологии искусственного интеллекта, анализа больших данных»¹.

В России принята Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, в которой определены основные направления развития искусственного интеллекта, принципы развития, цели и основные задачи развития. Искусственный интеллект – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека².

На сегодняшний день использование ИИ выходит за пределы научно-исследовательских лабораторий и IT-компаний. Многие компании, как зарубежные, так и российские, внедряют в свои проекты ИИ, нейронные сети и обработку больших данных, используя самые современные алгоритмы. В настоящее время множество отраслей используют эти технологии, благодаря которым можно усовершенствовать организацию бизнес-процессов компании, снизить затраты и улучшить позиции среди конкурентов [2].

Для интенсификации развития ИИ в России в университетах создаются новые специальности, открываются исследовательские лаборатории. И занимается этим не только государство, но и бизнес. В 2021 году Сбербанк открыл институт, где изучается ИИ³. В ноябре 2021 года Институт ИИ представил первые результаты своих проектов на международной онлайн-конференции по искусственному интеллекту и анализу данных Artificial Intelligence Journey 2021.

ИИ можно представить на разных слоях детализации его деятельности как машину, способную:

- получать информацию о мире и интерпретировать ее через сенсорные датчики, например, распознавать изображения и звук;
- конструировать новые объекты, например, создавать изображения, видео и генерировать тексты на заданные темы;
- находить решения интеллектуальных задач, например, просчитывать оптимальные ходы в шахматах или игре го [12].

¹Путин заявил о необходимости цифровой трансформации России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/10172635>

²О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации: Указ Президента от 10.10.2019 г. N 490. Информационно-правовой портал «Гарант». Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72738946>

³Искусственный интеллект в Сбербанке [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/XVJJDJ>

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Развитие ИИ началось в 50-х годах XX века. Тогда американский нейрофизиолог Фрэнк Розенблатт разработал концепцию перцептрона как математическую модель нейрона человеческого мозга. Это была простейшая однослойная форма нейронной сети, которую можно использовать для двоичной классификации. В 1957 году была смоделирована работа перцептрона на компьютере IBM, это была уже многослойная модель. Модель распознавала буквы латинского алфавита, что было воспринято с воодушевлением и бизнес-сообществом, и государством. Более поздние исследования головного мозга пришли к выводу, что человеческий мозг устроен значительно сложнее. И в развитии перцептрона как модели человеческого мозга на тот момент не удалось преуспеть, что породило отсутствие финансирования дальнейших разработок в этом направлении.

Следующий скачок в развитии ИИ был в начале 80-х годов, когда популярны были и развивались экспертные системы (ЭС). Это программы, использующие наборы правил и алгоритмы, имитирующие процессы мышления специалиста-эксперта при решении определенной задачи. Для создания ЭС нужно провести извлечение знаний из экспертов и документации, чтобы накопить данные о том, как эксперты решают конкретные задачи. Например, правила, по которым психолог задает вопросы и отвечает пациенту, или признаки и анализы, по которым врач ставит диагноз. Полученные правила решения задач реализовывались в виде прототипа ЭС. Прототип включал в себя базу знаний и алгоритм их обработки. Развитие экспертных систем, как и перцептрона, также быстро замедлилось, а с ним и развитие ИИ вновь застыло на одном месте. Однако использование ЭС все еще продолжается в некоторых сферах человеческой деятельности. Например, ЭС используются и эффективны в областях, где требуются надежность, глубокое понимание и анализ данных.

Следующий этап развития ИИ начался в середине 90-х годов XX века. В это время произошел скачок в развитии элементной базы вычислительной техники, что повлекло за собой увеличение вычислительных мощностей компьютеров. Благодаря развивающейся технологии создания компьютеров, как то элементная база и архитектура процессоров, стало возможным применение сложных математических методов для расчета все более сложных задач. ИИ начал использоваться в бизнес-процессах различных сфер деятельности человека. Например, сложные расчеты могут применяться в логистике, финансовой и банковской сфере, фармацевтике и генной инженерии. Громким достижением стало появление шахматного суперкомпьютера Deep Blue, разработанного компанией IBM. 11 мая 1997 года Deep Blue победил действующего чемпиона мира по шахматам Гарри Каспарова. Алгоритм был основан на переборе всех вариантов ходов и поиске самого оптимального из них. Для этого требовалась огромная скорость вычислений, чего нельзя было бы достичь только алгоритмически, без прорыва в технологической сфере.

В начале XXI века настал следующий этап развития ИИ. Акцент сместился в сферу обработки данных. На передний план в развитии ИИ вышли такие понятия, как большие данные и машинное обучение, что стало фактором ускорения развития алгоритмов ИИ. Машинное обучение в отличие от экспертных систем основано на обработке большой базы данных, что приводит к совершенствованию алгоритма без программирования. Что позволяет настроить алгоритм так, что он выдает правильные решения в большинстве ситуаций [3].

В 2011 году компания IBM разработала компьютерную систему IBM Watson. Это когнитивная система, способная отвечать на вопросы на человеческом языке, она может

анализировать данные, делать на их основе выводы и обучаться. Система участвовала в популярном американском телешоу «Jeopardy!» (российский аналог – «Своя игра») и победила чемпионов этой игры. Система Watson используется в медицине для диагностики и лечения рака.

В 2015 году компания Google DeepMind разработала AlphaGo – программу для игры в го. Правила го кажутся простыми, но на самом деле эта игра сложнее, чем шахматы. В ней существует множество возможных вариантов, что затрудняет оценку позиции и использование алгоритма поиска ходов, который использует Deep Blue. AlphaGo стал первым проектом в мире, выигравшим соревнование для профессиональных игроков в го в 2016 году. Первая версия AlphaGo работала с использованием двух нейросетей: одна вычисляла вероятность ходов, а вторая оценивала позицию камня на доске. AlphaGo использует метод Монте Карло – поиск по дереву с оценкой в узлах. Но AlphaGo еще использует оценочные функции для оптимизации перебора. Вот эти функции используют глубокое обучение. В качестве обучающих данных использовалась информация об успешных ходах 160 тысяч партий профессионалов. Новая версия программы – АльфаГо Zero – работает на основании обучения с подкреплением. Программа не использует данные от игроков-людей, она учится сама. АльфаГо – это большой прорыв в развитии ИИ, который ожидали не раньше 2025 года.

В мае 2020 года исследователи из OpenAI показали алгоритм GPT-3. Он способен генерировать грамматически корректные англоязычные тексты на основе совсем небольшого количества примеров. Тексты при этом получаются очень похожими на написанные человеком, и это несмотря на то, что алгоритм фактически генерирует случайные предложения. GPT-3 может отвечать на вопросы, переводить языки и выполнять другие задачи по обработке текста на естественном языке.

В том же 2020 году компания Google DeepMind разработала программу AlphaFold, которая выполняет предсказания пространственной структуры белка. Эта задача является одной из сложнейших и важнейших в современной биологии. AlphaFold 3 характеризуется более высокой точностью и лучшими показателями прогнозирования.

СТАТИСТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

ИИ базируется на различных областях традиционных наук, таких как математика (в том числе статистика и теория вероятности), физика (обработка сигналов), биология, лингвистика, психология и другие.

Почти все исследователи считают, что ИИ человеческого уровня реален и когда-нибудь станет неизбежным. Согласно аналитическому отчету по внедрению решений в области искусственного интеллекта в отраслях промышленности Федерального центра прикладного развития искусственного интеллекта за 2024 год появление ИИ, близкого к человеческому, возможно к 2047 году. К 2027 году такой ИИ, скорее всего, не появится, вероятность этого около 10 %.

Гипотеза масштабирования предполагает, что развитие ИИ – это вопрос масштабирования уже существующих архитектур. Т.е., применяя традиционные алгоритмы обучения в более широком масштабе, можно получить все более сложные нейронные сети, и они естественным образом разовьют сложное поведение. Это дает надежду на создание чрезвычайно мощных систем ИИ в течение следующего десятилетия [4].

Интернет-сервисы и социальные сети уже активно применяют ИИ для персонализации контента и других задач.

В некоторых отраслях ИИ уже стал стандартом, тогда как в других его применение лишь начинает развиваться. С каждым годом интерес к ИИ возрастает, и его внедрение продолжается. Процент использования искусственного интеллекта (ИИ) в различных областях может варьироваться в зависимости от региона, конкретной индустрии и технологических достижений. Доля компаний в мире, которые внедрили и используют ИИ, в настоящее время составляет 55 %.

Были оценены причины, по которым компании внедряют ИИ в рабочие процессы. Для 25 % компаний это нехватка специалистов требуемой квалификации, а 20 % компаний делают это под давлением ожиданий клиентов или из-за конкуренции⁴. В таблице 1 представлены сводные данные по причинам внедрения ИИ на предприятиях.

Таблица 1. Причины внедрения ИИ в бизнес

Table 1. Reasons for implementing AI in business

Причина внедрения ИИ в бизнес	Доля компаний
Повышение доступности бизнеса	45 %
Снижение расходов и автоматизация бизнес-процессов	42 %
Использование ИИ в стандартных бизнес-приложениях	37 %
Увеличение конкурентоспособности на рынке	31 %

Применение ИИ с точки зрения 65 % компаний повышает эффективность их работы. 54 % пользователей считают, что ИИ улучшает качество текста, может повысить креативность и ускорить процесс создания текста. Предположение компаний об эффективности внедрения ИИ подтверждают исследования Forbes:

- внедрение ИИ в производство повышает эффективность на 12 %, что позволяет компаниям добиваться лучших результатов по сравнению с партнерами и конкурентами;
- внедрение ИИ в процесс проектирования, разработки и производства продукции приводит к экономии в 30 раз больше, чем у конкурентов, не применяющих ИИ.

И в гонке с конкурентами побеждают компании, которые первыми внедрили ИИ в бизнес-процессы. Они добились большей экономии средств, сократили время обработки заказов, привлекли больше клиентов и увеличили объемы продаж.

Исследователи ИИ, основываясь на статистике, прогнозируют, что к 2035 году прибыль в некоторых отраслях, использующих ИИ, увеличится на более чем 44 %⁵. Максимальный эффект от ИИ получают: образование, сфера питания, строительство, торговля и здравоохранение (рис. 1).

⁴Статистика искусственного интеллекта (2025), Инклиент, 01.01.2025 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://inclient.ru/ai-stats/>

⁵Статистика искусственного интеллекта (2025), Инклиент, 01.01.2025 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://inclient.ru/ai-stats/>

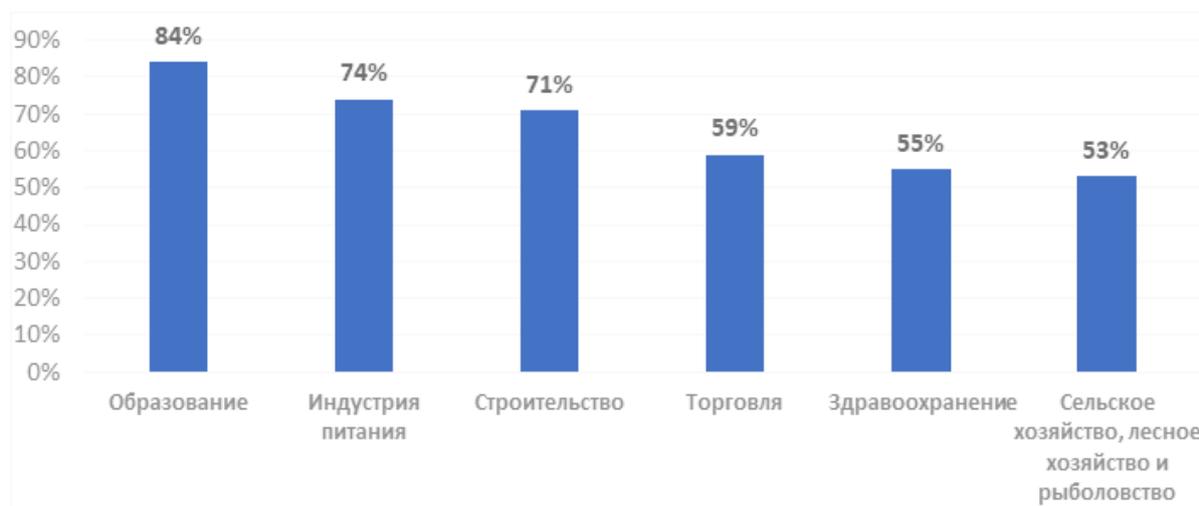


Рис. 1. Доля использования ИИ в разных отраслях

Fig. 1. Share of AI use in different industries

Рассмотрим влияние внедрения ИИ на рынок труда. В половине существующих вакансий умение пользоваться ИИ будет конкурентным преимуществом при приеме на работу. Как уже говорилось, внедрение ИИ будет повышать производительность труда, а это влечет за собой не только преимущества для работодателя, но и риски для работников. Риски будут связаны с уменьшением числа вакансий и возможным сокращением зарплаты для не владеющих навыками работы с ИИ работников. То есть внедрение ИИ может заменить людей на рабочих местах, что приведет к безработице. Так как ИИ внедряется чаще в самых развитых странах, то эти проблемы коснутся именно их. Считается, что потерять работу могут 400 млн человек. Также есть риск того, что некоторые профессии просто исчезнут [13].

Следует отметить, что будут автоматизированы рабочие места, не требующие высокой квалификации, т.к. высококвалифицированные работники, скорее всего, уже используют какие-то средства автоматизации и ИИ. Т.е. влиянию прогресса, как всегда и бывает в исторической перспективе, больше подвержены низкоквалифицированные профессии, которые и будут исчезать. Но это не обязательно критически сократит рабочие места, т.к. будут появляться новые задачи и рабочие места, требующие другого набора навыков. Вместо исчезнувших профессий будут появляться новые. По прогнозам, в 2025 году благодаря ИИ появится работа для 97 млн человек.

ОБЛАСТИ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

На данный момент развития науки ученые не могут с уверенностью утверждать, как устроен человеческий мозг на 100%. Исследования не прекращаются. Поэтому и создать цифровую модель человеческого мозга, т.е. искусственный интеллект (ИИ), на данный момент нельзя. Однако можно имитировать некоторые функции мозга. Например, вычислительные способности мозга, и ИИ по вычислительным возможностям превосходит человека. ИИ также пытается имитировать аналитические способности мозга [5].

Разработка ИИ ведется в нескольких направлениях. Хотя все они, конечно, связаны друг с другом. На рисунке 2 представлено взаимное расположение этих технологий.

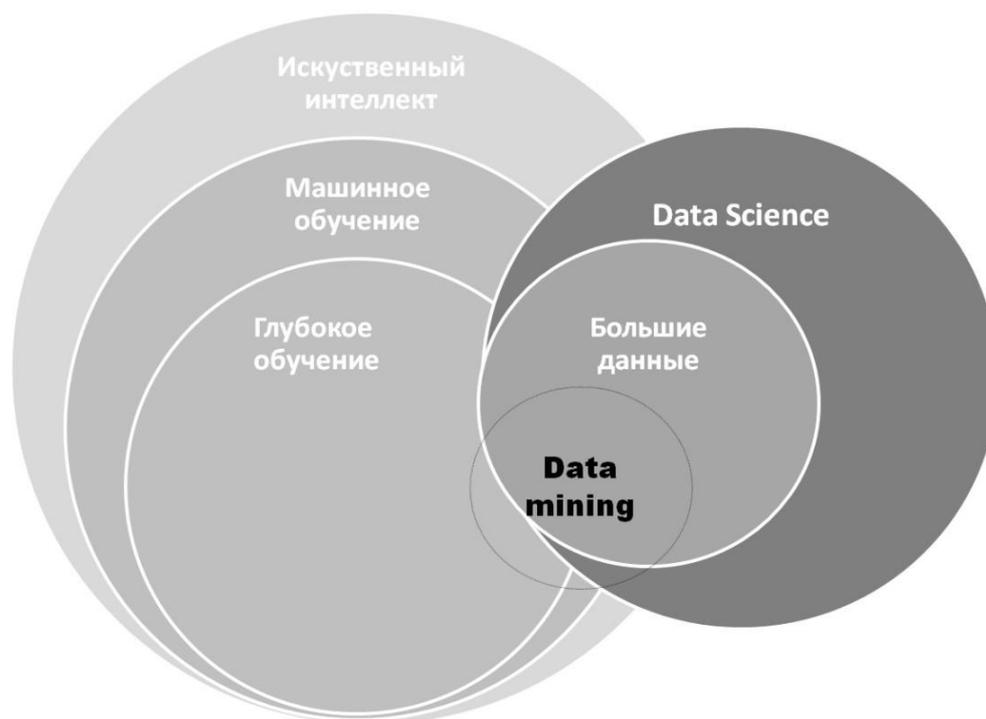


Рис. 2. Области развития искусственного интеллекта

Fig. 2. Areas of development of artificial intelligence

Машинное обучение – раздел ИИ, который отвечает за решение задач с помощью анализа и интерпретации данных без программирования. Обучение алгоритма происходит на примерах правильно решенных задач.

Глубокое обучение (от англ. Deep learning) – вид машинного обучения с использованием нейронных сетей. Отличается от машинного обучения отсутствием учителя в процессе обучения. Нейросеть находит правильное решение сама [6].

Data Science (наука о данных, DS) – раздел ИТ-науки, связанный со сбором данных, с методами обработки больших объемов данных, анализом данных для получения практических результатов. Методы DS на основе объединения статистики, анализа данных, машинного обучения и анализа реальных явлений находят закономерности в большом объеме данных и строят прогнозы.

Data Mining (интеллектуальный анализ данных) – методы анализа больших объемов данных и поиска в них закономерностей и других характеристик. Анализ проводится с помощью статистических и математических методов. Цель анализа – нахождение скрытых закономерностей и тенденций, которые могут использоваться для принятия решений.

Большие данные (Big Data, BD) – это массивы информации, а также обработка, хранение и анализ огромных объемов данных. Под BD понимают именно такой объем информации, что обычные методы работы с ней становятся неэффективными. Принято относить к BD данные, объем которых превышает 150 Гб в сутки.

МОДЕЛЬ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Если рассматривать применение ИИ в бизнесе, то в большинстве случаев применяются технологии машинного обучения (Machine Learning). Это метод обучения, при котором используются шаблоны и логические выводы решения подобных задач. При этом не ис-

пользуются прямыми указаниями и программированием. Во время машинного обучения алгоритмы обнаруживают закономерности в больших наборах данных, а также учатся принимать оптимальные решения и созданию прогнозов на основе этого анализа.

Обучить модель машинного обучения невозможно без большого количества информации или данных. Совокупность всех имеющихся данных для решения задачи называют датасетом (по-английски dataset).

Размеченные данные – это данные, по которым можно дать точный ответ для поставленной задачи. Решение задач с помощью размеченных данных называется обучением с учителем (Supervised Learning). Это самый распространенный и исследованный подход к решению задач машинного обучения.

Модель машинного обучения – это некоторый математический алгоритм с множеством параметров. Обучить модель – значит подобрать наилучшие значения параметров. Для каждой конкретной задачи модель обучается отдельно. Например, модель можно строить для предсказания цены недвижимости или ранжирования отелей.

Процесс машинного обучения следующий: есть большой массив примеров правильной работы вида «входные данные – выходные данные»; обработка этих данных настраивает алгоритм. После обучения алгоритм способен по набору входных данных предсказать выходные. Обучение в данном случае – это процесс настройки алгоритма.

Поиск и создание методов обучения алгоритма – это фактически область прикладной математики, результаты которой применяются в информационных технологиях.

Обучение моделей машинного обучения, как правило, требует затрат больших ресурсов – информационных (большие данные), временных и вычислительных. В отдельных случаях можно обучить модель за относительно небольшой промежуток времени на небольших массивах данных и на персональном компьютере. Но это частный случай, а если речь идет о сложных процессах, крупных предприятиях и обработке огромных массивов данных (например, данных о миллионах клиентов), то потребуются специальные технические средства (сервер). И даже при наличии специализированных программно-технических средств обработка большого массива данных может быть длительностью до недель. Крупные компании, как правило, покупают специализированные серверы и нанимают команду специалистов для работы с ними. Менее крупные компании, как правило, арендуют такие сервисы в облаке, через интернет.

Обычно в крупных компаниях есть собственная команда штатных дата-саентистов (от англ. Data Science – этот термин не имеет точного короткого перевода на русский язык). Такие специалисты должны иметь специфический опыт – опыт обучения модели или настройки алгоритмов. Если же заказчик нанимает сторонних специалистов, то их снабжают данными, которые описывают суть задачи. Заказчик устанавливает метрики, а исполнитель строит модели и, возможно, внедряет их в рабочий процесс.

Сложность модели машинного обучения зависит от решаемой ею задачи. При этом важным параметром является качество самих данных. Особенно важно, чтобы данные были однородными и без ошибок при обучении небольших моделей.

Одной из трудностей при машинном обучении представляется предметная область каждой конкретной задачи. В каждом отдельном случае обучения модели нужно, кроме чистоты данных, сочетание двух человеческих факторов. Первое – это изучение предметной области специалистами по настройке моделей, второе – это понимание применимости и ограничений использования ИИ в данной области заказчиком [11].

Есть два основных направления ИИ, которые чаще всего используют в бизнесе, – это автоматизация и прогнозирование.

При автоматизации ИИ ускоряет обработку данных: анализирует и сортирует отзывы о продукте, строит по отзывам статистику, а также расставляет приоритеты на негативные отзывы, на которые нужно отвечать (например, жалобы, претензии, рекламации), и т.п.

Прогнозирование – это процесс составления предположений о будущем состоянии объекта, основанный на предыдущем и настоящем опыте. Человеческий мозг способен на прогнозирование, но для качественного анализа больших данных человеку понадобится слишком много времени. Вычислительные мощности компьютера несопоставимы с человеческими, поэтому применение искусственного интеллекта делает решение этой задачи быстрее и качественнее. Кроме того, искусственный интеллект оценивает задачу беспристрастно.

Интеллектуальные системы, такие как машинный перевод текста на другой язык, распознавание изображений и речи, прогнозирование поведения клиентов и другие, основаны на обучении модели на основе данных.

Существует еще одна альтернатива алгоритмам машинного обучения – экспертные системы. В экспертных системах алгоритм прогнозирования основан на знаниях эксперта-человека. Экспертные системы фактически имитируют процесс принятия решений экспертами и рекомендуют решения, аналогичные тем, которые дал бы человек. На практике специалисты приходят к выводу: когда нужно ответить на вопросы в очень конкретной, ограниченной области, для которой требуется всего несколько правил для экспертной системы, экспертные системы относительно эффективны, обладают небольшой сложностью и работают в реалистичных временных рамках. Когда же задача или предметная область становится более сложной, то количество необходимых правил взрывообразно возрастает, что может привести к созданию больших деревьев поиска или подобным проблемам. Таким образом, методы машинного обучения лучше, чем экспертные системы, адаптируются к более сложным задачам с большим количеством переменных.

Если представить компанию, которая уже давно работает в определенной области, то можно предположить, что у нее накопилось достаточное количество данных. Эти данные можно использовать для обучения модели, которая будет выполнять прогнозирование, либо на основе таких данных можно автоматизировать какие-либо процессы в компании. Использование накопленных данных и их обработка могут быть двигателем развития процессов в компании. Как правило, речь идет о таком количестве данных, которое невозможно обработать просто на компьютере.

Одной из проблем машинного обучения является отсутствие или малое количество данных, например, если данных для решения конкретной задачи в компании нет, их не сохранили или такая задача в компании не решалась. В таких случаях требуется:

- поиск альтернативных открытых источников данных,
- приобретение или заказ данных,
- использование синтетических данных,
- применение методов увеличения данных.

Еще один способ решения этой проблемы – применение методов, позволяющих работать с ограниченным количеством данных.

Другой проблемой использования данных может стать безопасность. Это случай, когда данные в компании есть, но выдать доступ разработчикам к ним нельзя. Способ решения такой проблемы нужно продумать на стадии проектирования, до начала реализации проекта.

Внедрение в бизнес-процессы искусственного интеллекта не может быть универсальным решением всех проблем. Эффективность и точность алгоритмов искусственного интеллекта во многом зависят от качества и объема данных, а также от контекста их использования. Поэтому важно осознавать ограничения искусственного интеллекта и внедрять его с осторожностью, оценивая при этом потенциальные риски.

По оценкам некоторых экспертов в области ИИ, около половины проектов, связанных с попытками внедрения ИИ в процессы компании, не приводят к ожидаемым результатам. Основные причины таких неудач: нереалистичные ожидания, недостаточный объем данных, некачественные или неадекватные данные.

И даже если количества данных и ресурсов достаточно для решения задачи и процесс настройки алгоритма был проведен без проблем, то проект все равно может не достигнуть эффективности. Данные могут быть качественными, но в них может не оказаться зависимостей, по которым можно предсказать результат [7].

Часто для управления проектами по анализу данных используют популярную методологию CRISP-DM.

Схема этапов работы над проектом на рисунке 3.



Рис. 3. Схема этапов работы над проектом по методологии CRISP-DM

Fig. 3. Scheme of stages of work on a project using the CRISP-DM methodology

Выделяют шесть этапов решения бизнес-задачи с использованием алгоритмов искусственного интеллекта:

- понимание бизнес-целей;
- сбор и изучение данных;
- подготовка данных;
- обучение и настройка алгоритма;
- тестирование и оценка качества работы алгоритма;
- внедрение разработанного алгоритма.

Системы машинного обучения могут работать в связке с устройствами Интернета вещей (IoT), получая данные в реальном времени для анализа и оптимизации рабочих процессов.

Для оптимизации обработки данных часто используют не последовательную обработку данных о миллионах клиентов, а параллельную обработку данных. Такую обработку можно организовать с помощью облачных сервисов, используя распределенное хранение данных, например, в Hadoop или Spark. Модуль SparkML – это библиотека, которая позволяет реализовать модель, может решать задачи классификации и регрессии. Библиотека SparkML имеет нативный API для Scala, Python API, R и развивается.

В машинном обучении в большинстве случаев используется язык программирования Python⁶ и его библиотеки: Numpy, Scikit-learn, TensorFlow, PyTorch. Например, NumPy – это числовая библиотека с открытым исходным кодом, которая может использоваться для выполнения различных математических операций с различными матрицами. NumPy считается одной из наиболее часто используемых научных библиотек, поэтому многие специалисты по обработке данных полагаются на нее при анализе данных.

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ

Управление деятельностью предприятия – как в целом, так и отдельными процессами – сегодня опирается на применение глубокой аналитики и моделирования поведения внутренней и внешней среды. Сложность решаемых задач растет, а их границы размываются, и внедрение интеллектуальных систем становится насущной необходимостью. Количество наблюдаемых параметров используемых моделей растет лавинообразно, и традиционные технологии сбора, накопления, обработки и анализа информации не в состоянии обеспечить своевременность и/или эффективность вырабатываемых решений. Технология цифровых двойников призвана решить эти проблемы [14].

Цифровой двойник представляет собой модель объекта из реального мира, поддерживаемую в виртуальной среде [8]. Модель использует сенсорную сеть датчиков для обновления своего статуса в режиме реального времени, фиксирует изменения параметров объекта и передает эту информацию на сервер. Специальная программа на сервере обрабатывает полученную информацию и строит прогноз результатов. Цифровые двойники, как и другие методы моделирования, позволяют моделировать и анализировать различные ситуации, тестировать нужные функции на модели в виртуальной среде до их фактической разработки.

Цифровой двойник работает на основе подробной аналитической модели, построенной на основе имитационного моделирования, больших данных, машинного обучения, модели виртуальной, дополненной или расширяемой реальности [15]. В этой модели описываются параметры реального объекта для различных сценариев использования этого объекта. Модель также должна содержать методы обновления содержимого цифрового двойника на протяжении всего жизненного цикла. Цифровой двойник должен в своем составе иметь API, предоставляющее возможности по обмену данными, управлению его состоянием или выполнению действий над ним. Поскольку информация для обновления состояния цифрового двойника может поступать из самых разнообразных источников и по различным каналам связи, а их состав и наполнение могут со временем изменяться, то необходимо разработать инструментальные средства анализа и оценки достоверности поступающей информации. Также необходимо предусмотреть возможности по обмену данными между различными цифровыми двойниками, функционирующими в одной и той же виртуальной среде.

⁶10 Best Language for Machine Learning – GeeksforGeeks, [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.geeksforgeeks.org/best-language-for-machine-learning/

Развертывание цифрового двойника выполняется в несколько этапов. Первый этап представляет собой сбор данных о наблюдаемом объекте реального мира. В качестве источников данных на этом этапе могут выступать сети датчиков и/или измерительных приборов, базы и банки данных, Интернет вещей и т.п.

В ходе второго этапа происходит построение модели с использованием доступных методов обработки данных. Конкретное представление модели зависит от возможностей используемой среды моделирования – математическая или имитационная модель; графическая модель, например трехмерная, или модель дополненной либо виртуальной реальности и т.д.

В ходе третьего этапа необходимо обеспечить интеграцию цифрового двойника в информационную систему организации, совместно с которой цифровой двойник должен будет работать, – для этого цифровой двойник должен работать под используемыми в компании операционными системами, с системами управления базами данных, сетевой инфраструктурой, лингвистическим обеспечением информационной системы.

При развертывании и использовании цифровых двойников нужно уделять особое внимание информационной безопасности. Цифровой двойник должен предлагать различные сценарии защиты от воздействия внешних негативных факторов – как самого себя, так и моделируемого объекта реального мира.

ЭТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Активное внедрение ИИ в повседневную жизнь вызывает тревогу и недоверие людей. Рядовые пользователи опасаются, что ИИ может нанести вред их интересам. В России доля людей, которые доверяют ИИ, – 48 %, а доля тех, кто не доверяет ИИ, – 42 %.

При работе систем с ИИ людей чаще всего беспокоят следующие потенциальные проблемы:

- сбой оборудования или ПО, т.е. технические проблемы;
- общение с роботами вместо живых людей и в связи с этим деградация личности;
- боязнь непонимания роботом проблем человека и в связи с этим отсутствие помощи и личной безопасности;
- боязнь имитации роботом человека;
- непонимание, что такое ИИ, как он работает и зачем нужен;
- боязнь, что ИИ станет умнее человека;
- боязнь, что ИИ заменит человека на работе;
- возможность взлома, хищение персональных данных [9].

Последний пункт беспокоит людей и без использования ИИ, но разговоры о внедрении ИИ только усиливают тревогу. Любые технологии сначала пугают людей. Большой процент людей, не доверяющих ИИ, характерен не только для России. Так же обстоят дела во всех странах, где внедряется ИИ. Поэтому вопрос этики ИИ затрагивает как компании, занятые разработками в области ИИ, так и государства⁷.

Ответственность за последствия применения ИИ всегда лежит на человеке.

Большие данные, Интернет вещей, искусственный интеллект, беспроводная связь, виртуальная и дополненная реальность, квантовые вычисления – все эти и многие другие технологии формируют основу концепции «Индустрия 4.0».

⁷В погоне за искусственным интеллектом. Кто победит в глобальном соревновании? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://forumspb.com/news/news/v-pogone-za-iskusstvennym-intellektom-ktopobedit-v-globalnom-sorevnovanii/>

Однако внедрение в бизнес-процессы искусственного интеллекта не может быть универсальным решением всех проблем. Эффективность и точность алгоритмов искусственного интеллекта во многом зависят от качества и объема данных, а также от контекста их использования [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование алгоритмов искусственного интеллекта помогает обнаружить проблемные места в производственных процессах, анализируя данные о работе оборудования, производительности и затратах. Алгоритмы могут обнаруживать дефекты или несоответствия производственных процессов в режиме реального времени. Исправление выявленных дефектов повысит качество финальной продукции и минимизирует расходы.

Системы на основе машинного обучения помогают улучшить планирование и управление цепочками поставок на основе анализа информации о поставках, логистике и количестве товарных запасов. Это позволит анализировать затраты на сырье, трудозатраты и энергоресурсы для выявления возможностей для сокращения расходов и повышения рентабельности.

Алгоритмы машинного обучения помогут исследовать и анализировать рынки, определять потребительские тренды и выявлять возможности для разработки новых изделий, основываясь на предпочтениях потребителей.

Таким образом, использование машинного обучения в производстве открывает новые горизонты для повышения эффективности, улучшения качества и адаптивности процессов. Использование таких систем помогает компаниям реагировать на изменения рыночной среды, оптимизировать свои операции и поддерживать конкурентоспособность. В то время как технологии продолжают развиваться, роль машинного обучения в индустрии будет только возрастать.

Кроме того, любая система, если застывает в своем развитии, начинает отставать, деградировать. И в наше время, время сверхбыстрого развития информационных технологий способность системы соответствовать, адаптироваться к изменениям является ключевой.

В настоящее время практически все отрасли экономики и социальной сферы нуждаются в цифровых технологиях, которые позволят перевести бизнес-процессы в цифровую среду. Доля компаний, реализующих проекты цифровой трансформации, и объем инвестиций в реализацию таких проектов значительно увеличиваются, увеличивается и количество экспертов, а также развиваются их цифровые компетенции. Это внушает бизнесу позитивные надежды, связанные с повышением эффективности при использовании цифровых решений.

Для того чтобы компании, в том числе малые и средние предприятия, могли участвовать в цифровой трансформации, необходимо сократить разрыв между флагманами и отстающими.

Существуют значительные различия в масштабах и скорости внедрения цифровых технологий в различных секторах экономики. Снизить риск цифрового разрыва может помочь механизм поддержки в рамках национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации», который направлен на реализацию технологических приоритетов и внедрение цифровых технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Догучаева С. М.* Инновационное развитие искусственного интеллекта и машинного обучения в современной экономике // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2019. № 1. С. 136–138. EDN: ROCRDW

2. Мурзагалина Г. М., Китабанов А. Опыт применения искусственного интеллекта в производстве для повышения производительности и безопасности персонала // Московский экономический журнал. 2022. Т. 7. № 12. С. 474–482. DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_12_715

3. Положевец Е. В., Сыкеева И. Н. Из истории использования искусственного интеллекта // Вестник образовательного консорциума «Среднерусский университет». Информационные технологии. 2024. № 1(23). С. 52–54.

4. Стефанова Н. А., Сидорова Ю. В. Использование искусственного интеллекта для принятия управленческих решений // Вопросы устойчивого развития общества. 2020. № 2. С. 331–334. DOI: 10.34755/IROK.2020.45.31.021. EDN: INDGSX

5. Арзамасов Ю. Г. Комплексный подход к определению искусственного интеллекта // Вестник ВГУ. Серия: Право. 2022. № 3(50). С. 242–262.

6. Благовещенская М. М., Благовещенский И. Г., Назойкин Е. А., Крылова Л. А. Методика автоматической оценки качества пищевых изделий на основе теории искусственных нейронных сетей // Пищевая промышленность. 2015. № 2. С. 42–45. EDN: TKLVUN

7. Фроликов А. В., Трубин А. Е., Алексахин А. Н., Нечаев А. М. Перспективы и риски применения технологии искусственного интеллекта в корпоративном управлении // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. 2025. Т. 22. № 1(139). С. 198–208. DOI: 10.21686/2413-2829-2025-1-198-208

8. Рылов С. А., Холопов В. А., Благовещенский И. Г., Назойкин Е. А. Цифровые двойники систем автоматизации на базе промышленного интернета вещей с применением технологий виртуализации // Приборы. 2022. № 11(269). С. 27–31. EDN: HVMGYA

9. Алексахин А. Н., Алыменко М. А., Анисимов А. Ю. и др. Прикладные аспекты применения искусственного интеллекта и нейросетевых технологий. М.: Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 2024. 176 с. ISBN: 978-5-466-07072-9. EDN: DJPAKM

10. Анисимов А. Ю., Трубин А. Е., Алексахин А. Н. и др. Проблемы и перспективы внедрения информационных технологий в процесс подготовки кадров для цифровой экономики. М.: Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 2023. 170 с. ISBN: 978-5-466-03248-2. EDN: XHZQNI

11. Габалин А. В., Гребенюк Г. Г., Дорри М. Х. и др. Модели и методы анализа устойчивости критической инфраструктуры с применением цифрового двойника // Сборник научных трудов XXV Российской научной конференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями». Т. 1. Москва, 2022. С. 70–77. EDN: GPLSSR

12. Звонов А. О., Захаров А. В. Использование нейронной сети для автоматизации проектирования типовых технических объектов. В сборнике: Информационные технологии в науке и производстве. Материалы IX Всероссийской молодежной научно-технической конференции. Омск, 2022. С. 116–121. EDN: OINXLZ

13. Потяг В. С. Применение искусственного интеллекта как инструмент повышения экономической эффективности промышленного предприятия. Сборник научных трудов «Теория и практика управления в современных условиях» по итогам III Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 414–417. EDN: GZAQJI

14. Ребус Н. А. Проектирование и реализация компонентов интеллектуальной программной среды. В сборнике: Роль бизнеса в трансформации общества – 2023. Сборник материалов XVIII Международного конгресса (международной научно-практической конференции). М., 2023. С. 353–357. EDN: ZOEDLJ

15. Рылов С. А., Благовещенский И. Г., Кучумов А. В. и др. Архитектурная концепция разработки современных цифровых двойников на базе промышленного интернета вещей. Сборник научных докладов «Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности» III Международной специализированной конференции-выставки. Курск, 2022. С. 284–293.

REFERENCES

1. Doguchaeva S.M. Innovative development of artificial intelligence and machine learning in the modern economy. *RISK: Resursy, Informatsiya, Snabzheniye, Konkurentsia* [RISK: Resources, Information, Supply, Competition]. 2019. No. 1. Pp. 136–138. EDN: ROCRDW. (In Russian)
2. Murzagalina G.M., Kitabanov A. The experience of using artificial intelligence in production to increase productivity and staff safety. *Moskovskiy ekonomicheskii zhurnal* [Moscow Economic Journal]. 2022. Vol. 7. No. 12. Pp. 474–482. DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_12_715. (In Russian)
3. Polozhevets E.V., Sykeeva I.N. From the history of the use of artificial intelligence. *Vestnik obrazovatel'nogo konsortsiuma "Srednerusskiy universitet". Informatsionnyye tekhnologii* [Bulletin of the educational consortium Central Russian University. Information technology]. 2024. No. 1(23). Pp. 52–54. (In Russian)
4. Stefanova N.A., Sidorova Yu.V. The use of artificial intelligence for managerial decision-making. *Voprosy ustoychivogo razvitiya obshchestva* [Issues of sustainable development of society]. 2020. No. 2. Pp. 331–334. DOI: 10.34755/IROK.2020.45.31.021. EDN: INDGSX. (In Russian)
5. Arzamasov Yu.G. An integrated approach to the definition of artificial intelligence *Vestnik VGU* [Bulletin of the VSU]. Series: Law. 2022. No. 3(50). Pp. 242–262. (In Russian)
6. Blagoveshchenskaya M.M., Blagoveshchenskiy I.G., Nazoikin E.A., Krylova L.A. Method of automatic assessment of the quality of food products based on the theory of artificial neural networks. *The food industry*. 2015. No. 2. Pp. 42–45. EDN: TKLVUN. (In Russian)
7. Frolikov A.V., Trubin A.E., Aleksakhin A.N., Nechaev A.M. Prospects and risks of using artificial intelligence technology in corporate governance. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova* [Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics]. 2025. Vol. 22. No. 1(139). Pp. 198–208. DOI: 10.21686/2413-2829-2025-1-198-208. (In Russian)
8. Rylov S.A., Kholopov V.A., Blagoveshchenskiy I.G., Nazoikin E.A. Digital twins of automation systems based on the industrial Internet of Things using virtualization technologies. *Instrumentation*. 2022. No. 11(269). Pp. 27–31. EDN: HMVGYA. (In Russian)
9. Aleksakhin A.N., Alymenko M.A., Anisimov A.Yu. et al. *Prikladnyye aspekty primeneniya iskusstvennogo intellekta i neyrosetevykh tekhnologiy* [Applied aspects of artificial intelligence and neural network technologies]. Moscow: Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu "Rusayns", 2024. 176 p. ISBN: 978-5-466-07072-9. EDN: DJPAKM. (In Russian)
10. Anisimov A.Yu., Trubin A.E., Aleksakhin A.N. et al. *Problemy i perspektivy vnedreniya informatsionnykh tekhnologiy v protsess podgotovki kadrov dlya tsifrovoy ekonomiki* [Problems and prospects of introducing information technologies into the process of personnel training for the digital economy]. Moscow: Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu "Rusayns", 2023. 170 p. ISBN: 978-5-466-03248-2. EDN: XHZQNI. (In Russian)
11. Gabalin A.V., Grebenyuk G.G., Dorri M.Kh. et al. *Modeli i metody analiza ustoychivosti kriticheskoy infrastruktury s primeneniym tsifrovogo dvoynika* [Models and methods for

analyzing the stability of critical infrastructure using a digital twin]. *Sbornik nauchnykh trudov XXV Rossiyskoy nauchnoy konferentsii "Inzhiniring predpriyatiy i upravleniye znaniyami"*. Vol. 1. Moscow, 2022. Pp. 70–77. EDN: GPLSSR. (In Russian)

12. Zvonov A.O., Zakharov A.V. *Ispol'zovaniye neyronnoy seti dlya avtomatizatsii proyektirovaniya tipovykh tekhnicheskikh ob'yektov* [Using a neural network to automate the design of typical technical facilities]. V sbornike: *Informatsionnyye tekhnologii v nauke i proizvodstve* [Information technologies in science and production]. Materialy IX Vserossiyskoy molodezhnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Omsk, 2022. Pp. 116–121. EDN: OINXLZ. (In Russian)

13. Potyag V.S. *Primeneniye iskusstvennogo intellekta kak instrument povysheniya ekonomicheskoy effektivnosti promyshlennogo predpriyatiya* [The use of artificial intelligence as a tool to increase the economic efficiency of an industrial enterprise]. *Sbornik nauchnykh trudov "Teoriya i praktika upravleniya v sovremennykh usloviyakh" po itogam III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. St. Petersburg, 2024. Pp. 414–417. EDN: GZAQJI. (In Russian)

14. Rebus N.A. *Proyektirovaniye i realizatsiya komponentov intellektual'noy programmnoy sredy* [Design and implementation of components of an intelligent software environment]. V sbornike: *Rol' biznesa v transformatsii obshchestva – 2023* [The role of business in the transformation of society – 2023]. *Sbornik materialov XVIII Mezhdunarodnogo kongressa (mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii)*. Moscow, 2023. Pp. 353–357. EDN: ZOEDLJ. (In Russian)

15. Rylov S.A., Blagoveshchenskiy I.G., Kuchumov A.V. et al. *Arkhitekturnaya kontseptsiya razrabotki sovremennykh tsifrovyykh dvoynikov na baze promyshlennogo interneta veshchey* [An architectural concept for the development of modern digital twins based on the industrial Internet of Things]. *Sbornik nauchnykh dokladov "Fabrika budushchego: perekhod k peredovym tsifrovym, intellektual'nym proizvodstvennym tekhnologiyam, robotizirovannym sistemam dlya otrasley pishchevoy promyshlennosti" III Mezhdunarodnoy spetsializirovannoy konferentsii-vystavki*. Kursk, 2022. Pp. 284–293. (In Russian)

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Информация об авторах

Ребус Наталья Анатольевна, доцент кафедры цифровой экономики, Московский финансово-промышленный университет «Синергия»;

125315, Россия, Москва, Ленинградский проспект, 80, корп. Е;

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ);

125080, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, 11, корп. А;

nrebus@synergy.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3086-4200>, SPIN-код: 6143-4370

Благовещенский Иван Германович, д-р техн. наук, профессор кафедры информатики и вычислительной техники пищевых производств, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ);

125080, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, 11, корп. А;

drbl@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7862-680X>, SPIN-код: 7057-5071

Ратанова Ольга Валентиновна, доцент кафедры цифровой экономики, Московский финансово-промышленный университет «Синергия»;

125315, Россия, Москва, Ленинградский проспект, 80, корп. Е;

rov75@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9870-4636>, SPIN-код: 8543-6319

Мастяев Филипп Алексеевич, старший преподаватель кафедры цифровой экономики, Московский финансово-промышленный университет «Синергия»;

125315, Россия, Москва, Ленинградский проспект, 80, корп. Е;

raven128@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8012-8594>, SPIN-код: 5209-2449

Information about the authors

Natalia A. Rebus, Associate Professor of the Department of Digital Economics, Moscow Financial and Industrial University “Synergy”;

125315, Russia, Moscow, 80 Leningradsky avenue, building E;

Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH);

125080, Russia, Moscow, 11 Volokolamsk shosse, building A;

nrebus@synergy.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3086-4200>, SPIN-code: 6143-4370

Ivan G. Blagoveshchenskiy, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Computer Science and Computer Technology of Food Production, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH);

125080, Russia, Moscow, 11 Volokolamsk shosse, building A;

drbl@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7862-680X>, SPIN-code: 7057-5071

Olga V. Ratanova, Associate Professor of the Department of Digital Economics, Moscow Financial and Industrial University “Synergy”;

125315, Russia, Moscow, 80 Leningradsky avenue, building E;

rov75@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9870-4636>, SPIN-code: 8543-6319

Filipp A. Mastyaev, Senior Teacher of the Department of Digital Economics, Moscow Financial and Industrial University “Synergy”;

125315, Russia, Moscow, 80 Leningradsky avenue, building E;

raven128@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8012-8594>, SPIN-code: 5209-2449