

УДК 338.2

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы экономики (экономические науки)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И
ИНФРАСТРУКТУРНЫЕ ПРЕПЯТСТВИЯ
ВНЕДРЕНИЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ИИ В
РЕАЛИЗАЦИИ НАЦПРОЕКТА
«ЭКОНОМИКА ДАННЫХ И ЦИФРОВАЯ
ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОСУДАРСТВА»:
РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ**

Покровский Святослав Игоревич
Аспирант кафедры прикладной математики
spokrovskiy99@gmail.com

Шишкин Алексей Евгеньевич
Аспирант кафедры прикладной математики
aleksej.shishkin.02@gmail.com
*Университет «Синергия», Россия, Москва 129090,
Мещанская, д. 9/14, стр. 1*

В данном исследовании анализируются актуальные технологические и инфраструктурные препятствия, влияющие на внедрение генеративного искусственного интеллекта (ИИ) в рамках национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства». В работе рассматриваются ключевые риски и возможности их преодолению. К ИИ применяется концепция «Цикла зрелости технологий», подчеркивающая переход от завышенных ожиданий к объективной оценке после этапа коммерциализации. В последние годы интерес к ИИ значительно вырос как в России, так и в мире, о чем свидетельствует увеличение количества публикаций и инвестиций в этот сектор. ИИ способен оказать значительное положительное влияние на экономику стран, однако, развитие ИИ сопровождается финансовыми рисками и рисками безопасности. Катализатором рисков является высокий темп развития отрасли, приводящий к регулярному появлению как новых рисков, так и способов минимизации их негативного влияния. Исследование основано на библиографическом анализе и включает обзор международного и отечественного опыта в области ИИ. В ходе анализа рассмотрены основные технологические и инфраструктурные препятствия, такие как недостаток данных для обучения моделей и нехватка вычислительных мощностей. Сделан вывод о текущем положении отрасли в РФ в контексте реализации национальных проектов. Исследование демонстрирует, что на начало 2025 года в РФ, как и во всем мире, существуют серьезные и диверсифицированные по своей

UDC 338.2

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (economic sciences)

**TECHNOLOGICAL AND INFRASTRUCTURAL
OBSTACLES TO THE IMPLEMENTATION OF
GENERATIVE AI IN THE REALIZATION OF
THE NATIONAL PROJECT «DATA ECONOMY
AND DIGITAL TRANSFORMATION OF THE
STATE»: RISKS AND OPPORTUNITIES**

Pokrovskii Sviatoslav Igorevich
Graduate student of the Department of Applied
Mathematics
spokrovskiy99@gmail.com

Shishkin Alexey Evgenyevich
Graduate student of the Department of Applied
Mathematics
aleksej.shishkin.02@gmail.com
*Университет «Синергия», Россия, Москва 129090,
Мещанская, д. 9/14, стр. 1*

This study analyzes the current technological and infrastructural obstacles affecting the implementation of generative artificial intelligence (AI) within the framework of the national project «Data Economy and Digital Transformation of the State». The paper considers the key risks and opportunities to overcome them. The concept of the «Technology Maturity Cycle» applies to AI, emphasizing the transition from inflated expectations to objective assessment after the commercialization stage. In recent years, interest in AI has grown significantly both in Russia and globally, as evidenced by the increasing number of publications and investments in the sector. AI is capable of having a significant positive impact on the economies of countries, however, the development of AI is accompanied by financial and security risks. The catalyst for the risks is the high rate of development of the industry, which leads to the regular emergence of both new risks and ways to diminish their negative impact. The study is based on a bibliographic analysis and includes a review of international and domestic experiences in AI. The analysis considers the main technological and infrastructural obstacles, such as lack of data for model training and lack of computing power. The conclusion is made about the current state of the industry in the Russian Federation in the context of the implementation of national projects. The study demonstrates that at the beginning of 2025 in the Russian Federation, as in the rest of the world, there are major risks diversified in their nature which can complicate the implementation of AI within the framework of national projects - lack of computing power, infrastructure, specialized personnel, and others. However, at the same time, the Russian

природе риски, способные осложнить внедрение ИИ в рамках национальных проектов – нехватка вычислительных мощностей, инфраструктуры, профильных кадров и прочие. Однако, в то же время у РФ есть возможности к эффективному преодолению данных рисков за счет инвестиций в технологическое развитие и активного взаимодействия с частным ИТ-сектором

Ключевые слова: ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, ГЕНЕРАТИВНЫЕ МОДЕЛИ, ЦИФРОВИЗАЦИЯ

Federation has opportunities to effectively overcome these risks through investments in technological development and active cooperation with the private IT sector

Keywords: ARTIFICIAL INTELLIGENCE, GENERATIVE MODELS, DIGITALIZATION

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-210-044>

Введение

Согласно концепции «Цикла зрелости технологий» [22], каждое изобретение проходит через конкретные этапы психологического, нравственного, экономического, финансового, правового восприятия обществом. Завышенные ожидания вскоре после запуска технологии сменяются разочарованием, когда выясняется, что экономический эффект от изобретения был переоценен. В результате прохождения всей стадий коммерциализации того или иного инновационного продукта формируется точная оценка, что дает возможность максимизировать эффективность его применения различными субъектами экономики. Технология выходит на, так называемое, «плато продуктивности».

Положения данной концепции применимы, в том числе к одной из наиболее ярких и неоднозначных технологий современности – искусственному интеллекту, уровень интереса к которому прошедшие десятилетия снижался и повышался [51], однако, на сегодняшний день находится на пике своих значений (без учета перспективных прогнозных значений), что определяет актуальность представленного научного исследования [12].

В последние несколько лет фиксируется особенно сильное внимание к ИИ, со стороны государства, бизнеса, научного сообщества и населения. Согласно отчету Стэнфордского университета AI Index 2024 [24],

<http://ej.kubagro.ru/2025/06/pdf/44.pdf>

наблюдается значительный рост интереса со стороны бизнеса: увеличивается число новых стартапов, а также возрастают инвестиции в наиболее крупные компании, которые уже длительное время присутствуют на рынке. Одновременно возрастает интерес со стороны исследователей - возрастает публикационная активность по вопросам и проблемам применения искусственного интеллекта в различных сферах.

Аналогичные тенденции наблюдаются в области осуществления научно-исследовательских разработок не только за рубежом, но и в России. Так, исследователи лаборатории ИСИЭЗ НИУ ВШЭ представили аналитический отчет, в соответствии с которым в 2023 году как во всем мире, так и в России, количество публикаций в области ИИ выросло примерно в 1,3 раза по сравнению с прошлым годом [30].

Интерес общества к возможностям применения искусственного интеллекта также возрастает. Согласно данным сервиса «Вордстат» [17] от Яндекса, в 2023 году количество поисковых запросов на тему искусственного интеллекта выросло более чем в 2 раза, а в 2024-м году продолжился рост заинтересованности в данной тематике.

Таблица 1 - Количество запросов в Яндекс на тему «Искусственный интеллект» 2021-2024 г.

	2021	2022	2023	2024
Кол-во запросов, млн.	3,1	3,4	7,4	9,3
Динамика год к году, %	-	+11%	+117%	+25%

Развитие ИИ на российском рынке

Популярность ИИ обусловлена возможностями данных технологий в автоматизации рабочих задач и в частности - ускорении обработки данных [4, 10, 47]. Эти возможности подразумевают значительный потенциальный экономический эффект от применения ИИ как на уровне отдельных компаний, так и на макроэкономическом уровне, оказывая значительное влияние на экономику государства. Прогнозные данные подтверждают

данный тезис — согласно оценкам исследователей ИСИЭЗ, к 2030 году совокупный вклад в ВВП Российской Федерации от использования ИИ превысит 11 трлн рублей, с последующим ростом этого показателя более чем в четыре раза к 2035 году [8].

Государственные органы Российской Федерации принимают во внимание потенциальные преимущества искусственного интеллекта, и реализуют меры по развитию данного направления. Президент Российской Федерации 10 октября 2019 года утвердил Национальную стратегию развития искусственного интеллекта [33]. Также утверждён федеральный проект «Искусственный интеллект» [35]. Изначально проект входил в состав национального проекта «Цифровая экономика» [25], но с 2025 года он включён в национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» [26].

Отдельной задачей, установленной в рамках вышеуказанного национального проекта, является достижение «цифровой зрелости» государственного и муниципального управления, а также ключевых отраслей социальной сферы. Предполагается автоматизация значительной части транзакций на основе единых отраслевых цифровых платформ и модели управления, основанной на данных, с учётом ускоренного внедрения технологий обработки больших объёмов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта. К 2030 году планируется достичь значения данного показателя в 46,7% [26]. В данной статье внимание будет сосредоточено на данном показателе национального проекта. Согласно данным Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС), в январе 2025 года показатель достиг 15,51%, что составляет примерно треть от целевого значения [14].

Несмотря на значительный потенциал ИИ, реализация проектов в данном направлении связана с рисками. В первую очередь – финансовыми. Издержки разработки ИИ-моделей значительно возрастают в связи с

постоянным увеличением расходов на необходимое оборудование и найм сотрудников [19]. Одновременно с этим растет важность инвестиций в разработку новых способов обучения ИИ, способных повысить качество моделей и сократить стоимость дальнейшего использования внедренных ИИ-решений [49]. Помимо этого, растут затраты компаний на реформу бизнес-процессов с учетом внедрения инструментов на базе ИИ [52].

Второй категорией рисков, ограничивающих внедрении ИИ, являются угрозы безопасности. Исследователи обеспокоены централизацией хранения данных в процессе обучения ИИ, что увеличивает возможный ущерб от кибератаки на хранилища данных. Также, в фокусе внимания находится риск утечки данных из обучающей базы, при дальнейшем использовании разработанной модели – когда, выполняя поставленную задачу, при отсутствии ограничивающих её правил, ИИ-модель может раскрывать конфиденциальную информацию, на которой она была обучена. [41].

Резюмируя вышесказанное, в области ИИ фиксируется интенсивный прогресс, одной из черт которого является рост возможного влияния рисков и их диверсификация. В связи с этим, государственное управление развитием ИИ в Российской Федерации требует тщательного анализа рисков и изучения потенциальных возможностей в данной области.

Методы и материалы.

В исследовании использован метод библиографического анализа. Проведён анализ исследований, посвящённых результатам использования и разработки ИИ в различных странах. Оценено их соответствия текущему состоянию индустрии ИИ в России, и выделены наиболее значимые риски, связанные с развитием данной отрасли. Сведения о положении зарубежных ИИ индустрий были получены из отчетов по итогам масштабных профильных исследований и отдельных статей зарубежных исследователей. Часть данных была получена из новостных журналов,

публикующих интервью с ключевыми лицами зарубежной ИИ-индустрии. Информация о состоянии индустрии ИИ в РФ получена из профильных отчетов, официальных статистических ресурсов, а также интернет-страниц профильных государственных ведомств. По итогам анализа сформирована таблица «риск-возможности», структурирующая существующие способы преодоления ключевых рисков на пути внедрения ИИ в государственных проектах.

Можно выделить четыре основные группы препятствий, попадающих в фокус внимания иностранных исследователей внедрения ИИ:

1. Технологические;
2. Инфраструктурные;
3. Кадровые;
4. Финансовые.

В рамках данной работы будут рассмотрены технологические и инфраструктурные препятствия.

Результаты

Генеративный ИИ как драйвер популярности искусственного интеллекта.

Особенностью отрасли ИИ, несущей в себе как риски, так и возможности, является её значительная скорость развития. Каждый год выходит множество новых моделей, также появляются новые версии уже существующих – ChatGPT от Open AI, Llama от Meta, Gemini от Google и многие другие. Революцией, вызвавшей рост популярности ИИ, считается появление генеративных моделей, способных формировать тексты, фото и видео [36]. Далее в тексте они будут обозначаться как генеративный ИИ или GenAI.

Результат работы данных моделей понятнее человеку, по сравнению с абстрактными коэффициентами классических ML- и DS-моделей. В связи

с этим снижаются квалификационные требования для работы с ИИ и открываются широкие возможности по внедрению технологии в бизнес-процессы. Взрывной рост популярности искусственного интеллекта в 2023 году связывают с релизами новых версий модели ChatGPT от OpenAI в ноябре 2022 года [2]. На рисунке 1 представлена динамика по поисковым запросам от Google Trends [18]. В конце 2022 года начинают появляться запросы на тему «ChatGPT», в это же время впервые появляются запросы на тему генеративного ИИ. Одновременно с этим значительно растет интерес к теме искусственного интеллекта в принципе – количество запросов на тему «AI» начинает расти, увеличиваясь в два раза к первому кварталу 2023 года. Тема «GenAI» за тот же период демонстрирует восьмикратный рост популярности.

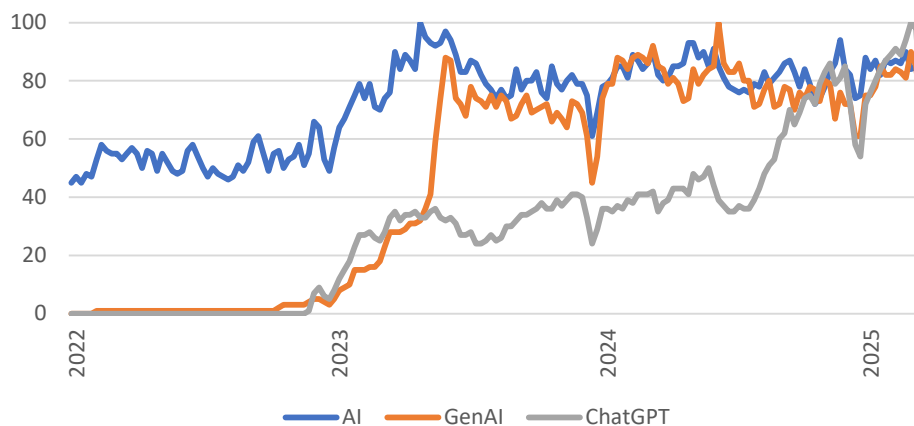


Рисунок 1 - Динамика запросов Google Trends на темы «AI», «GenAI» и «ChatGPT»

Подсчет корреляций между показателями популярности показывает, что количество запросов на тему искусственного интеллекта сильно коррелирует как с интересом к GenAI (0,85), так и с популярностью запросов о ChatGPT (0,76). Более того, специалисты в данной области также отдают приоритет языковым моделям, являющимся генеративным ИИ. Так, например, руководитель ИИ-направления одного из крупнейших

ИТ-холдингов РФ Т1 Сергей Голицын, рассуждая о потенциале развития РФ в ИИ, особенно выделяет роль языковых моделей [16]. В связи с высокой популярностью генеративного искусственного интеллекта, а также учитывая потенциальное влияние данного инструмента на экономику, проводя исследование в рамках текущей статьи, мы сфокусируем внимание именно на нём.

Технологические препятствия – нехватка данных для ИИ.

Под технологическими препятствиями мы понимаем фундаментальные ограничения технологий ИИ, затрудняющие их внедрение в бизнес-процессы. В рамках данной группы препятствий выделяются две подгруппы: проблемы, связанные с данными, используемыми в обучении ИИ, и проблемы, возникающие из-за особенностей технологий ИИ.

В первую очередь кратко опишем принцип работы LLM-модели. На этапе обучения модель исследует математические закономерности в текстах из обучающей базы. Затем, обученная модель, в процессе работы получая на вход текстовый запрос, преобразует его в числовые последовательности и формирует ответ – текст, связанный с запросом закономерностями, выведенными моделью на этапе обучения [7, 39]. Точность ответов данной системы возможно повысить за счет увеличения объема обучающих данных, что позволит LLM зафиксировать большее число закономерностей формирования текстов. Данный способ совершенствования моделей сыграл важную роль в разработке наиболее известных ИИ-решений на рынке, несмотря на высокую сложность реализации. Так, модель ChatGPT 4.0, по оценкам экспертов, значительно превосходит ChatGPT 3.5 в точности [21], однако, в то же время, общий объем данных для обучения модели 4.0 составил 1 петабайт - в 22 раза больше одного у версии 3.5 [20].

Иностранные исследователи считают наличие данных критически важным фактором в разработке LLM [50]. В то же время, согласно опросу, проведенному Deloitte, более 30% компаний обеспокоены возможной нехваткой достаточного количества данных для дальнейшего развития экономически эффективных ИИ-инструментов [55].

Говоря об обеспеченности отечественных ИИ-разработок достаточным количеством данных, обратим внимание на существующие в РФ государственные информационные системы (далее – ГИС), работа которых предполагает сбор и систематизированное хранение значительных объемов данных. Примером подобной системы является портал «Госуслуги» [6], позволяющий гражданам решать различные вопросы в формате «единого окна». В 2024 году количество пользователей портала достигло 112 млн. человек [45]. Это позволяет выдвигать утверждения о значительной степени цифровизации взаимодействия граждан и государственных органов и служб.

Высокий уровень цифровизации в данной сфере формируется в условиях стандартизированного развития государственных ИТ-систем. В рамках федерального проекта «Цифровые платформы в отраслях социальной сферы» разрабатываются единые отраслевые платформы, объединяющие более 4 тысяч ГИС [11]. Данное решение упрощает обмен информацией между системами, что позволяет эффективно формировать объемные базы данных. В рамках федерального планируется создание 500 наборов данных из различных отраслей [26]. Можно утверждать, что развитие ИИ-решений в РФ идет одновременно с совершенствованием информационных систем, способных быть источником данных для обучения новых ИИ-моделей.

В то же время, требования к объемам данных для обучения LLM растут в геометрической прогрессии. Ряд исследователей ИИ выдвигают гипотезы, что, при текущих темпах роста потребности ИИ-моделей в

данных, все существующие в мире данные будут использованы к 2030 году [9]. В настоящее время в научном сообществе рассматриваются два ключевых подхода к решению данной проблемы – генерация синтетических данных и совершенствование алгоритмов обучения ИИ.

Подход генерации данных предполагает использование обученной LLM для расширения обучающих баз данных за счет формирования новых записей, искусственно созданных моделью, по образцу реальных наблюдений [28]. Данный подход связан с риском наследования ошибок дочерними моделями. Неточности в исходной LLM могут привести к появлению некорректной информации в базах, на которых планируется обучать следующие поколения / альтернативные версии моделей. Подобные ошибки будут восприняты новыми LLM как корректные обучающие примеры, что приведет к снижению точности в определенных сценариях использования моделей [31].

Совершенствование алгоритмов обучения ИИ, в контексте данной темы, нацелено на поиск и внедрение новых подходов, способных значительно сократить объемы данных, требуемые для обучения модели [43]. Уже в 2020 году исследователи создавали «малые языковые модели» (SLM), которые несмотря на небольшой объем обучающих данных, демонстрировали относительно высокую точность ответов в строго определенных ситуациях [46]. С развитием точности LLM, данный подход сохранил эффективность – в 2023 году исследователи Microsoft Research создали SLM, в отдельных задачах достигающую показателей моделей в 25 раз более объемных [13].

Несмотря на отсутствие неопровержимых доказательств возможного исчерпания данных для обучения ИИ-моделей в будущем, данный вопрос важно сохранять в фокусе государственного внимания, как одно из ключевых потенциальных ограничений ИИ и учитывать это в планировании НИОКР, предоставляя финансирование разработкам,

сфокусированным на эффективном использовании данных в разработке и использовании ИИ.

Технологические препятствия – безопасность данных.

Разработка ИИ-инструментов подразумевает централизованное хранение данных, необходимых для обучения моделей. Данный факт выступает катализатором рисков связанных с кибербезопасностью, поскольку взлом баз данных, используемых в разработке ИИ, может привести как к утечкам конфиденциальных данных, так и к искажению содержания обучающих баз, что неизбежно отразится на качестве итоговых ИИ-моделей. В связи с этим, в рамках оценки препятствий реализации национального проекта, важно также учитывать возможности и риски по данному направлению.

В рамках национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства» зафиксированы требования к инфраструктуре кибербезопасности, а также к аудиту безопасности ключевых государственных информационных систем. Также, в 2025 году продолжается реализация проекта «Подготовка кадров в области информационной безопасности» [29]. Однако, вопрос обеспеченности кадрами продолжает оставаться потенциальным источником рисков для экономики, поскольку рост числа профильных специалистов отстает от темпов увеличения потребности в данной категории кадров [27].

Технологические препятствия – надежность ИИ как инструмента.

В отдельную группу выделяются риски, связанные с надежностью прикладных решений на основе искусственного интеллекта. Как и любой другой инструмент, LLM обладает работает с определенной точностью, отражающей долю достоверных ответов модели на введенные запросы. Ошибки в ответах ИИ возникают в следствие особенности работы алгоритмов модели, названной исследователями «галлюцинациями». В

случаях, когда LLM не смогла найти точный ответ на заданный ей вопрос или решить поставленную задачу не получилось, модель генерирует ответ, согласно её внутренним метрикам, наиболее приближенный к корректному. Алгоритм позволяет на основании существующих данных синтезировать решения типовых, однако не полностью идентичных задач. В то же время, данный подход может приводить к генерации моделью абсолютно недостоверной информации [3]. Данная особенность алгоритмов является фактором риска сама по себе. Более того, избежание данного риска затруднено другой отличительной чертой ИИ – «проблемой черного ящика». Суть данной проблемы заключается в том, что, хоть ответы LLM значительно проще интерпретировать в сравнении с классическими ML-моделями, они, в то же время, обладают фундаментальным ограничением всех ИИ-решений – разложить по шагам алгоритм работы обученного ИИ значительно труднее. В следствие, ответ на вопрос «Почему модель рассчитала подобный результат?» практически невозможен в случае с LLM [37]. Однако, изучаются способы решения данной проблемы. Так, исследователи из Anthropic нашли способ строить «схемы мыслей» ИИ, определяя ход решения проблемы моделью за счет внедрения в архитектуру нейросети интерпретируемый элементов [5]. В связи с этим, можно предполагать, что «проблема черного ящика» постепенно перестает быть серьезным препятствием в разработке ИИ. Это, в свою очередь, позволяет с осторожным оптимизмом рассчитывать на активное развитие решений по преодолению проблемы галлюцинаций в LLM в ближайшем будущем.

Оценка надежности работы LLM проводится с использованием специализированных тестов – наборов вопросов, созданных специально, со строгим соблюдением ключевого условия – отсутствия заимствований из источников, которые могли быть использованы для обучения моделей. Это необходимо чтобы оценить способность модели к синтезу ответов при

отсутствии в её обучающей базе готовых решений. Ключевая сложность, связанная с подготовкой подобных тестов, заключается в значительных темпах развития ИИ-моделей. Исследователи высказывают предположения, что ИИ стремительно приближается к уровню AGI – соответствию и превышению возможностей человека. [44]. От момента разработки теста до создания моделей, решающих его с крайне высокой точностью, в настоящее время проходит не более года. В связи с этим, важным условием эффективного развития прикладных ИИ-решений, является оперативная разработка новых бенчмарков, корректно оценивающих качество новых поколений моделей ИИ [48, 42].

Обеспечение реализации национального проекта, требует государственной стандартизации оценки качества разработок в сфере ИИ. Оценим существующие в РФ возможности в данном направлении.

Принята политика стандартизации в сфере искусственного интеллекта, включающая в себя требования, разработанные в соответствии с программой Росстандарта [34]. С целью повышения эффективности работы по разработке стандартов, сформирован комитет по стандартизации №164 «Искусственный интеллект», в состав которого входят как государственные органы, так и профильные компании.

Иными словами, можно утверждать, что в РФ сформированы методологии для минимизации рисков, связанных с высокими темпами развития искусственного интеллекта.

Инфраструктурные препятствия.

Эффективное внедрение ИИ в бизнес-процессы может осложняться наличием также инфраструктурных препятствий. Под «инфраструктурой» мы понимаем наличие оборудования, необходимого для обучения модели, а также для её последующего эффективного применения в рабочих задачах.

Инфраструктурные препятствия – обучение моделей.

Разработка LLM требует масштабной инфраструктуры, включающей в себя, во-первых, значительные вычислительные мощности, обеспеченные процессорами GPU, и во-вторых, достаточно объемные хранилища данных, для размещения необходимой в процессе обучения модели информации.

Оценим объемы вычислительных мощностей, находящиеся в доступе крупных иностранных компаний, и сравним их с кластерами, построенными ИТ-компаниями в РФ для формирования приблизительной оценки готовности российской ИТ-индустрии к решению актуальных задач в сфере ИИ. Частные компании выбраны в качестве объекта сравнения по причине того, что реализация национальной стратегии предполагает активное сотрудничество государства с крупнейшими отечественными ИТ-компаниями и использование их вычислительных мощностей для реализации задач в рамках национальных проектов [23].

Наиболее современной, используемой в обучении ИИ, моделью GPU является чип H100, разработанный компанией NVIDIA. Оценивая масштабы собственных вычислительных кластеров в количестве чипов, иностранные компании чаще всего говорят об этой модели. Количество данных чипов в наиболее крупных кластерах частных компаний на первый квартал 2025 года составляет:

- xAI – 200,000 GPU [54]
- Meta – 350,000 GPU [53]
- OpenAI - 720,000 GPU [56]

Для сравнительной оценки потенциала российской ИТ-сферы рассмотрим суперкомпьютеры Яндекса, как наиболее мощные в РФ. Согласно последним опубликованным официальным данным на 2021 год, Яндекс обладает тремя суперкомпьютерами в следующих комплектациях

(на 2021 год вместо чипов H100 использовались менее производительные NVIDIA A100) [32]:

- Червоненкис – 1592 GPU
- Галушкин – 1088 GPU
- Ляпунов – 1096 GPU

В 2021 году, каждый из описанных выше суперкомпьютеров входил в топ-40 мощнейших суперкомпьютеров мира. Червоненкис, мощнейший из трех, занимал 19 место [57]. Учитывая различие во временных интервалах сбора данных – 2025 год для иностранных кластеров и 2021 год для отечественных – некорректно использовать полученную информацию для прямого сравнения вычислительных мощностей. Однако, рейтинг суперкомпьютеров регулярно обновляется и на ноябрь 2024 года Червоненкис оставался в рейтинге, занимая 60ое место с учетом отсутствия обновления информации о своей комплектации при обновлении оной у других компьютеров в рейтинге [58]. Рост популярности GenAI начался позже 2021 года и способствовал увеличению вычислительных кластеров крупнейших IT-компаний по всему миру. В связи с этим, есть основания положительно оценивать готовность российской IT-индустрии к реализации задач, поставленных государством в рамках национальных проектов.

Инфраструктурные препятствия – хранение данных.

Вопрос хранения данных является одним из ключевых в работе с ИИ как на этапе разработки модели, так и на этапах её использования в бизнес-процессах. Согласно исследованию AI in Action, иностранные компании рассматривают два способа обеспечения необходимой инфраструктурой – построение собственных локальных хранилищ данных и аренда облачной инфраструктуры. Первый подход является намного более дорогим и сложным в реализации, однако позволяет обеспечить более высокий уровень безопасности системы и упрощает прогнозирование её

отказоустойчивости. Аренда облачных решений, в свою очередь, минимизирует расходы, а также упрощает возможное дальнейшее масштабирование инфраструктуры.

Требования к безопасности в государственном секторе, вероятнее всего, исключают использование облачных хранилищ данных, оставляя единственным решением использование государственными компаниями собственной инфраструктуры. В связи с этим важным является вопрос инфраструктурной обеспеченности государственных компаний на данный момент и потенциал дальнейшего развития в этом направлении. Согласно результатам исследования K2 Нейротех, 51% российских компаний не обладают необходимой для внедрения ИИ инфраструктурой [1]. В государственных организациях наблюдаются более негативные результаты. Согласно аналитическому докладу ВШГУ и РАНХиГС 69% исследованных федеральных органов исполнительной власти (далее – ФОИВ) не обладают инфраструктурой для использования ИИ [15]. Улучшение ситуации, однако, возможно за счет взаимодействия государства с ИТ-компаниями через тендерные закупки строительства хранилищ данных, а также их запуска и интеграции в бизнес-процессы государственных компаний. Также, важно отметить, что, несмотря на общий невысокий уровень готовности ФОИВ ко внедрению ИИ, отдельные организации активно внедряют данные инструменты в свои процессы и развивают соответствующую архитектуру.

В связи с этим, можно предположить, что отдельные ФОИВ к 2030 году будут обладать необходимой инфраструктурой для эффективного использования ИИ. Однако, важным вопросом остается повышение доступности ИИ для государственных организаций.

Инфраструктурные препятствия – локальный запуск ИИ-моделей.

Важным рискогенным фактором при работе с ИИ являются высокие требования к аппаратному обеспечению для эффективной работы готового

ИИ-инструмента. Недостаточное развитие соответствующей инфраструктуры в отдельных государственных компаниях и органах власти является серьезным препятствием для локального запуска обученных ИИ-моделей.

Возможным решением может быть фокусировка на использовании малых языковых моделей (SLM). Развитие методологии обучения ИИ позволило создавать модели, демонстрирующие эффективность на уровне LLM при значительно меньших расходах на обучение и внедрение в бизнес-процессы. Фундаментальным ограничением SLM является специализация, которую можно определить следующим образом – высокая эффективность при малом объеме данных для обучения, достигается за счет качественного подбора данных по конкретной тематике, соответствующей конечной цели использования SLM [38]. Повысить точность итоговой модели возможно за счет использования метода дистилляции – разработки SLM с использованием обученной LLM, в ходе которой SLM изучает принцип поведения более крупной модели и воспроизводит его [40]. Иными словами, разработка качественных ИИ для нужд государственных компаний требует наличия экспертизы и ресурсов для создания специализированных баз данных для обучения, а итоговый результат разработки зависит от доступности качественных LLM.

Как и в случае с обеспечением хранилищами данных, в вопросе разработки SLM существуют значительные возможности для взаимодействия государства с отечественными ИТ-Компаниями, которые, в рамках тендера, могут использовать свою экспертизу для оценки контуров специализации требуемой модели, разработки и внедрения готового инструмента в бизнес-процессы заказчика.

В таблице 2 представлены агрегированные препятствия внедрения ИИ и возможные риски, связанные с ними, также описываются существующие возможности по преодолению описанных рисков. Данная

таблица помогает систематизировать препятствия, риски и возможности, связанные с внедрением искусственного интеллекта в бизнес-процессы государственных компаний в рамках национальных проектов. Систематическая работа по оценке рисков и возможностей в данном направлении может способствовать более эффективному развитию и интеграции ИИ в различные сферы экономики и государственного управления.

Таблица 2 – Риски и возможности при внедрении ИИ в рамках национальных проектов

Технологические препятствия	
Риски	Возможности
Нехватка данных для обучения ИИ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Централизация ГИС, и формирование единых цифровых платформ, хранящих профильные данные по отраслям. 2. Использование генеративного ИИ для дополнения обучающих баз данных. 3. Совершенствование технологий обучения ИИ с фокусом на использование меньших объемов данных.
Угрозы безопасности данных	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение регулярных аудитов безопасности ключевых ГИС. 2. Развитие программ по подготовке кадров в области информационной безопасности.
Неточности ИИ как инструмента	<ol style="list-style-type: none"> 1. Совершенствование технологий построения ИИ-моделей, позволяющее точнее оценивать результат их работы. 2. Регулярная разработка актуальных бенчмарков для оценки качества новых ИИ-моделей. 3. Оперативная работа комитета по стандартизации ИИ.
Инфраструктурные препятствия	
Высокие издержки обучения моделей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Значительные вычислительные мощности кластеров отечественных ИТ-компаний. 2. Сотрудничество государства с ИТ-компаниями в вопросе разработки ИИ-решений.
Высокие требования к инфраструктуре хранения данных	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение государственных тендеров на постройку локальных хранилищ данных для ИИ для государственных компаний. 2. Обучение сотрудников государственных компаний поддержанию работы хранилищ данных на базе программ корпоративного обучения ИТ-компаний.
Сложности с локальным запуском ИИ-моделей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение государственных тендеров на разработку локальных SLM-моделей, разработанных на базе LLM ИТ-компаний.

Заключение

Проведенный анализ современных тенденций и препятствий в области внедрения искусственного интеллекта (ИИ) демонстрирует значительную динамику в данной области, приводящую к регулярному возникновению как новых рисков, так и новых инструментов, направленных на их преодоление.

Основные технологические и инфраструктурные препятствия внедрения ИИ в бизнес-процессы, выявленные в ходе исследования, включают возможную нехватку данных для обучения моделей ИИ, угрозы безопасности данных и надежности инструментов ИИ, а также недостаточное развитие необходимой инфраструктуры для обучения и внедрения ИИ-моделей.

Несмотря на значимость данных рисков, существуют возможности как избегать их возникновения, так и преодолевать. Развивается централизация государственных информационных систем (ГИС). Появляются технологии синтеза данных для обучения ИИ-моделей, а также внедряются новые алгоритмы, сокращающие требования ИИ к объемам данных. Проводятся регулярные аудиты безопасности профильных ведомств и ведется подготовка кадров в области информационной безопасности. Это позволяет говорить о снижении возможного негативного влияния технологических препятствий внедрения ИИ. В то же время эффект инфраструктурных препятствий может быть значительно снижен при взаимодействии государства с частным ИТ-сектором в задачах разработки ИИ-моделей и формирования требуемой для их работы инфраструктуры.

Реализуя внедрение ИИ в бизнес-процессы в рамках национальных проектов, государству важно проводить регулярный анализ существующих тенденций в данном направлении с целью наиболее полной оценки существующих ограничений и возможностей. В рамках данной статьи

произведен анализ, актуальный для первого квартала 2025 года. Фундаментальным ограничением работы является быстрое устаревание результатов в свете появления новых ИИ-технологий. В последующих исследованиях рисков внедрения ИИ данная работа может быть использована в качестве теоретического фундамента, подсвечивая важные для анализа направления.

Литература

1. 51% российских компаний не готовы к внедрению ИИ [Электронный ресурс]: K2TECH. – Режим доступа: https://k2.tech/press_releases/51-rossijskih-kompanij-ne-gotovy-k-vnedreniyu-iskusstvennogo-intellekta/
2. ChatGPT: от исследовательского фонда до коммерческого проекта [Электронный ресурс]: Ведомости. – Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2024/12/21/1080941-chatgpt-ot-issledovatel'skogo-fonda>
3. Азамфирей, Р., Кудчадар, С. Р., Факлер, Дж. Большие языковые модели и опасности их галлюцинаций // *Critical Care*. 2023. Т. 27. № 1. С. 120.
4. Альхосани, К., Альхашми, С. М. Возможности, вызовы и преимущества инноваций ИИ в государственных услугах: обзор // *Discover Artificial Intelligence*. 2024. Т. 4. № 1. С. 18.
5. Амейзен, и др. «Трассировка схем: Раскрытие вычислительных графов в языковых моделях», *Transformer Circuits*, 2025.
6. Аронова, Ж. С., Козлова, А. В. Особенности оказания государственных услуг гражданам Российской Федерации через единый портал государственных и муниципальных услуг Госуслуги.ру // *Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных*. 2017. С. 663-670.
7. Бриганти, Г. Как работает ChatGPT: краткий обзор // *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2024. Т. 281. № 3. С. 1565-1569.
8. ВВП наполнят интеллектом тренды [Электронный ресурс]: Коммерсантъ. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/7564465>
9. Вильябос, П. и др. Позиция: Закончатся ли у нас данные? Пределы масштабирования LLM на основе данных, созданных человеком // *Forty-first International Conference on Machine Learning*. 2024.
10. Гёкчеарслан, С., Тосун, Ч., Эрдимир, З. Г. Преимущества, вызовы и методы использования чат-ботов искусственного интеллекта в образовании: систематический обзор литературы // *International Journal of Technology in Education*. 2024. Т. 7. № 1. С. 19-39.
11. ГИС уедут на платформах. Правительство РФ намерено свести более 4000 ГИС в цифровые платформы [Электронный ресурс]: ComNews. – Режим доступа: <https://www.comnews.ru/content/238038/2025-03-03/2025-w10/1007/gis-uedut-platformakh-pravitelstvo-rf-namereno-svesti-bolee-4000-gis-cifrovye-platformy>
12. Дедехаир, О., Штайнерт, М. Модель цикла завышенных ожиданий: обзор и перспективы // *Technological Forecasting and Social Change*. 2016. Т. 108. С. 28-41.
13. Джавахерипи, М. и др. Phi-2: Удивительная мощь малых языковых моделей // *Microsoft Research Blog*. 2023. Т. 1. № 3. С. 3.

14. Значение показателя «Достижение «цифровой зрелости» государственного и муниципального управления и ключевых отраслей социальной сферы, предполагающей автоматизацию 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» [Электронный ресурс]: Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: <https://fedstat.ru/indicator/62856#>
15. Индекс зрелости искусственного интеллекта федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации: Аналитический доклад. Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. 2024.
16. Каждая третья компания не может найти нужные ИИ-решения на ИТ рынке [Электронный ресурс]: IT Channel News. – Режим доступа: <https://www.novostiitkanala.ru/news/detail.php?ID=183305>
17. Количество поисковых запросов на тему «Искусственный интеллект» [Электронный ресурс]: Яндекс Вордстат. – Режим доступа: <https://tinyurl.com/vt4zhw8h>
18. Количество поисковых запросов на темы «AI», «GenAI» и «ChatGPT» [Электронный ресурс]: Google trends. – Режим доступа: <https://trends.google.com/trends?geo=RU&hl=ru>
19. Котье, Б. и др. Растущие издержки на обучение передовых моделей ИИ // arXiv preprint arXiv:2405.21015. 2024.
20. Лейжур, С. К. Предостережение: ChatGPT не знает, что вы задаете, и не знает, что он отвечает // The Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics. 2024. Т. 29. № 5. С. 558-560.
21. Лим, З. У. и др. Оценка результатов работы крупных языковых моделей для миопической помощи: сравнительный анализ ChatGPT-3.5, ChatGPT-4.0 и Google Bard // EBioMedicine. 2023. Т. 95. №1.
22. Линден, А. и др. Понимание циклов завышенных ожиданий Гартнера // Strategic Analysis Report. 2003. Т. 88. С. 1423.
23. Максуд Шадаев: Государственный суперкомпьютер для ИИ не нужен, Сбер и «Яндекс» обеспечат рынок мощностями за свой счёт [Электронный ресурс]: TAdviser. – Режим доступа: <https://tinyurl.com/4bcjfaws>
24. Маслей, Н., Фатторини, Л., Перро, Р., Парли, В., Реуль, А., Бриньольфон, Э., Этхеманди, Дж., Лигетт, К., Лайонс, Т., Маника, Д., Ниеблес, Х. К., Шохам, Й., Вальд, Р., Кларк, Дж. The AI Index 2024 Annual Report. Stanford University, 2024.
25. Национальный проект «Цифровая экономика» [Электронный ресурс]: Официальный сайт АНО «Национальные проекты». – Режим доступа: <https://xn--80aarpmpemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/tsifrovaya-ekonomika/>
26. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» [Электронный ресурс]: Официальный сайт правительства Российской Федерации. – Режим доступа: <http://government.ru/rugovclassifier/923/about/>
27. Нехватка кадров в ИБ: корни проблемы и пути решения [Электронный ресурс]: kaspersky daily. – Режим доступа: <https://www.kaspersky.ru/blog/cybersecurity-talent-shortage/38295/>
28. Пенг, Л., Чжан, Й., Шанг, Дж. Генерация эффективных обучающих данных с использованием манипуляции атрибутами на основе LLM // arXiv preprint arXiv:2307.07099. 2023.
29. Проект «Подготовка кадров в области информационной безопасности» [Электронный ресурс]: Официальный сайт Минцифры. – Режим доступа:

<https://digital.gov.ru/activity/it-obrazovanie/podgotovka-kadrov-v-oblasti-informacionnoj-bezopasnosti>

30. Публикационная активность в области ИИ: основные тренды [Электронный ресурс]: ИСИЭЗ. – Режим доступа: <https://issek.hse.ru/news/954002759.html>

31. Росси, Л., Харрисон, К., Шкловски, И. Проблемы использования данных, сгенерированных LLM в социальных научных исследованиях // Sociologica. 2024. Т. 18. № 2. С. 145-168.

32. Суперкомпьютеры Яндекса [Электронный ресурс]: Яндекс. – Режим доступа: <https://yandex.ru/supercomputers?ysclid=m9luo8spi8556315509>

33. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» тренды [Электронный ресурс]: Официальный интернет-портал правовой информации. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003>

34. Утверждена программа стандартизации в области искусственного интеллекта. [Электронный ресурс]: Официальный сайт Росстандарта. – Режим доступа: https://www.gost.ru/portal/gost/home/presscenter/news?portal:isSecure=true&navigationalstate=JBPNS_rO0ABXczAAZhY3Rpb24AAAABAA5zaW5nbGVOZXdzVmllldwACaWQAAAABAQ3NDM4AAdfX0VPR19f&portal:componentId=88beae40-0e16-414c-b176-d0ab5de82e16

35. Федеральный проект «Искусственный интеллект» [Электронный ресурс]: Министерство экономического развития Российской Федерации. Режим доступа: https://www.economy.gov.ru/material/directions/fed_proekt_iskusstvennyu_intellekt/

36. Фейррейгель, С. и др. Генеративный ИИ // Business & Information Systems Engineering. 2024. Т. 66. № 1. С. 111-126.

37. фон Эшенбах, В. Дж. Прозрачность и проблема черного ящика: почему мы не доверяем ИИ // Philosophy & Technology. 2021. Т. 34. № 4. С. 1607-1622.

38. Фу, Ю. и др. Специализация малых языковых моделей для многошаговых рассуждений // International Conference on Machine Learning. PMLR, 2023. С. 10421-10430.

39. Хан, Ч., Джи, Х. Механизм вычислений за позицией обобщения в LLM // arXiv preprint arXiv:2503.13305. 2025.

40. Хо, Н., Шмид, Л., Юн, С. Ю. Большие языковые модели – это наставники в рассуждениях // arXiv preprint arXiv:2212.10071. 2022.

41. Ху, Й. и др. Безопасность искусственного интеллекта: угрозы и меры противодействия // ACM Computing Surveys (CSUR). 2021. Т. 55. № 1. С. 1-36.

42. Хэ, Ч. и др. OlympiadBench: Сложный бенчмарк для продвижения AGI с олимпиадного уровня билингвальных мультимодальных научных задач // arXiv preprint arXiv:2402.14008. 2024.

43. Чен, Х. и др. Возможно нужно всего 0.5% данных: предварительное исследование настройки инструкций на низких объемах обучающих данных // arXiv preprint arXiv:2305.09246. 2023.

44. Чжун, Т. и др. Оценка OpenAI O1: Вызовы и возможности AGI // arXiv preprint arXiv:2409.18486. 2024.

45. Число пользователей портала Госуслуг достигло 112 млн [Электронный ресурс]: Интерфакс. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/russia/997759>

46. Шик, Т., Шютце, Х. Важен не только размер: малые языковые модели тоже могут быть обучены на нескольких примерах // arXiv preprint arXiv:2009.07118. 2020.

47. Элүфиойе, О. А. и др. Предиктивная аналитика на основе ИИ в цепочках поставок сельского хозяйства: обзор // Computer Science & IT Research Journal. 2024. Т. 5. № 2. С. 473-497.
48. Юй, Х. и др. МММу: Большой бенчмарк для многодисциплинарного мультимодального понимания и логической оценки для экспертных AGI // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2024. С. 9556-9567.
49. AAAI 2025 Presidential panel on the Future of AI Research [Электронный ресурс]: Association for the advancement of artificial intelligence. – Режим доступа: <https://aaai.org/wp-content/uploads/2025/03/AAAI-2025-PresPanel-Report-FINAL.pdf>.
50. AI in Action: Beyond Experimentation to Transform Industry. AI Governance Alliance. 2025.
51. Artificial intelligence is losing hype [Электронный ресурс]: The Economist. – Режим доступа: <https://www.economist.com/finance-and-economics/2024/08/19/artificial-intelligence-is-losing-hype>
52. Big Tech is betting on AI but US workers aren't biting, survey suggests [Электронный ресурс]: Business Insider. – Режим доступа: <https://www.businessinsider.com/ai-adoption-worker-survey-big-tech-spending-2025?IR=T>.
53. Building Meta's GenAI Infrastructure [Электронный ресурс]: Engineering at Meta. – Режим доступа: <https://tinyurl.com/2sa9fwu8>
54. Grok 3 Beta — The Age of Reasoning Agents [Электронный ресурс]: xAI News. – Режим доступа: <https://x.ai/news/grok-3>
55. Now decides next: Generating a new future. Deloitte's State of Generative AI in the Enterprise Quarter four report // Deloitte. 2025.
56. OpenAI Sora video tool large-scale deployment uses 720,000 NVIDIA H100 GPUs worth \$21.6 billion [Электронный ресурс]: TweakTown. – Режим доступа: <https://www.tweaktown.com/news/97140/openai-sora-video-tool-large-scale-deployment-uses-720-000-nvidia-h100-gpus-worth-21-6-billion/index.html>
57. TOP500 LIST – NOVEMBER 2021 [Электронный ресурс]: TOP500. – Режим доступа: <https://www.top500.org/lists/top500/list/2021/11/>
58. TOP500 LIST. Chervonenkins [Электронный ресурс]: TOP500. – Режим доступа: <https://www.top500.org/system/180029/>

References

1. 51% rossijskih kompanij ne gotovy k vnedreniyu II [Elektronnyj resurs]: K2TEH. – Rezhim dostupa: https://k2.tech/press_releases/51-rossijskih-kompanij-ne-gotovy-k-vnedreniyu-iskusstvennogo-intellekta/
2. ChatGPT: ot issledovatel'skogo fonda do kommercheskogo proekta [Elektronnyj resurs]: Vedomosti. – Rezhim dostupa: <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2024/12/21/1080941-chatgpt-ot-issledovatel'skogo-fonda>
3. Azamfirej, R., Kudchadkar, S. R., Fakler, Dzh. Bol'shie yazykovye modeli i opasnosti ih gallyucinacij // Critical Care. 2023. Т. 27. № 1. С. 120.
4. Al'hosani, K., Al'hashmi, S. M. Vozможности, vyzovy i preimushchestva innovacij II v gosudarstvennyh uslugah: obzor // Discover Artificial Intelligence. 2024. Т. 4. № 1. С. 18.
5. Amejzen, i dr. «Trassirovka skhem: Raskrytie vychislitel'nyh grafov v yazykovykh modelyah», Transformer Circuits, 2025.
6. Aronova, Zh. S., Kozlova, A. V. Osobennosti okazaniya gosudarstvennyh uslug grazhdanam Rossijskoj Federacii cherez edinyj portal gosudarstvennyh i municipal'nyh uslug

Gosuslugi.ru // Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya molodyh uchyonyh. 2017. S. 663-670.

7. Briganti, G. Kak rabotaet ChatGPT: kratkij obzor // European Archives of Oto-Rhino-Laryngology. 2024. T. 281. № 3. S. 1565-1569.

8. VVP napolnyat intellektom trendy [Elektronnyj resurs]: Kommersant». – Rezhim dostupa: <https://www.kommersant.ru/doc/7564465>

9. Vil'yabos, P. i dr. Poziciya: Zakonchatsya li u nas dannye? Predely masshtabirovaniya LLM na osnove dannyh, sozdannyh chelovekom // Forty-first International Conference on Machine Learning. 2024.

10. Gyokchearslan, S., Tosun, Ch., Erdimir, Z. G. Preimushchestva, vyzovy i metody ispol'zovaniya chat-botov iskusstvennogo intellekta v obrazovanii: sistemicheskij obzor literatury // International Journal of Technology in Education. 2024. T. 7. № 1. S. 19-39.

11. GIS uedut na platformah. Pravitel'stvo RF namereno svesti bolee 4000 GIS v cifrovyje platformy [Elektronnyj resurs]: ComNews. – Rezhim dostupa: <https://www.comnews.ru/content/238038/2025-03-03/2025-w10/1007/gis-uedut-platformakh-pravitelstvo-rf-namereno-svesti-bolee-4000-gis-cifrovyje-platformy>

12. Dedekhair, O., Shtajmert, M. Model' cikla zavysennyh ozhidaniy: obzor i perspektivy // Technological Forecasting and Social Change. 2016. T. 108. S. 28-41.

13. Dzhavaheripi, M. i dr. Phi-2: Udivitel'naya moshch' malyh yazykovykh modelej // Microsoft Research Blog. 2023. T. 1. № 3. S. 3.

14. Znachenie pokazatelya «Dostizhenie «cifrovoj zrelosti» gosudarstvennogo i municipal'nogo upravleniya i klyuchevykh otraslej social'noj sfery, predpolagayushchej avtomatizaciyu bol'shej chasti tranzakcij v ramkah edinykh otraslevykh cifrovykh platform i modeli upravleniya na osnove dannyh s uchetom uskorennoho vnedreniya tekhnologij obrabotki bol'shih ob»emov dannyh, mashinnogo obucheniya i iskusstvennogo intellekta» [Elektronnyj resurs]: Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. – Rezhim dostupa: <https://fedstat.ru/indicator/62856#>

15. Indeks zrelosti iskusstvennogo intellekta federal'nyh organov ispolnitel'noj vlasti Rossijskoj Federacii: Analiticheskij doklad. Rossijskaya akademiya narodnogo hozyajstva i gosudarstvennoj sluzhby pri Prezidente Rossijskoj Federacii. 2024.

16. Kazhdaya tret'ya kompaniya ne mozhet najti nuzhnye II-reshenij na IT rynke [Elektronnyj resurs]: IT Channel News. – Rezhim dostupa: <https://www.novostiitkanala.ru/news/detail.php?ID=183305>

17. Kolichestvo poiskovykh zaprosov na temu «Iskusstvennyj intellekt» [Elektronnyj resurs]: Yandex Vordstat. – Rezhim dostupa: <https://tinyurl.com/vt4zhw8h>

18. Kolichestvo poiskovykh zaprosov na temu «AI», «GenAI» i «ChatGPT» [Elektronnyj resurs]: Google trends. – Rezhim dostupa: <https://trends.google.com/trends?geo=RU&hl=ru>

19. Kot'e, B. i dr. Rastushchie izderzhki na obuchenie peredovykh modelej II // arXiv preprint arXiv:2405.21015. 2024.

20. Lejzyur, S. K. Predosterezhenie: ChatGPT ne znaet, chto vy zadaete, i ne znaet, chto on otvechaet // The Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics. 2024. T. 29. № 5. S. 558-560.

21. Lim, Z. U. i dr. Ocenka rezul'tatov raboty krupnykh yazykovykh modelej dlya miopicheskoy pomoshchi: sravnitel'nyj analiz ChatGPT-3.5, ChatGPT-4.0 i Google Bard // EBioMedicine. 2023. T. 95. №1.

22. Linden, A. i dr. Ponimanie ciklov zavysennyh ozhidaniy Gartnera // Strategic Analysis Report. 2003. T. 88. S. 1423.

23. Maksut Shadaev: Gosudarstvennyj superkomp'yuter dlya II ne nuzhen, Sber i «Yandex» obespechat rynek moshchnostyami za svoj schyot [Elektronnyj resurs]: TAdviser. – Rezhim dostupa: <https://tinyurl.com/4bcjfaws>
24. Maslej, N., Fattorini, L., Perro, R., Parli, V., Reul', A., Brin'ol'fson, E., Ethemandi, Dzh., Ligett, K., Lajons, T., Manika, D., Niebles, H. K., Shoham, J., Val'd, R., Klark, Dzh. The AI Index 2024 Annual Report. Stanford University, 2024.
25. Nacional'nyj proekt «Cifrovaya ekonomika» [Elektronnyj resurs]: Oficial'nyj sayt ANO «Nacional'nye proekty». – Rezhim dostupa: <https://xn--80aapampemchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/tsifrovaya-ekonomika/>
26. Nacional'nyj proekt «Ekonomika dannyh i cifrovaya transformaciya gosudarstva» [Elektronnyj resurs]: Oficial'nyj sayt pravitel'stva Rossijskoj Federacii. – Rezhim dostupa: <http://government.ru/rugovclassifier/923/about/>
27. Nekhvatka kadrov v IB: korni problemy i puti resheniya [Elektronnyj resurs]: kaspersky daily. – Rezhim dostupa: <https://www.kaspersky.ru/blog/cybersecurity-talent-shortage/38295/>
28. Peng, L., Chzhan, J., Shang, Dzh. Generaciya effektivnyh obuchayushchih dannyh s ispol'zovaniem manipulyacii atributami na osnove LLM // arXiv preprint arXiv:2307.07099. 2023.
29. Proekt «Podgotovka kadrov v oblasti informacionnoj bezopasnosti» [Elektronnyj resurs]: Oficial'nyj sayt Mincifry. – Rezhim dostupa: <https://digital.gov.ru/activity/it-obrazovanie/podgotovka-kadrov-v-oblasti-informacionnoj-bezopasnosti>
30. Publikacionnaya aktivnost' v oblasti II: osnovnye trendy [Elektronnyj resurs]: ISIEZ. – Rezhim dostupa: <https://issek.hse.ru/news/954002759.html>
31. Rossi, L., Harrison, K., Shklovski, I. Problemy ispol'zovaniya dannyh, sgenerirovannyh LLM v social'nyh nauchnyh issledovaniyah // Sociologica. 2024. T. 18. № 2. S. 145-168.
32. Superkomp'yutery Yandeksa [Elektronnyj resurs]: Yandex. – Rezhim dostupa: <https://yandex.ru/supercomputers?ysclid=m9luo8spi8556315509>
33. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 10.10.2019 № 490 «O razviti iskusstvennogo intellekta v Rossijskoj Federacii» trendy [Elektronnyj resurs]: Oficial'nyj internet-portal pravovoj informacii. – Rezhim dostupa: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003>
34. Utverzhdena programma standartizacii v oblasti iskusstvennogo intellekta. [Elektronnyj resurs]: Oficial'nyj sayt Rosstandarta. – Rezhim dostupa: https://www.gost.ru/portal/gost/home/presscenter/news?portal:isSecure=true&navigationalstate=JBPNS_rO0ABXczAAZhY3Rpb24AAAABAA5zaW5nbGVOZXdzVmllldwACaWQAAAABAAQ3NDM4AAdfX0VPR19f&portal:componentId=88beae40-0e16-414c-b176-d0ab5de82e16
35. Federal'nyj proekt «Iskusstvennyj intellekt» [Elektronnyj resurs]: Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii. Rezhim dostupa: https://www.economy.gov.ru/material/directions/fed_proekt_iskusstvennyy_intellekt/
36. Fejtrejgel', S. i dr. Generativnyj II // Business & Information Systems Engineering. 2024. T. 66. № 1. S. 111-126.
37. fon Eshenbah, V. Dzh. Prozrachnost' i problema chernogo yashchika: pochemu my ne doveryaem II // Philosophy & Technology. 2021. T. 34. № 4. S. 1607-1622.
38. Fu, Yu. i dr. Specializaciya malyh yazykovykh modelej dlya mnogoshagovyh rassuzhdenij // International Conference on Machine Learning. PMLR, 2023. S. 10421-10430.
39. Han, Ch., Dzhi, H. Mekhanizm vychislenij za poziciej obobshcheniya v LLM // arXiv preprint arXiv:2503.13305. 2025.

40. Ho, N., Shmid, L., Yun, S. Y. Bol'shie yazykovye modeli – eto nastavniki v rassuzhdeniyah // arXiv preprint arXiv:2212.10071. 2022.
41. Hu, J. i dr. Bezopasnost' iskusstvennogo intellekta: ugrozy i mery protivodejstviya // ACM Computing Surveys (CSUR). 2021. T. 55. № 1. S. 1-36.
42. He, Ch. i dr. OlympiadBench: Slozhnyj benchmark dlya prodvizheniya AGI s olimpiadnogo urovnya bilingval'nyh mul'timodal'nyh nauchnyh zadach // arXiv preprint arXiv:2402.14008. 2024.
43. Chen, H. i dr. Vozmozhno nuzhno vsego 0.5% dannyh: predvaritel'noe issledovanie nastrojki instrukcij na nizkih ob»emah obuchayushchih dannyh // arXiv preprint arXiv:2305.09246. 2023.
44. Chzhun, T. i dr. Ocenka OpenAI O1: Vyzovy i vozmozhnosti AGI // arXiv preprint arXiv:2409.18486. 2024.
45. Chislo pol'zovatelej portala Gosuslug dostiglo 112 mln [Elektronnyj resurs]: Interfaks. – Rezhim dostupa: <https://www.interfax.ru/russia/997759>
46. Shik, T., Shyutce, H. Vazhen ne tol'ko razmer: malye yazykovye modeli tozhe mogut byt' obucheny na neskol'kih primerah // arXiv preprint arXiv:2009.07118. 2020.
47. Elufioje, O. A. i dr. Prediktivnaya analitika na osnove II v cepochkah postavok sel'skogo hozyajstva: obzor // Computer Science & IT Research Journal. 2024. T. 5. № 2. S. 473-497.
48. Yuj, H. i dr. MMMu: Bol'shoj benchmark dlya mnogodisciplinarnogo mul'timodal'nogo ponimaniya i logicheskoy ocenki dlya ekspertnyh AGI // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2024. S. 9556-9567.
49. AAI 2025 Presidential panel on the Future of AI Research [Elektronnyj resurs]: Association for the advancement of artificial intelligence. – Rezhim dostupa: <https://aaai.org/wp-content/uploads/2025/03/AAAI-2025-PresPanel-Report-FINAL.pdf>.
50. AI in Action: Beyond Experimentation to Transform Industry. AI Governance Alliance. 2025.
51. Artificial intelligence is losing hype [Elektronnyj resurs]: The Economist. – Rezhim dostupa: <https://www.economist.com/finance-and-economics/2024/08/19/artificial-intelligence-is-losing-hype>
52. Big Tech is betting on AI but US workers aren't biting, survey suggests [Elektronnyj resurs]: Business Insider. – Rezhim dostupa: <https://www.businessinsider.com/ai-adoption-worker-survey-big-tech-spending-2025?IR=T>.
53. Building Meta's GenAI Infrastructure [Elektronnyj resurs]: Engineering at Meta. – Rezhim dostupa: <https://tinyurl.com/2sa9fwu8>
54. Grok 3 Beta — The Age of Reasoning Agents [Elektronnyj resurs]: xAI News. – Rezhim dostupa: <https://x.ai/news/grok-3>
55. Now decides next: Generating a new future. Deloitte's State of Generative AI in the Enterprise Quarter four report // Deloitte. 2025.
56. OpenAI Sora video tool large-scale deployment uses 720,000 NVIDIA H100 GPUs worth \$21.6 billion [Elektronnyj resurs]: TweakTown. – Rezhim dostupa: <https://www.tweaktown.com/news/97140/openai-sora-video-tool-large-scale-deployment-uses-720-000-nvidia-h100-gpus-worth-21-6-billion/index.html>
57. TOP500 LIST – NOVEMBER 2021 [Elektronnyj resurs]: TOP500. – Rezhim dostupa: <https://www.top500.org/lists/top500/list/2021/11/>
58. TOP500 LIST. Chervonenkins [Elektronnyj resurs]: TOP500. – Rezhim dostupa: <https://www.top500.org/system/180029/>