

Возможности использования искусственного интеллекта при управлении цепями поставок

Федор Дмитриевич Иванов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия,
fedorivanov@me.com, <https://orcid.org/0009-0000-5978-4135>

Аннотация

Цель. Оценить потенциал технологии генеративного искусственного интеллекта в контексте управления цепями поставок.

Задачи. Проанализировать, каким образом искусственный интеллект изменяет традиционные практики и структуры управления в области управления цепями поставок; определить фундаментальные сдвиги, вызванные ИИ, в том числе автоматизацию, принятие решений на основе данных и расширение человеческих возможностей; исследовать актуальные статистические данные об эффективности искусственного интеллекта в управленческих процессах и сделать вывод о потенциале, перспективности этой технологии в логистической сфере; предложить стратегическое понимание и практические рекомендации для организаций, стремящихся имплементировать новые инструменты генеративного искусственного интеллекта.

Методология. Исследование сочетает в себе качественные и количественные методы для обеспечения более глубокого понимания рассмотренных проблем. На основе этих методов изучен массив актуальных статистических данных и экспертных оценок в сфере генеративного искусственного интеллекта.

Результаты. В условиях современного бизнеса цепочки поставок сталкиваются с рядом проблем: глобализацией, волатильностью рынка, изменяющимися ожиданиями клиентов и форс-мажорами (стихийными бедствиями, пандемиями или войнами). Чтобы справиться с этими вызовами и укрепить позиции на рынке, компании все чаще обращаются к новым технологиям и инновациям. Эти технологии способны кардинально изменить подход к управлению цепочками поставок, повышая прозрачность, эффективность и скорость реагирования. Все новые технологии, от искусственного интеллекта и блокчейна до интернета вещей (IoT) и робототехники, потенциально открывают возможности для оптимизации операций, улучшения процесса принятия решений и улучшения сотрудничества по цепочке поставок.

Выводы. В статье авторами показано, как искусственный интеллект изменяет традиционные структуры управления в области управления цепями поставок. Проанализированы актуальные статистические данные об эффективности искусственного интеллекта в управленческих процессах, сделан вывод о потенциале и перспективности данной технологии в логистической сфере. Сформированы стратегическое понимание и даны практические рекомендации для организаций, стремящихся имплементировать новые инструменты генеративного искусственного интеллекта.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), цепи поставок, управленческие процессы, генеративный ИИ, технологии

Для цитирования: Иванов Ф. Д. Возможности использования искусственного интеллекта при управлении цепями поставок // *Экономика и управление*. 2024. Т. 30. № 9. С. 1121–1129. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-9-1121-1129>

© Иванов Ф. Д., 2024

Opportunities for the use of artificial intelligence in supply chain management

Fedor D. Ivanov

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St Petersburg, Russia, fedorivanov@me.com,
<https://orcid.org/0009-0000-5978-4135>

Abstract

Aim. To evaluate the potential of generative artificial intelligence technology in the context of supply chain management.

Objectives. To analyze how artificial intelligence is changing traditional management practices and structures in supply chain management; to identify fundamental shifts brought about by AI, including automation, data-driven decision making, and human empowerment; to examine current statistics on the effectiveness of artificial intelligence in management processes and conclude the potential, promise of this technology in the logistics industry; to provide strategic insight and practical

Methods. The research combines qualitative and quantitative methods to provide a deeper understanding of the problems considered. Based on these methods, an array of relevant statistical data and expert opinions in the field of generative artificial intelligence has been studied.

Results. In today's business environment, supply chains face a number of challenges: globalization, market volatility, changing customer expectations, and force majeure (natural disasters, pandemics, or wars). To meet these challenges and strengthen their market position, companies are increasingly turning to new technologies and innovations. These technologies have the potential to revolutionize the approach to supply chain management, increasing transparency, efficiency and responsiveness. All emerging technologies, from artificial intelligence and blockchain to the Internet of Things (IoT) and robotics, potentially offer opportunities to streamline operations, improve decision-making, and enhance supply chain collaboration.

Conclusions. In this article, the authors have shown how artificial intelligence is changing traditional governance structures in supply chain management. Current statistical data on the effectiveness of artificial intelligence in management processes are analyzed, and a conclusion is made about the potential and prospects of this technology in the logistics sphere. Strategic understanding is formed and practical recommendations for organizations seeking to implement new tools of generative artificial intelligence are given.

Keywords: artificial intelligence (AI), supply chains, management processes, generative AI, technologies.

For citation: Ivanov F.D. Opportunities for the use of artificial intelligence in supply chain management. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2024;30(9):1121-1129. (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-9-1121-1129>

Управление цепочками поставок играет ключевую роль в современной торговле. Транспортировка, производство, закупки, маркетинг, продажи и многие другие аспекты хозяйственной деятельности связаны с управлением цепочками поставок [1]. Предприятия используют управление цепочками поставок для создания интегрированных планов, которые эффективно балансируют компромиссы между различными видами деятельности для максимизации прибыли.

В последние несколько лет управление цепочками поставок становится все более сложным процессом. Растущая взаимосвязь физических потоков усиливает потребность в гибкости управления ими. В ответ на эти вызовы предприятия все чаще используют

генеративный искусственный интеллект (далее — ИИ) в управлении цепочками поставок. Однако организации, которые осознают возможности новых технологий и специфику их внедрения, должны принимать взвешенные решения об их применении для трансформации своих цепочек поставок.

Генеративный ИИ или генеративное моделирование — это область ИИ, которая занимается созданием и генерацией новых данных, контента или информации. Алгоритмы и модели обучаются на существующих наборах данных, а затем создают новые образцы с такими же характеристиками и закономерностями, что и исходные данные.

Д. Булл определяет генеративный ИИ как систему ИИ, способную создавать различные

типы материалов: текст, графику, аудио и синтетические данные [2]. Это становится возможным благодаря анализу и получению знаний из примеров данных в действительности. Чтобы имитировать человеческий интеллект, он исследует корреляции, закономерности, тенденции и структуры в смоделированных данных.

Генеративные методы ИИ часто включают в себя использование генеративных моделей, таких как генеративно-состязательные сети (GAN), вариационные автокодировщики (VAE) или сети глубокого доверия (DBN). Эти модели изучают базовую структуру и закономерности обучающих данных, а затем генерируют новые выборки путем отбора из изученного распределения. В последние несколько лет внедрение ИИ в различные сферы жизни общества изменило способы выполнения задач, принятия решений и устранения проблем.

Одной из наиболее важных областей, в которой происходит такая интеграция, является принятие управленческих решений [3]. Сотрудничество между людьми и системами ИИ обладает огромным потенциалом для улучшения процессов принятия решений, оптимизации распределения ресурсов и, как следствие, повышения эффективности организаций [4]. Понимание динамики и последствий этого сотрудничества видится важным как для менеджеров, так и для исследователей. Слияние человеческого интеллекта с технологиями ИИ создало синергию, которая использует сильные стороны обоих субъектов.

Помимо творческих способностей, интуиции и эмоционального интеллекта, системы ИИ успешно справляются с обработкой огромных объемов данных, выявлением закономерностей и генерированием идей со скоростью, превосходящей человеческие возможности [5]. Объединив эти взаимодополняющие преимущества, сотрудничество человека и ИИ может революционизировать процессы принятия решений в различных областях управления.

Генеративный ИИ в процессах управления цепями поставок способен принести различные преимущества [6]:

1. Улучшенное прогнозирование спроса и оптимизацию запасов. Генеративный ИИ может анализировать большие наборы данных, чтобы повысить точность прогнозирования спроса. Оптимизация уровня запасов обеспечивает доступность продуктов

и минимизирует отходы. Все это обеспечивает реализацию принципов «точно в срок» в рамках логистических процессов и позволяет систематически сокращать издержки в рамках цепей поставок.

2. Улучшение обслуживания и увеличение степени удовлетворенности клиентов. Генеративные цепочки поставок с поддержкой ИИ обеспечивают своевременные поставки, повышая доступность продукции и удовлетворенность клиентов.

3. Повышение производительности и эффективности цепочки поставок за счет автоматизации и принятия решений на основе массива данных. Речь идет о синергии между менеджерами и ИИ для принятия управленческих решений. Решения все еще принимает человек, поскольку именно он ответственен за выполнение корпоративных функций и является бенефициаром различных решений.

4. Лучшее управление рисками. Генеративный ИИ может анализировать риски и предоставлять информацию для управления потенциальными сбоями в цепи поставок.

Несмотря на потенциальные преимущества, необходимо проанализировать количественные показатели эффективности технологии для принятия решения об использовании генеративного ИИ в рассматриваемой сфере. Если декларируемые преимущества генеративного ИИ в сфере управления цепями поставок подтверждаются статистикой и опытом крупнейших транснациональных компаний, то на этом основании можно будет сформировать рекомендации внедрения генеративного ИИ.

Согласно ряду исследований, решения, основанные на ИИ, становятся все более доступными, предоставляя компаниям инструменты для достижения невиданных ранее уровней эффективности управления цепочками поставок. Компании, успешно внедрившие ИИ, продемонстрировали значительное улучшение уровня обслуживания (на 35 %), снижение уровня запасов и сокращение логистических затрат (на 15 %) [7]. Несмотря на это, подробно изучив упомянутое выше исследование, можно заключить, что речь идет об улучшении ряда показателей эффективности цепей поставок в отрыве от общего экономического результата для компании.

Например, в исследовании сокращение логистических затрат не сопоставлено с многократным ростом издержек, связанных

с внедрением и эксплуатацией инструментов генеративного ИИ, ростом затрат на вычислительные мощности, на содержание серверов и заработную плату новых сотрудников. Для более точного отражения потенциала ИИ необходимо рассчитать показатель совокупной стоимости владения (ТСО). К сожалению, сегодня практически отсутствуют исследования, учитывающие совокупные затраты на инструменты генеративного ИИ и высчитывающие конечный кумулятивный эффект. Именно из-за этого в корпоративной среде зачастую переоценивают возможности генеративного ИИ и недооценивают его сложность, дороговизну.

Сложность систем ИИ ставит значимые вопросы об их влиянии на традиционные управленческие роли и процессы принятия решений. Хотя ИИ предлагает беспрецедентные возможности для обработки больших объемов данных и получения аналитической информации, остаются проблемы, связанные с его влиянием на человеческий контроль и подотчетность [8]. Понимание динамики сотрудничества человека и ИИ при принятии решений видится крайне важным для организаций, стремящихся эффективно использовать эти технологии, соблюдая принципы прозрачности и ответственности.

Далее нами проведен анализ проблем и ограничений инструментов генеративного ИИ в сфере менеджмента на основе обзора авторитетных исследований в контексте данной тематики. Так, ведущие технологические гиганты планируют потратить около \$1 трлн на внедрение технологий генеративного ИИ в ближайшие годы [9]. Эти средства пойдут на центры обработки данных, чипы, другую инфраструктуру ИИ и электросеть. Однако пока эти расходы не привели к заметным результатам, кроме сообщений об эффективности среди разработчиков и бенефициаров ажиотажа вокруг генеративного ИИ.

Глава отдела глобальных исследований рынка акций Goldman Sachs Дж. Ковелло пишет, что изобретения, действительно изменяющие жизнь, такие как интернет, позволили недорогим решениям конкурировать с дорогостоящими, проверенными технологиями даже в зачаточном состоянии, в отличие от сегодняшних дорогих технологий ИИ. Входной порог для имплементации подобных технологии в настоящее время слишком высок при популяризации и адап-

тации технологии для массового использования. Он скептически относится к тому, что затраты на ИИ когда-нибудь снизятся настолько, чтобы обеспечить автоматизацию большой доли задач в текущих бизнес-процессах.

Хотя Ковелло считает, что фундаментальная история генеративного ИИ вряд ли выдержит испытание временем, он предупреждает о следующем. По его словам, для того, чтобы лопнул существующий инвестиционный пузырь ИИ технологий, может потребоваться много времени. Тем самым становится понятным, что окончательная рекомендация Ковелло к менеджерам заключается в проявлении осторожности относительно технологий генеративного ИИ, поскольку сегодня конечный результат, вероятно, не оправдает вложения.

Старший глобальный экономист Goldman Sachs Дж. Бриггс более оптимистичен. По его оценкам, различные технологии ИИ в потенциале могут автоматизировать 25 % всех рабочих задач и повысить производительность работ на 9 %. Это обеспечит совокупный рост мирового ВВП на 6,1 % в течение следующего десятилетия.

Другое масштабное исследование показало, что сочетание генеративного ИИ с другими технологиями ИИ и компьютерным зрением может совокупно повлиять на 20 % задач с добавленной стоимостью в абстрактном производственном процессе [10]. Опираясь на еще одно исследование о подмножестве таких технологий, можно предположить, что только около четверти задач, которые могут быть заменены этой технологией, могут быть экономически эффективно автоматизированы в течение последующих десяти лет [11]. Если только 20 % поставленных задач экономически эффективны с точки зрения автоматизации в течение следующих десяти лет, это говорит о том, что лишь 4 % всех задач могут быть заменены генеративным ИИ с точки зрения экономической эффективности.

Объединив эту оценку со средней экономией затрат на рабочую силу в исследовании Э. Бриньольфссона, можно определить, что общий эффект производительности факторов производства в течение следующего десятилетия не должен быть более 0,66 % [12]. Эта величина примерно означает влияние на рост мирового валового внутреннего продукта (ВВП) ориентировочно на 0,9 % за следующие десять лет.

Вместе с тем эксперты Gartner делают более оптимистичные прогнозы относительно роли генеративного ИИ в рамках проекта Gartner Hype Cycle. Прежде всего методология Hype Cycle помогает оценить текущее положение конкретной технологии ИИ. Она определяет этап, на котором находится технология, чтобы принимать обоснованные решения о необходимости ее внедрения и развития. Термин введен компанией Gartner. S-образная кривая состоит из пяти участков или этапов, через которые проходит эталонная инновация с течением времени:

1. «Запуск технологии» — появление технологии и начало обсуждения ее перспективности среди узкого круга профессионалов и разработчиков. Затем к обсуждению присоединяются энтузиасты и любители: по мере роста популярности инновации среди таких людей нарастают рекламная шумиха и ажиотаж.

2. «Пик завышенных ожиданий». Появляются первые компании или последователи, которые пытаются применить технологию на себе в полном объеме и получить от нее бизнес-преимущества.

3. «Пропась разочарования». Становится понятным, что у технологии существуют слабые места, недоработки и ограничения. Возникает разочарование, часто доходит до признания технологии провальной как со стороны потребителей, так и со стороны средств массовой информации (СМИ).

4. «Склон просвещения». Разработчики устраняют ошибки, технология становится все более удобной, ее реальная аудитория растет, и со временем к продукту снова возникает интерес, хотя и меньший, чем во времена «пики».

5. «Плато продуктивности». Технология завоевала свое место на рынке, стала удобным инструментом или решением в определенной области: ею пользуется как минимум 20 % целевой аудитории. СМИ вспоминают о такой технологии в основном для того, чтобы сравнить с ней очередную инновацию.

Согласно данным Gartner, генеративный ИИ сегодня может быть охарактеризован несколькими позитивными и негативными факторами, отражающими текущее рыночное положение технологии. К позитивным факторам можно отнести рост популярности генеративного ИИ, в том числе за счет проекта ChatGPT. На рынке быстро появляются

фундаментальные модели с обновленными версиями, размерами и функциями. Растет применение генеративного ИИ в различных отраслях: здравоохранении, ритейле, производстве и др.

Существует несколько ограничений и проблем. Например, вычислительные ресурсы, необходимые для обучения больших базовых моделей общего назначения, являются дорогостоящими и недоступными для большинства предприятий. Рынок поставщиков чипов и вычислительной техники для обеспечения работы и развития ИИ значительно ограничен и монополизирован.

С момента запуска в конце 2022 г. ChatGPT, человекоподобного чат-бота, интерес инвесторов к генеративному ИИ (GenAI) резко возрос. На рынке виртуальных помощников и ботов с поддержкой GenAI появилось множество игроков. Многие технологии ИИ подошли к пику завышенных ожиданий в Hype Cycle 2023 г. В таких условиях бизнес-лидеры рискуют переоценить влияние генеративного ИИ и недооценить его сложность.

Тем не менее Gartner прогнозирует более широкое внедрение этой технологии: ожидается, что к 2026 г. 75 % предприятий будут использовать генеративный ИИ для создания синтетических данных о клиентах, тогда как в 2023 г. эта доля составляла менее 5 %. К 2027 г. более половины моделей генеративного ИИ (GenAI), используемых предприятиями, будут специфичными для их отрасли или бизнес-функций. Между тем в 2023 г. эта доля составляла примерно 1 %. Предметно-ориентированные модели меньше массивных моделей GenAI, таких как GPT-4, и большинство из них будут основаны на моделях ИИ.

К 2027 г. больше половины ресурсов для разработки на технологических рынках будут выбраны с помощью генеративной оркестровки ИИ. К 2028 г. треть взаимодействий с сервисами генеративного ИИ будет вызывать модели действий и автономных агентов для выполнения задач; 30 % внедрений генеративного ИИ будут оптимизированы с использованием энергосберегающих вычислительных методов в рамках инициатив по устойчивому развитию.

Далее, после анализа текущего уровня имплементации генеративного ИИ в различных индустриях, перейдем к сфере управления цепями поставок. Согласно опросу McKinsey, проведенному в 2024 г.,

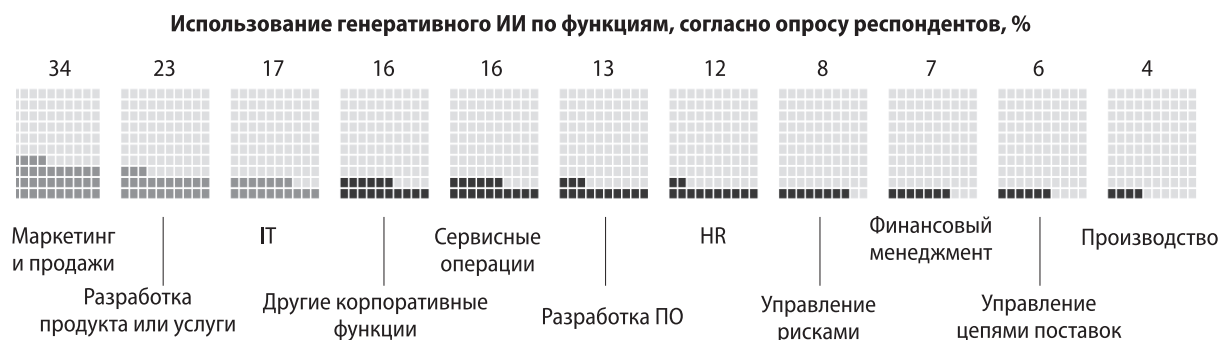


Рис. 1. Процент респондентов, которые регулярно используют генеративный ИИ для работы
Fig. 1. Percentage of respondents who regularly use generative AI for work purposes

Источник: McKinsey, 2024.

респонденты сообщили, что наибольшая экономия средств за счет ИИ приходится на управление цепочками поставок [13]. В частности, ИИ может повысить ценность планирования цепочки поставок, включая производство, управление запасами и расширение продукции.

По данным McKinsey, опыт нескольких крупных компаний потребительских товаров показывает, что автономное планирование цепочки поставок, которое основано на внедрении инструментов генеративного ИИ, может привести к увеличению доходов на 4 %, сокращению запасов на 20 % и снижению затрат в цепочке поставок на 10 % [14]. Эти данные близки к другому, ранее упомянутому исследованию. Однако команда исследователей MaKinsey утверждает, что получение таких преимуществ — это потенциальная выгода от конечной имплементации технологий в несколько процессов, а не моментальная оптимизация цепи в целом.

Тем не менее на основе этих данных, полученных несколькими независимыми командами, можно сделать вывод о существенном потенциале генеративных ИИ в логистике. Дополним, что ни в одном из исследований не указан горизонт прогнозирования предполагаемых улучшений. Как полагает профессор Массачусетского технологического университета Д. Асемоглу, слишком большой оптимизм и шумиха могут привести к преждевременному использованию технологий, которые еще не адаптированы под реальные процессы.

Слишком большая и быстрая автоматизация будут неизбежно приводить к узким местам в бизнес-процессах. Генеративный ИИ еще не обладает достаточной гибкостью

и адаптивностью, сопоставимыми с человеческими ресурсами. Если ориентироваться на данные этого же исследования McKinsey, только 6 % респондентов регулярно используют генеративный ИИ для решения задач в сфере управления цепями поставок. Визуализация данных представлена на рисунке 1.

Приведенная статистика подтверждается сведениями из отчета Goldman Sachs 2024 г. Согласно этим данным, только 4 % американских компаний используют генеративный ИИ для оптимизации транспорта и складирования. Данные отражены на рисунке 2.

Таким образом, можно обнаружить противоречие в контексте приведенных выше данных. При наибольшей экономии в сфере управления цепями поставок фактической имплементации инструментов в индустрии не происходит. Одним из возможных объяснений является длительный срок внедрения инструментов генеративного ИИ. На рисунке 3 в виде диаграммы визуализирован срок внедрения, который приведен в исследовании McKinsey за 2024 г.

Обратим внимание на то, что сфера управления цепями поставок требует длительного времени для получения результата. Около 50 % проектов требуют более полугода для внедрения. Ввиду большой стоимости решений на основе ИИ, малого количества опыта и успешных кейсов внедрения многие крупные компании фокусируются на проектах, требующих минимального количества времени, таких, например, как разработка ИТ-решений, управление персоналом. Это наблюдение подтверждается и тем, что внедрение генеративного ИИ в производственные процессы, согласно опросу респондентов в исследовании McKinsey, признано



Рис. 2. Процент фирм в США, которые используют генеративный ИИ, по отраслям и видам деятельности
Fig. 2. Percentage of firms in the U.S. that use generative AI, by industry and business type

Источник: Goldman Sachs, 2024.

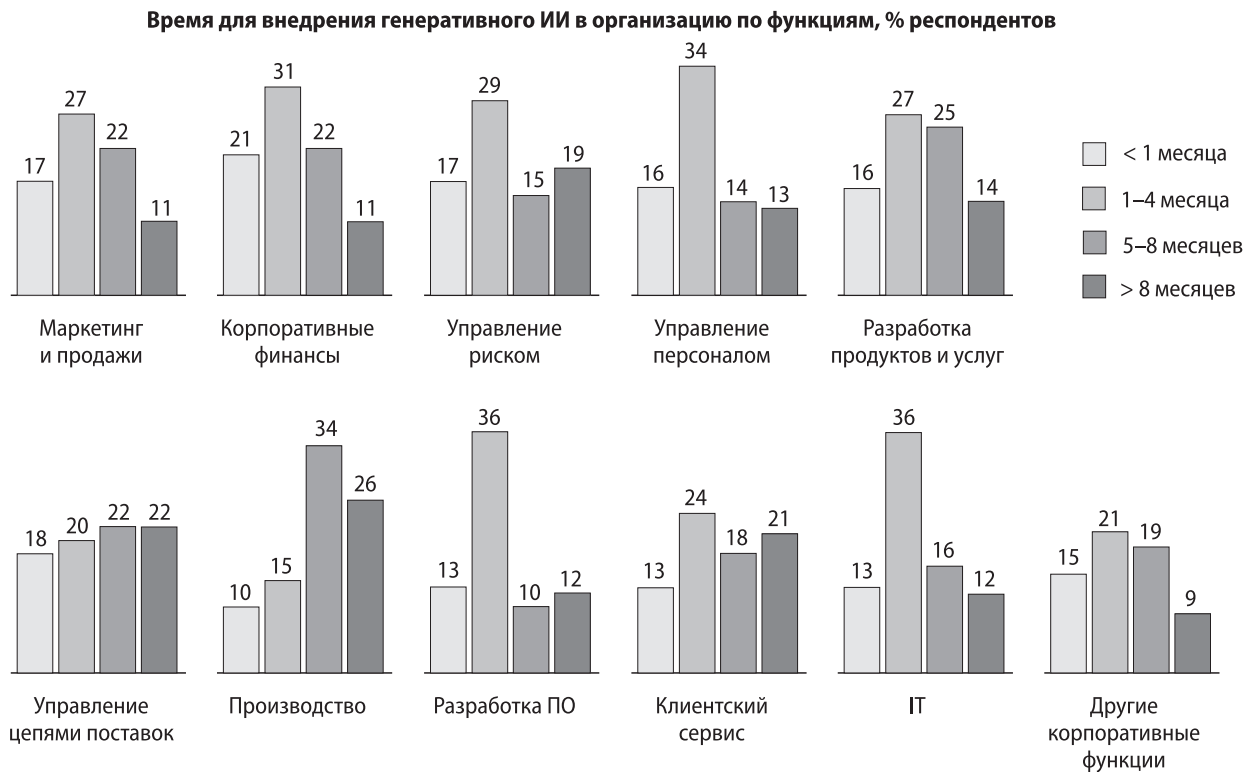


Рис. 3. Количество времени, которое требуется для получения результата от внедрения генеративного ИИ по отраслям
Fig. 3. Amount of time it takes to get results from implementing generative AI by industry

Источник: McKinsey, 2024.

наименее популярным, и оно занимает наибольшее количество времени, исходя из данных, представленных на рисунке 3. Другое возможное объяснение непопулярности эксплуатации ИИ в сфере логистики сегодня находим в сложности задач и отсутствии ранее упомянутых экспертами Gartner специализированных отраслевых решений, в отличие от сферы разработки программного обеспечения, например GitHub Copilot, (программа для автоматического написания простых подпрограмм в формате HTML).

Таким образом, с учетом изложенного выше можно сформулировать ряд практических рекомендаций для внедрения генеративного ИИ в процессы управления цепями поставок. Во-первых, несколько независимых исследований подтверждают эффективность использования инструментов генеративного ИИ в логистической сфере. Снижение затрат в цепи поставок может достигать 10–15 %, сокращение запасов — 35 %. Тем не менее сегодня отсутствуют исследования, которые учитывают ТСО инфраструктурой генеративного ИИ. Исходя из этого, мож-

но сделать вывод о высоком уровне риска для компаний, планирующих внедрение ИИ в сфере управления цепями поставок ввиду недостатка объективных данных.

Во-вторых, в настоящее время отсутствуют специализированные «коробочные» решения для логистической сферы. Выявлено, что данная сфера обладает одним из самых длительных сроков внедрения генеративного ИИ, что увеличивает риски и затраты. Можно заключить, что инструменты генеративного ИИ не могут быть сегодня корректно имплементированы и использованы малыми и средними предприятиями.

В-третьих, исходя из данных аналитических и консалтинговых компаний, можно сделать вывод о нахождении генеративного ИИ на «пике завышенных ожиданий». Крупные компании, которые займутся внедрением ИИ решений в свои бизнес-процессы, рискуют первыми обнаружить слабые места, ограничения и недоработки рассматриваемой технологии, заплатив наибольшую цену ввиду перегретого рынка ИИ и высоких цен на электронные компоненты.

Список источников/References

1. Irfan I., Sumbal M.S.U.K., Khurshid F., Chan F.T.S. Toward a resilient supply chain model: Critical role of knowledge management and dynamic capabilities. *Industrial Management & Data Systems*. 2022;122(5):1153-1182. DOI: 10.1108/IMDS-06-2021-0356
2. Anantrasirichai N., Bull D. Artificial intelligence in the creative industries: A review. *Artificial Intelligence Review*. 2022;55(1):589-656. DOI: 10.1007/s10462-021-10039-7
3. Caliskan A., Bryson J.J., Narayanan A. Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases. *Science*. 2017;356(6334):183-186. DOI: 10.1126/science.aal4230
4. Henke N., Bughin J., Chui M., et al. The age of analytics: Competing in a data-driven world. McKinsey Global Institute. Dec. 07, 2016. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-age-of-analytics-competing-in-a-data-driven-world> (accessed on 20.05.2024).
5. Deeba K., Devi O.R., Al Ansari M.S., et al. Optimizing crop yield prediction in precision agriculture with hyperspectral imaging-unmixing and deep learning. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*. 2023;14(12):586-595. DOI: 10.14569/IJACSA.2023.0141261
6. Jackson I., Ivanov D., Dolgui A., Namdar J. Generative artificial intelligence in supply chain and operations management: A capability-based framework for analysis and implementation. *International Journal of Production Research*. 2024;62(17):6120-6145. DOI: 10.1080/00207543.2024.2309309
7. Shekhar A., Umar S., Abdul F., Wakjira W.D. Generative AI in supply chain management. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*. 2023;11(9):4179-4185. DOI: 10.17762/ijritcc.v11i9.9786
8. Altrad A., Pathmanathan P.R., Al Moaiad Y., et al. Amazon in business to customers and overcoming obstacles. In: 2nd Int. conf. on smart computing and electronic enterprise (ICSCEE). (Cameron Highlands, June 15-17, 2021). New York, NY: IEEE; 2021:175-179. DOI: 10.1109/ICSCEE50312.2021.9498129
9. Nathan A., Grimberg J., Rhodes A. Gen AI: Too much spend, too little benefit? Global Macro Research. 2024;(129). URL: <https://elements.visualcapitalist.com/wp-content/uploads/2024/07/1719926432649.pdf> (accessed on 20.05.2024).
10. Eloundou T., Manning S., Mishkin P., Rock D. GPTs are GPTs: An early look at the labor market impact potential of large language models. 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2303.10130

11. Svanberg M., Li W., Fleming M., Goehring B., Thompson N. Beyond AI exposure: Which tasks are cost-effective to automate with computer vision? *SSRN Electronic Journal*. 2024. DOI: 10.2139/ssrn.4700751

12. Brynjolfsson E., Li D., Raymond L.R. Generative AI at work. NBER Working Paper. 2023;(31161). DOI: 10.3386/w31161

13. Chui M., Hall B., Yee L., Singla A., Sukharevsky A. The state of AI in early 2024: Gen AI adoption spikes and starts to generate value. McKinsey Global Survey on AI. May 30, 2024. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai> (accessed on 25.05.2024).

14. Chui M., Hall B., Mayhew H., Singla A., Sukharevsky A. The state of AI in 2022 — and a half decade in review. McKinsey Global Survey on AI. Dec. 06, 2022. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2022-and-a-half-decade-in-review> (accessed on 25.05.2024).

Сведения об авторе

Федор Дмитриевич Иванов

аспирант

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
194021, Санкт-Петербург, Новороссийская ул., д. 50

Поступила в редакцию 16.08.2024
Прошла рецензирование 30.08.2024
Подписана в печать 10.10.2024

Information about the author

Fedor D. Ivanov

postgraduate student

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
50 Novorossiyskaya st., St Petersburg 194021, Russia

Received 16.08.2024
Revised 30.08.2024
Accepted 10.10.2024

Конфликт интересов: автор декларирует отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.
Conflict of interest: the author declares no conflict of interest related to the publication of this article.