



Принятие решений о внедрении искусственного интеллекта и трансформация источников не копируемых конкурентных преимуществ

А.В. Трачук^{1,2}Н.В. Линдер^{1,2}¹ Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Москва, Россия)² АО «Гознак» (Москва, Россия)

Аннотация

Технологии, основанные на искусственном интеллекте (ИИ), все чаще заменяют и дополняют людей в управленческих задачах, таких как принятие решений. Современные технологии искусственного интеллекта способны выполнять когнитивные функции, ранее связанные только с человеческим разумом. Согласно ресурсной концепции фирмы (RBV), когнитивные способности людей являются источником не копируемых конкурентных преимуществ, так как их трудно имитировать, таким образом, технологии ИИ способны менять источники конкурентных преимуществ.

Данное исследование посвящено выявлению факторов, влияющих на решение промышленных компаний о внедрении технологий искусственного интеллекта, а также исследованию взаимосвязи внедрения технологий ИИ с эффектами замещения и/или дополнения когнитивных способностей сотрудников и их влияния на формирование конкурентного преимущества.

Исследование проведено на базе данных 147 промышленных компаний, эмпирические оценки возникновения эффекта замещения при внедрении технологий ИИ и эффекта взаимодополнения проводились при помощи двух моделей: пробит-модели со случайными эффектами (random effect probit) и логит-модели с постоянными эффектами (fixed effect logit), которая позволила оценить внутрифирменную динамику изменения ресурсов при внедрении в бизнес-процесс технологий ИИ, то есть проследить эффект замещения ресурсов при внедрении ИИ.

Полученные результаты показали, что: (1) решение об инвестировании в технологии ИИ зависит от таких факторов, как наличие компетенций для внедрения ИИ, затраты на внедрение новых технологий и уровень текущих затрат в целом по компании, ожидание финансовых и экономических эффектов; (2) решение об инвестициях в ИИ и их интенсивность значительно выше у компаний, ожидающих сокращения времени на выполнение операций, сокращения численности сотрудников за счет уменьшения объема рутинных операций, сокращения затрат на функцию управления персоналом и увеличение скорости разработки и продвижения новых продуктов; (3) наибольшее влияние на формирование не копируемых конкурентных преимуществ оказывает внедрение ИИ в маркетинг и аналитику, разработку и ИТ, продажи и клиентский сервис и разработку новых продуктов; (4) при внедрении ИИ одновременно возникает и эффект замещения, и эффект взаимодополнения, что смещает источники конкурентных преимуществ (несмотря на то что замена традиционных специфических для области когнитивных возможностей человека на многочисленные вычислительные возможности ИИ разрушает существующее преимущество, тем не менее на основе взаимодополнения человеческих и машинных возможностей создаются новые, постоянные не копируемые преимущества). Кроме того, дополнена ресурсная концепция фирмы и показано, что неоднородные несвязанные ресурсы, такие как человек и машина, также могут быть источником уникальных конкурентных преимуществ.

Ключевые слова: машинное обучение, нейронные сети, промышленные компании, ресурсная теория фирмы, эффект замещения, эффект взаимодополнения.

Для цитирования:

Трачук А.В., Линдер Н.В. (2024). Принятие решений о внедрении искусственного интеллекта и трансформация источников не копируемых конкурентных преимуществ. *Стратегические решения и риск-менеджмент*, 15(2): 134–151. DOI: 10.17747/2618-947X-2024-2-134-151.

Благодарности

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств, по государственному заданию Финансового университета.

Decision-making factors for adopting artificial intelligence technologies and transforming sources of sustainable competitive advantage

A.V. Trachuk^{1,2}N.V. Linder^{1,2}¹ Financial University under the Government of the Russian Federation (Moscow, Russia)² Goznak JSC (Moscow, Russia)

Abstract

Technologies based on artificial intelligence are increasingly replacing and augmenting humans in managerial tasks such as decision-making. Modern artificial intelligence (AI) technologies are capable of performing cognitive functions previously associated only with the human mind. According to the company's resource concept (RBV), people's cognitive abilities are a source of non-copyable competitive advantages because they are difficult to simulate, so AI technologies can change the sources of competitive advantages. This study aims to identify the factors that influence the decision of industrial companies to adopt artificial intelligence technologies, as well as to examine the relationship between the adoption of AI technologies with the effects of replacing and/or complementing

the cognitive abilities of employees and their impact on the formation of a competitive advantage. The study was conducted on the database of 147 industrial companies, empirically estimating the occurrence of the substitution effect during the introduction of AI technologies. The complementarity effect was estimated using two models: a random effect probit model with random effects (random effect probit) and a fixed effect logit model with fixed effects (fixed effect logit). This made it possible to assess the intra-firm dynamics of resource changes during the implementation of AI technologies in the business process - that is, to trace the effect of resource substitution during the implementation of AI. The results showed that: (1) The decision to invest in AI technologies depends on factors such as the availability of skills to implement AI, the cost of implementing new technologies and the level of current costs in the company as a whole, the expectation of financial and economic impact. (2) The decision to invest in AI is significantly more prevalent among companies that are currently waiting to implement it. The benefits of such investment are manifold. Firstly, it allows for a reduction in the time taken to complete operations. Secondly, it enables a reduction in the number of employees required, due to a reduction in the volume of routine operations. Thirdly, it allows for a reduction in the cost of personnel management. Finally, it facilitates a greater speed of development and promotion of new products. (3) The introduction of AI has the greatest impact on the formation of non-copied competitive advantages, particularly in the following areas: marketing and analytics, development and IT, sales and customer service and the development of new products. (4) The introduction of AI gives rise to both a substitution effect and a complementarity effect, which together result in a shift in the sources of competitive advantages. While the replacement of traditional, domain-specific human cognitive capabilities with numerous computing capabilities of AI leads to the destruction of existing advantages, the complementarity of human and machine capabilities allows for the creation of new, permanent non-copied advantages. The company's resource concept is augmented, and it is shown that heterogeneous unrelated resources, such as human capital and machinery, can also serve as a source of distinctive competitive advantages.

Keywords: machine learning, neural networks, industrial companies, company resource theory, substitution effect, complementarity effect.

For citation:

Trachuk A.V., Linder N.V. (2024). Decision-making factors for adopting artificial intelligence technologies and transforming sources of sustainable competitive advantage. *Strategic Decisions and Risk Management*, 15(2): 134-151. DOI: 10.17747/2618-947X-2024-2-134-151. (In Russ.)

Acknowledgment

The article was prepared on the basis of the results of research carried out at the expense of the budget within the framework of the state mission of Financial University under the Government of the Russian Federation.

引入人工智能技术的决策因素及其对可持续竞争优势来源的转型

A.V. Trachuk^{1,2}
N.V. Linder^{1,2}

¹ 俄罗斯联邦政府财政金融大学 (俄罗斯, 莫斯科)

² Goznak股份公司 (俄罗斯, 莫斯科)

简介

基于人工智能 (AI) 的技术在管理任务 (如决策制定) 中越来越多地替代和补充人类。现代人工智能技术能够执行以前仅与人类思维相关的认知功能。根据资源基础观 (RBV), 人类的认知能力是难以复制的竞争优势来源, 因为它们难以模仿。因此, 人工智能技术能够改变竞争优势的来源。

本研究旨在探讨影响工业公司引入人工智能技术决策的因素, 以及研究引入人工智能技术与替代和/或补充员工认知能力的效果及其对形成竞争优势的影响之间的关系。本研究基于147家工业公司的数据进行。采用两种模型对引入人工智能技术时出现的替代效应和互补效应进行了实证评估: 随机效应Probit模型和固定效应Logit模型。通过这些模型, 可以评估公司内部在将人工智能技术引入业务流程时资源变化的动态, 从而追踪人工智能引入过程中资源替代的效果。

研究结果表明: (1) 决定投资人工智能技术的因素包括: 实施人工智能的能力、引入新技术的成本、公司整体的现有成本水平, 以及对财务和经济效益的预期。(2) 预期通过人工智能技术减少操作时间、减少员工数量 (因为减少了常规操作的工作量)、降低人力资源管理成本, 以及加快新产品的开发和推广速度的公司, 其投资人工智能的决策和投资强度显著更高。(3) 将人工智能引入市场营销和分析、研发和IT、销售和客户服务以及新产品开发, 对形成不可复制的竞争优势影响最大。(4) 在引入人工智能的过程中, 同时出现了替代效应和互补效应, 这改变了竞争优势的来源。虽然用人工智能的计算能力替代传统的行业特定人类认知能力会破坏现有优势, 但通过人类和机器能力的互补, 能够创建新的、持久的不可复制优势。本研究补充了资源基础观, 表明异质的、不相关的资源 (如人类和机器) 也可以成为独特竞争优势的来源。

关键词: 机器学习、神经网络、工业公司、资源基础理论、替代效应、互补效应。

引用文本:

Trachuk A.V., Linder N.V. (2024). 引入人工智能技术的决策因素及其对可持续竞争优势来源的转型. *战略决策和风险管理*, 15(2): 134-151. DOI: 10.17747/2618-947X-2024-2-134-151.

致谢

该论文是使用财政大学政府任务拨款资助的研究结果编写的。

Введение

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) занимают все более значимое место при оптимизации бизнес-процессов компаний. Так, по оценкам консалтинговой компании «Яков и партнеры», объем российского рынка ИИ в 2022 году оценивался в 30–50 млрд руб. в год, а к 2028 году ожидается его рост до 26–36 трлн руб.¹ При этом скорость развития технологий ИИ делает их все более доступными

для компаний, которые используют ИИ для решения задач в бизнес-функциях.

Своеобразная точка перегиба в развитии данных технологий была пройдена с созданием технологии генеративного ИИ. Современные технологии искусственного интеллекта способны выполнять когнитивные функции, ранее связанные только с человеческим разумом [Rai et al., 2019]. Исследователи в области управления предполагают, что ИИ меня-

¹ Искусственный интеллект в России-2023: тренды и перспективы. М., 2023. https://yakov.partners/upload/iblock/c5e/c8t1wrkdne5y9a4nqlcderlwny7xh4/20231218_AI_future.pdf?ysclid=1z13ttscsls470347383.

ет источники конкурентных преимуществ [Davenport, Kirby, 2016, p. 204; Wilson, Daugherty, 2018, p. 214], но их взгляды на то, как происходит это изменение, противоречивы.

В ряде работ показано, что ИИ заменяет когнитивные способности людей [Balasubramanian et al., 2022], описано, как технологии ИИ заменяют инвесторов [Noonan, 2017], менеджеров по набору персонала [Chamorro-Premuzic et al., 2019], врачей, в том числе для диагностики или проведения операций [Blakely, 2020].

В других работах утверждается, что технологии ИИ лишь дополняют, а не заменяют когнитивные способности людей [Murray et al., 2021], когда инвесторы, менеджеры и врачи используют ИИ для помощи в инвестициях, наборе персонала или лечении [Topol, 2019].

Согласно ресурсной концепции фирмы (Resource based view, RBV) [Barney, 1991], когнитивные способности людей являются источником не копируемых конкурентных преимуществ, так как их трудно имитировать. Именно эти преимущества служат источником конкурентоспособности и позволяют фирмам стать лидерами за счет более высокой производительности, уникальной стратегии, эффективности инновационной деятельности, формирования лучшего ценностного предложения [Kunc, Morecroft, 2010; Helfat, Peteraf, 2015].

Если технологии ИИ заменяют когнитивные способности человека, то с точки зрения ресурсной концепции когнитивные способности человека перестают быть не копируемыми конкурентными преимуществами, так как созданные и коммерциализованные технологии имеют невысокие имитационные барьеры [Brynjolfsson, McAfee, 2014, p. 31]. И наоборот, если технологии ИИ дополняют когнитивные возможности человека, то с точки зрения RBV это станет дополнительным преимуществом [Argyres, Zenger, 2012], потому что широко применяемая технология ИИ позволяет создавать уникальные пакеты ранее несвязанных ресурсов, таких как, например, опыт врачей и машинное прогнозирование ИИ [Agrawal et al., 2024]. То есть это утверждение основано на уникальных характеристиках самой технологии ИИ.

В работе [Stadler et al., 2021] показано, что когда организации используют как знакомые, так и новые технологии, возникает двойной эффект одновременного и замещения², и комплементации³ ресурсов. Однако в случае использования технологий ИИ авторы обнаружили возникновение эффекта замещения, в то время как эффекта комплементации не было.

Однако результаты подобных исследований не содержат ответов на вопрос о взаимосвязях между эффектами замещения и комплементации, драйверов этих взаимосвязей и возможных способов формирования новых не копируемых преимуществ.

Цель данной статьи – анализ факторов, влияющих на решение промышленных компаний о внедрении технологий искусственного интеллекта, взаимосвязи данных технологий с эффектами замещения или дополнения когнитивных способностей сотрудников и влияния на источники конкурентного преимущества.

1. Теоретический обзор литературы

Технологии искусственного интеллекта – это системы и сервисы, в основе которых лежат модели машинного обучения. Модели машинного обучения имеют уже достаточно долгую историю развития от поиска линейной зависимости между несколькими факторами до использования архитектуры нейронных сетей с миллиардами параметров, что позволяет им находить сложные зависимости в данных. На сегодняшний день в бизнесе используют следующие типы моделей⁴:

- предиктивные модели ИИ используются для прогнозирования будущих событий или результатов на основе исторических данных. Они могут быть применены в различных областях, таких как финансы, здравоохранение, маркетинг и многие другие. Так, они используются в финансах для прогнозирования курсов валют, цен на акции или выявления мошеннических транзакций; в производственной деятельности – для прогнозирования потребностей в сырье, а также предотвращения поломок и планирования ремонта; в коммерческой деятельности – для прогнозирования спроса на товары или услуги;
- оптимизационные модели ИИ используются для решения задач по оптимизации или нахождения лучшего решения из множества возможных вариантов; также имеют широкое применение в различных областях: например, в медицине – для определения наиболее эффективного способа лечения или лучшего способа проведения операций и предотвращения осложнений, в логистике – для оптимизации маршрутов, прогнозирования загруженности дорог, в закупках – для сокращения расходов, в производстве – для оптимизации производственных процессов и снижения затрат;
- генеративные модели ИИ – модели, которые при помощи данных, использовавшихся для обучения, создают новые данные разных модальностей; в бизнесе используются преимущественно для генерации текстов и изображений;
- большие языковые модели LLM – алгоритмы машинного обучения, которые способны генерировать текст на основе предоставленного; применяются для генерации, краткого изложения или изменения текста;
- обработка естественного языка NLP (речевые технологии, рекомендации и персонализация) – технологии, направленные на анализ и интерпретацию человеческого языка; применяется в чат-ботах, клиентской поддержке, поисковых системах и пр.;
- компьютерное зрение CV – область ИИ, которая занимается анализом изображений и видео при помощи компьютеров, включает в себя распознавание образов, сегментацию изображений и пр.; применяется в медицине, робототехнике, безопасности и т.д.

Все описанные модели основаны на трех методах моделей машинного обучения:

- 1) модель обучается на базе данных с целевыми значениями ответов;

² Эффект замещения проявляется, когда использование одного ресурса приводит к уменьшению использования другого (взаимозаменяемые ресурсы).

³ Эффект комплементации возникает, когда использование одного ресурса увеличивает использование другого (взаимодополняемые ресурсы).

⁴ Искусственный интеллект в России... https://yakov.partners/upload/iblock/c5e/c8t1wrkdne5y9a4nqlcleralwny7xh4/20231218_AI_future.pdf?ysclid=1z13ttscsls470347383.

- 2) обучение модели на данных без целевого результата (модель сама ищет в них закономерности);
- 3) обучение на обратной связи на основании правил или оценки тренера.

Таким образом, в отличие от предыдущих технологий технологии ИИ позволяют машинам учиться и действовать автономно [Balasubramanian et al., 2022], что, в свою очередь, позволяет ИИ взаимодействовать с людьми при принятии решений и разрешении проблем [Murray et al., 2021]. Следовательно, ИИ имеет потенциал как заменять, так и дополнять когнитивные способности людей [Raisch, Krakowski, 2021].

В существующих работах в области ресурсной концепции утверждается, что эффект замещения устраняет конкурентное преимущество, когда новые ресурсы с высокой доступностью заменяют традиционные, обеспечивая ту же функциональность, а эффект комплементации, наоборот, создает конкурентные преимущества, когда традиционные и новые ресурсы интегрированы для формирования новых уникальных пакетов ресурсов [Peteraf, Bergen, 2003; Levinthal, Wu, 2010; Polidoro, Toh, 2011; Argyres, Zenger, 2012].

В работах [Brynjolfsson, McAfee, 2014; Agrawal et al., 2018; Choudhury et al., 2020; Raisch, Krakowski, 2021] ИИ описан как новый технологический ресурс стратегического значения, который может учиться и действовать независимо от людей. Люди и ИИ различаются способами обработки информации для создания знаний, поскольку ИИ может обрабатывать гораздо большие объемы информации с более высокой скоростью и точностью, в то время как люди используют «шаблоны» обработки информации, которые могут вызывать потенциальные ошибки или предубеждения, но также сделать людей более универсальными в сложных информационных средах [Raisch, Krakowski, 2021]. С точки зрения RBV эти различные свойства предполагают взаимосвязь эффектов замещения и комплементации.

Эффект замещения при внедрении технологий ИИ

Эффект замещения в ресурсной концепции RBV основан на понятии взаимозаменяемости ресурсов [Peteraf, Bergen, 2003; Polidoro, Toh, 2011], то есть способности ресурсов заменять другие, обеспечивающие ту же функциональность [Levinthal, Wu, 2010]. Ресурсы с низкой заменяемостью являются специфичными или уникальными, в то время как ресурсы с высокой заменяемостью, напротив, могут применяться широко. При этом ресурсы, имеющие высокую заменяемость, могут быть распределены между направлениями деятельности без дополнительных затрат, и, наоборот, ресурсы, которые сложно масштабировать, будут иметь затраты на их использование для других направлений деятельности. Так, общие когнитивные способности человека обладают высокой взаимозаменяемостью, а когнитивные способности в какой-либо узкой, специфичной области – низкой взаимозаменяемостью, а также могут не подходить для масштабирования [Helfat, Peteraf, 2015]. Это ограничивает использование их возможностей для смежных областей деятельности компании [Wernerfelt, Montgomery, 1988], потому что их применение для замены в несвязанных областях потребует дополнительного изучения, накопления опыта, сопряженного со значительными экономическими затратами, которые быстро превысят любые потенциальные выгоды [Helfat, Peteraf, 2015].

Внедрение технологий ИИ может вызвать эффект замещения когнитивных способностей. Например, сочетание речевых технологий и генеративного ИИ позволяет составить драфт делового письма, предложить идеи для продвижения бизнеса в заданной нише, сформировать персональные предложения для клиентов. Кроме того, в настоящее время ИИ широко используется для прогнозирования, принятия стратегических решений и решения проблем, которые традиционно могли делать только люди, полагаясь на свои когнитивные способности [Shrestha et al., 2019]. В отличие от людей машины имеют квазиограниченную способность обрабатывать информацию, часто обеспечивая лучшие прогнозы, чем люди [Raisch, Krakowski, 2021]. Например, машины на основе искусственного интеллекта теперь соответствуют или превосходят врачей по диагностике и лечению рака, прогнозируют способность кандидата выполнять работу на имеющейся должности [Chamorro-Premuzic et al., 2019], создают альтернативные дизайны продуктов [Verganti et al., 2020] и прогнозируют возможности венчурных инвестиций бизнес-ангелов [Blohm et al., 2022]. Таким образом, точность технологий ИИ и их разнообразие, вероятно, снизят традиционную ценность возможностей человеческих ресурсов как источника не копируемых конкурентных преимуществ или даже сделают эти конкурентные преимущества устаревшими [Agrawal et al., 2018, p. 80].

Вместе с тем в литературе все еще остаются открытыми вопросы относительно эффекта замещения, вызванного ИИ. Насколько технические ограничения мешают машинам полностью принимать решения или разрешать проблемы [Raisch, Krakowski, 2021]? Ведь прогнозирование – это только один из компонентов принятия решений, которое также включает в себя такие задачи, как постановка целей, выбор данных, суждение и выработка мер [Shrestha et al., 2019]. Характер замещения может отличаться, когда машины заменяют людей, а предыдущие исследования описывали замену однотипных ресурсов (между людьми, технологиями и т.д.) [Peteraf, Bergen, 2003; Levinthal, Wu, 2010]. Следовательно, первый вопрос, который требует изучения: заменяет ли ИИ и как когнитивные способности человека, формирующие не копируемые конкурентные преимущества?

Эффект комплементации при внедрении технологий ИИ

Согласно ресурсной концепции эффект комплементации создает не копируемое конкурентное преимущество за счет формирования уникальных комбинаций ресурсов [Newbert, 2007]. Компании, желая создать новые конкурентные преимущества, интегрируют существующие и новые ресурсы в пакеты ресурсов, которые «уникально дополняют друг друга» [Argyres, Zenger, 2012, p. 1648]. В работе [Milgrom, Roberts, 1990] подчеркивается, что чтобы сформировать пакет уникальных взаимодополняющих ресурсов, они должны быть не только сверхмодульными, но и несвязанными. Такая несвязанность гарантирует, что полученные в результате пакеты ресурсов будут совершенно новыми, способными создать устойчивое не копируемое конкурентное преимущество [Argyres, Zenger, 2012].

Если использовать эту теорию для формирования эффекта комплементации применительно к ИИ, то можно предполо-

жить, что комплементация может происходить как для разнотипных задач [Raisch, Krakowski, 2021], так и для выполнения одной задачи [Agrawal et al., 2018]. Например, диагностика поломок оборудования проводится с использованием ИИ, в то время как люди сосредоточены на выполнении самого ремонта или замены оборудования (разнотипные задачи). Или люди проводят диагностику с ИИ, но используют свое контекстное понимание для предотвращения искажений. То есть в случае с ИИ можно говорить об одновременной динамике эффектов замещения и дополнения [Brynjolfsson, McAfee, 2014; Raisch, Krakowski, 2021]. Однако в работе [Shrestha et al., 2019] отмечено, что объединение человеческих и машинных возможностей в контексте ИИ может привести к негативным эффектам взаимодополняемости, так как обучение ИИ может происходить без контроля человека.

В рамках настоящего исследования мы изучим вопрос, может ли ИИ и как дополнить человеческие возможности технологическими ресурсами и как такое дополнение связано с эффектом замещения.

2. Методология исследования

Поскольку исследований о факторах, способствующих принятию решений о внедрении технологий ИИ мало, а также нет устоявшейся теории формирования устойчивых конкурентных преимуществ при внедрении ИИ, мы будем использовать подход, основанный на опросах [Berry et al., 2021], чтобы сопоставить эффекты замены и комплементации на основе внедрения технологий искусственного интеллекта.

2.1. Формирование выборки исследования

Для анализа были проведены 38 глубинных интервью с представителями высшего руководства компаний продолжительностью около часа. Затем были сформированы вопросы анкеты, которую разослали примерно 600 промышленным компаниям с численностью персонала свыше 500 человек, отклик составил 19,3% (116 компаний). После исключения анкет, содержащих пропущенные сведения по какому-либо

из вопросов, окончательная выборка составила 109 компаний. Таким образом, общая численность выборки исследования – 147 промышленных компаний.

Данные анкет были дополнены показателями деятельности компаний, содержащимися в открытых источниках на их сайтах, а также в базах Amadeus и Ruslana BvD на май 2024 года. Вошедшие в выборку компании принадлежат к отраслям промышленного производства трех секторов: высоко-, средне- и низкотехнологичного, более половины опрошенных компаний работают на рынке свыше 15 лет, возраст компаний выборки варьируется от 2 до 205 лет и в среднем составляет 44 года.

Международные компании в представленной выборке составляют 13%, иностранные компании, работающие на российском рынке, – 7%, российские компании, работающие на внутреннем и зарубежных рынках, – 28%, российские компании, работающие только на внутреннем рынке, – 52%. Характеристика компаний, вошедших в выборку, представлена в табл. 1.

Следует отметить, что расходы на внедрение ИИ компаний выборки характеризуются крайне сильным разбросом: менее 1% опрошенных компаний тратят на внедрение ИИ больше 10% выручки от реализации, 7% компаний тратят 5–10% выручки, 16% компаний – 3–5% выручки, большинство компаний-респондентов – 67% – инвестируют в технологии ИИ от 1 до 3% выручки от реализации, оставшиеся 9% – менее 1%.

2.2. Модель исследования

Выбор методов для анализа факторов внедрения новых технологий во многом зависит от рассматриваемой проблемы. Авторы работы [Mairesse, Robin, 2009] применяют метод максимального правдоподобия (MLE) для одновременного анализа всех аспектов инновационной деятельности компаний, включая инвестиции в новые технологии. Однако мы будем применять модель Тобит II, отвечающую на два неравнозначных вопроса: «Почему фирмы вкладывают в ИИ?» и «Что влияет на размер инвестиций в ИИ?» При этом состав факторов, влияющих на инвестиции в ИИ и их размер, может как различаться, так и совпадать.

Таблица 1
Характеристика компаний выборки
Table 1
Characteristics of the sample companies

	Все отрасли	Высокотехнологичные отрасли	Среднетехнологичные отрасли	Низкотехнологичные отрасли
Число компаний	147	16	82	49
Доля компаний в выборке, внедряющих ИИ в свои бизнес-процессы	0,32	0,94	0,53	0,27
Суммарные затраты на технологические, маркетинговые и организационные инновации (млн руб.)	87 162 000	42 064 000	28 092 000	17 006 000
в том числе суммарные расходы на внедрение новых технологий (млн руб.)	29 278 100	17 354 600	7 318 000	4 605 500
Средние расходы на ИИ (млн руб.)	5030	10391	2938	2774
Медиана реальных расходов на ИИ (млн руб.)	267	401	232	104

Для анализа мы используем систему структурных уравнений, позволяющих оценить факторы внедрения технологий ИИ, их влияние на формирование конкурентных преимуществ и, соответственно, конкурентоспособность промышленных компаний.

Уравнение (1) оценивает вероятность инвестиций промышленных компаний в технологии ИИ:

$$AI_doing_{it} = \begin{cases} 1, & \text{если } AI_doing_{it}^* = x_{it}b_{it} + u_{it} > \tau \\ 0, & \text{если } AI_doing_{it}^* = x_{it}b_{it} + u_{it} \leq \tau \end{cases} \quad (1)$$

Объясняемая переменная AI_doing примет значение 1, если компания i в момент времени t примет решение об инвестировании в технологии ИИ, и 0 – в остальных случаях.

Уравнение (2) оценивает объемы инвестиций в технологии ИИ в расчете на одного сотрудника:

$$AI_{it} = \begin{cases} AI_{it}^* = x_{it}b_{it} + u_{it}, & \text{если } AI_doing_{it} = 1 \\ 0, & \text{если } AI_doing_{it} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Уравнения (3) и (4) отражают результаты формирования не копируемых конкурентных преимуществ: прибыль от реализации новой продукции с уникальными свойствами ($P_{new\ pr_{it}}$) и количество полученных компанией патентов ($Patents_{it}$):

$$P_{new\ pr_{it}} = AI_{it} \alpha_{r1t} + z_{it}b_{3t} + u_{3it}, \quad (3)$$

$$Patents_{it} = AI_{it} \alpha_{r2t} + z_{it}b_{4t} + u_{4it}. \quad (4)$$

Для анализа возникновения эффекта замещения при внедрении технологий ИИ ($Substitution\ AI_{it}$) и эффекта взаимодополнения ($Complementation\ AI_{it}$) мы будем оценивать уравнения результатов формирования не копируемых конкурентных преимуществ при помощи двух моделей: пробит-модель со случайными эффектами (random effect probit) и логит-модель с постоянными эффектами (fixed effect logit).

Модели с фиксированными эффектами (fixed effect logit) позволяют оценить внутрифирменную динамику изменения ресурсов при внедрении в бизнес-процесс технологий ИИ, то есть проследить эффект замещения ресурсов при внедрении ИИ. Кроме того, эффект замещения может повлиять на изменение решения предприятия об инвестициях в ИИ, а также выявить межфирменные различия – почему одни предприятия инвестируют в ИИ чаще и больше, чем другие.

При оценивании уравнения со случайными эффектами (random effect probit) из анализа исключаются факторы, обладающие слабой внутригрупповой волатильностью, – таким образом мы сможем оценить эффект взаимодополнения.

Для учета потенциальной ненормальности и гетероскедастичности остатков стандартные ошибки во всех моделях рассчитываются бутстрапом из 150 репликаций [Efron, 1979].

Уравнение (5) показывает достижение лидерства компанией за счет формирования не копируемых конкурентных преимуществ, выраженного как изменение рыночной доли компании (Q_t) в зависимости от инвестиций компании в ИИ, выпуска новой продукции ($P_{new\ pr_{it}}$) и количества полученных компанией патентов ($Patents_{it}$).

Кроме того, нами проанализировано влияние эффекта замещения ($Substitution\ AI_{it}$) и эффекта взаимодополнения ($Complementation\ AI_{it}$). Поскольку рыночная доля компании

зависит не только от внедрения новых технологий, но и от ее вложений в текущую деятельность, качества трудовых ресурсов, используемых ею, и т.д., мы добавляем переменные, показывающие влияние других факторов:

$$Q_t = a_{NPt} P_{new\ pr_{it}} + a_{Pt} Patents_{it} + a_{R3t} AI_{it} + h_{it}b_{5t} + u_{5t}. \quad (5)$$

Далее описаны переменные этой модели.

2.3. Переменные исследования

Независимые переменные

для двухэтапной модели Хекмана

Для анализа различных аспектов принятия решений компаниями о внедрении ИИ нами использовались следующие показатели, выбор которых обусловлен проведенными глубинными интервью и имеющимися исследованиями по внедрению новых технологий:

- x_{1t} – размер компании, измеряется как логарифм численности сотрудников. Может влиять как положительно, так и отрицательно на решения о внедрении новых технологий: крупные компании имеют лучший доступ к ресурсам, в том числе финансовым, а следовательно, имеют больше возможностей проводить масштабные и дорогостоящие внедрения новых технологий, в том числе ИИ; небольшие компании гибче подстраиваются под требования рынка и потребителей и могут быстрее принимать решения, опережая крупные компании во внедрении ИИ для вывода на рынок новых продуктов;
- x_{2t} – возраст компании, измеряется как логарифм числа лет деятельности компании. Так же, как и размер, может оказывать и положительное, и отрицательное влияние. К. Шумпетер писал, что возраст компании отражает опыт и налаженность бизнес-процессов, что облегчает внедрение новых технологий. В то же время молодые компании обладают гибкостью, свежими идеями и способны занять лидирующие позиции за счет новаторства и внедрения новых технологий;
- x_{3t} – наличие исследований по теме ИИ и инновационных разработок, фиктивная переменная, равная 1, если компания имеет собственные подразделения, и 0 – если нет. Выполнение исследований развивает компетенции сотрудников в области ИИ, а результаты успешных исследований стимулируют дальнейшие инвестиции в ИИ;
- x_{4t} – наличие компетенций для внедрения ИИ, измеряется как логарифм числа сотрудников, имеющих компетенции для внедрения технологий ИИ. Наличие сотрудников, способных к внедрению технологий ИИ, стимулирует его;
- x_{5t} – общие затраты на текущую деятельность, измеряются как логарифм объема текущих вложений. Этот показатель связан с финансовыми возможностями компании, что также влияет на внедрение новых технологий в компании;
- x_{6t} – затраты на приобретение новых технологий, измеряются как логарифм суммы затрат на приобретение новых технологий. Приобретение новых технологий развивает навыки сотрудников и служит источником генерации новых знаний;

- x_{7r} – качество рабочей силы, измеряется как логарифм числа сотрудников, имеющих высшее образование. Чем выше квалификация сотрудников, тем больше они склонны к сложной интеллектуальной работе и творчеству, их наличие повышает эффективность инновационной деятельности и стимулирует компании к дальнейшим инвестициям в новые технологии;
- x_{8r} – рентабельность продаж, измеряется как логарифм доли прибыли до налогообложения в выручке за прошлый год. Прибыль служит важным источником финансирования затрат на внедрение ИИ и может стимулировать привлекательность для компаний инвестиций в ИИ;
- x_{9r} – международная деятельность, фиктивная переменная, равная 1, если компания имеет экспортную выручку, и 0 – в противном случае. В исследованиях показано положительное влияние международной деятельности компании на ее инновационную активность, что объясняется высокой конкуренцией на международных рынках и необходимостью внедрения новых технологий для достижения лидерства;
- x_{10r} – ограничение ликвидности, фиктивная переменная, оценивающая наличие у фирмы финансовых ресурсов и их доступность для поддержания своей деятельности и финансирования инновационных бизнес-инициатив, равная 1, если компания имеет доступ к финансовому капиталу, и 0 – если испытывает ограничения ликвидности. Доступ к финансовому капиталу особенно важен для инвестиций в новые технологии, характеризующихся высокой ресурсоемкостью и рисками;
- x_{11r} – наличие инфраструктуры – связь и имеющиеся мощности компании, фиктивная переменная, равная 1, если компания имеет свою инфраструктуру, и 0 – в противном случае;
- x_{12r} – оценка уровня воспринимаемого риска при внедрении ИИ, фиктивная переменная, равная 1, если компания оценивает уровень риска как низкий или средний, и 0 – в противном случае. Если компания воспринимает риски как низкие или умеренные, то это позволит ей инициировать внедрение ИИ;
- x_{13r} – ожидаемый финансовый эффект, фиктивная переменная, равная 1, если компания ожидает финансовый эффект, и 0 – в противном случае. Если компания будет уверена в получении финансового эффекта от внедрения ИИ, то это положительно повлияет на ее решение о внедрении;
- x_{14r} – регуляторные условия и уровень государственной поддержки инвестиций в ИИ, фиктивная переменная, равная 1, если компания использует государственную поддержку, и 0 – в противном случае. Регуляторные условия и государственная поддержка стимулируют компании к инвестициям в ИИ;
- потенциальные экономические эффекты, фиктивная переменная, равная 1, если компания ожидает эффект, и 0 – если нет. Ожидание экономических эффектов способствует решению компании о внедрении ИИ, при этом мы выделяем и анализируем виды эффектов:

- x_{15r} – сокращение рабочего времени для выполнения операций,
- x_{16r} – сокращение численности сотрудников за счет сокращения объема рутинных операций,
- x_{17r} – повышение лояльности за счет персонализированных ответов пользователям,
- x_{18r} – сокращение затрат на функцию управления персоналом за счет генерации готовых тренингов, написание саммари интервью, анализа интервью,
- x_{19r} – увеличение скорости поиска информации внутри корпоративных баз знаний,
- x_{20r} – увеличение скорости разработки и продвижения новых продуктов.

Независимые переменные для модели результатов формирования не копируемых конкурентных преимуществ

Для анализа различных аспектов формирования не копируемых конкурентных преимуществ при внедрении ИИ нами использовались следующие показатели, выбор которых обусловлен проведенными глубинными интервью:

- бизнес-процессы, в которые компания внедряет ИИ. В целом опрошенные промышленные компании внедряют ИИ в следующие бизнес-процессы:
 - z_{1r} – управление персоналом и внутрикорпоративные функции,
 - z_{2r} – продажи и формирование ценностного предложения,
 - z_{3r} – маркетинг и аналитика,
 - z_{4r} – разработка и ИТ,
 - z_{5r} – клиентский сервис и поддержка,
 - z_{6r} – исследования и разработки,
 - z_{7r} – операционный менеджмент и производство,
 - z_{8r} – логистика и цепочки поставок,
 - z_{9r} – финансы и закупки,
 - z_{10r} – юридическое сопровождение и управление рисками,
 - z_{11r} – прогнозирование и формирование стратегии,
 - z_{12r} – коммуникации и безопасность,
 - z_{13r} – разработка новых продуктов.

Распределение компаний, внедряющих ИИ в те или иные бизнес-процессы, представлено на рис. 1.

- Также на формирование не копируемых конкурентных преимуществ будет оказывать влияние стадия внедрения ИИ. Так, в исследовании компании «Яков и партнеры»⁵ выделяются пять стадий внедрения искусственного интеллекта, на основании чего мы вводим следующие переменные:
 - z_{14r} – инициирование – когда стратегия внедрения ИИ и внутренняя экспертиза отсутствуют, компания только начинает думать о необходимости внедрения ИИ;
 - z_{15r} – изучение – стадия точечного изучения потенциально интересных решений;
 - z_{16r} – экспериментирование – нет единых стандартов внедрения ИИ, в различных функциях тестируются собственные разработки или решения вендоров;

⁵ Искусственный интеллект в России... https://yakov.partners/upload/iblock/c5e/c8t1wrkdne5y9a4nqlcderalwny7xh4/20231218_AI_future.pdf?ysclid=1z13ttscls470347383.

Рис. 1. Бизнес-процессы, в которые опрошенные компании внедряют технологии ИИ

Fig. 1. Business processes in which the surveyed companies use AI technologies



- z_{17r} – формализация – утверждены планы и бюджет на внедрение и масштабирование ИИ;
- z_{18r} – масштабирование – развитие и масштабирование ИИ становятся частью стратегии компании; внедрение ИИ имеет реальный эффект.

Распределение компаний по стадиям внедрения ИИ представлено на рис. 2.

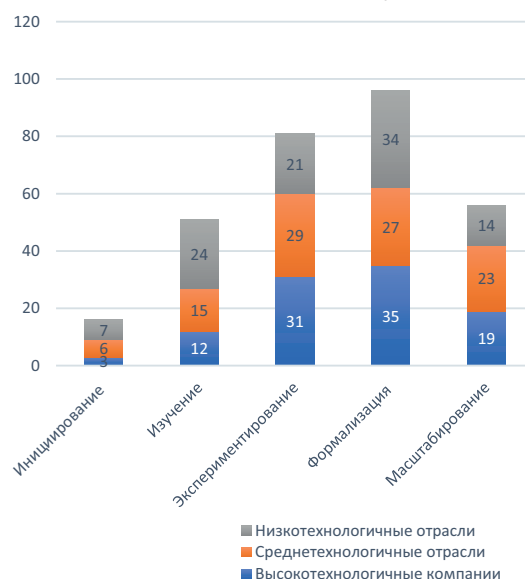
- Еще один фактор, отражающий влияние эффектов замещения или комплементации при формировании не копируемых конкурентных преимуществ, – объем необходимых ресурсов:
- z_{19r} – если при внедрении ИИ объем используемых ресурсов будет увеличен, наблюдается эффект комплементации, в противном случае – замещения.

Для анализа участия человека в выполнении бизнес-процесса мы анализировали два типа операций:

- бизнес-процесс выполняется человеком самостоятельно, без использования технологий ИИ;
- бизнес-процесс выполняется человеком с использованием технологий ИИ.

Рис. 2. Распределение промышленных компаний выборки по стадиям внедрения технологий ИИ

Fig. 2. Distribution of industrial companies in the sample by levels of adoption of AI technologies



- И еще одна переменная – z_{20r} – фактор наличия и внедрения собственных разработок технологий ИИ, фиктивная переменная, равная 1, если компания внедряет собственные разработки ИИ, и 0 – в противном случае.

Среди промышленных компаний, принявших участие в опросе, доля компаний, имеющих и внедряющих собственные разработки ИИ, в выборке составила 26%, доля компаний, использующих только решения вендоров, – 74%.

Контрольные переменные

Результаты формирования не копируемых конкурентных преимуществ промышленных компаний (в нашем случае – доля рынка) могут варьироваться в зависимости от отраслевой принадлежности и уровня конкуренции в отрасли. В качестве контрольных в модель вошли следующие переменные.

- Отрасль, в которой компания осуществляет свою деятельность. Всего было выделено три крупных сектора:
 - высокотехнологичный – производство фармацевтической продукции, офисного оборудования и вычислительной техники, электронных компонентов и аппаратуры для радио, телевидения и связи, медицинских изделий, летательных аппаратов, включая космические;
 - среднетехнологичный – химическое производство, производство машин и оборудования, электрических машин и оборудования, автомобилей, нефтепродуктов, резиновых и пластмассовых изделий, металлургическое производство, производство готовых металлических изделий;
 - низкотехнологичный – производство пищевых продуктов, табачных изделий, текстильное производство, производство одежды, обработка древесины и производство изделий из дерева, производство целлюлозы, бумаги, картона, издательская и полиграфическая деятельность, обработка вторичного сырья.

- Уровень интенсивности конкуренции в отрасли $SOMP_i$ измерен как совместная рыночная доля трех крупнейших конкурентов в отрасли.
- Участие государства в капитале компании измерено как доля государства в общем капитале компании.

Аналитическая модель исследования представлена на рис. 3.

3. Результаты исследования

Основной моделью первого уравнения модели будет Тобит II, оцениваемый двухэтапным методом. На первом этапе осуществляется анализ устойчивых факторов инвестиций в ИИ на данных за 2021–2023 гг. При этом уравнение отбора оценивается при помощи пробит-модели со случайными эффектами (random effect probit).

Оценки коэффициентов уравнений сильно различаются между собой. Уравнение интенсивности инвестиций Тобит II значительно отличается от уравнения отбора ($\chi^2(31) = 1894,28$, $p = 0,000$).

Результаты оценивания модели принятия решений об инвестициях в ИИ за 2021–2023 гг. представлены в табл. 2.

Анализ уравнения, оценивающего факторы, влияющие на принятие решения о внедрении ИИ на основе модели со случайными эффектами (full random effect model), позволяет сделать вывод, что в целом на инвестиции в технологии ИИ наиболее сильно положительно влияют: наличие компетенций для внедрения ИИ, затраты на внедрение новых техно-

логий и уровень текущих затрат в целом по компании, ожидания финансовых эффектов и наличие инфраструктуры.

Размер компании имеет умеренную силу влияния, что говорит о том, что в среднем более крупные компании чаще принимают положительное решение о внедрении ИИ в свои бизнес-процессы. Однако размер компании никак не влияет на объемы инвестиций в ИИ.

Факторы инвестиций в ИИ в зависимости от сектора промышленности также не имеют существенных различий во влиянии. В высокотехнологичных отраслях интенсивность инвестиций в ИИ не зависит от того, является ли компания экспортером или нет. В средне- и низкотехнологичных отраслях интенсивность инвестиций в ИИ значительно выше для компаний-экспортеров, чем для неэкспортеров.

Решение об инвестициях в ИИ значительно чаще принимается компаниями, ожидающими потенциальный экономический эффект от внедрения ИИ. Так, решение об инвестициях в ИИ и их интенсивность значительно выше у компаний, ожидающих: сокращение времени на выполнение операций; сокращение численности сотрудников за счет уменьшения объема рутинных операций; сокращение затрат на функцию управления персоналом; увеличение скорости разработки и продвижения новых продуктов.

Эффекты от увеличения скорости поиска информации внутри корпоративных баз знаний не оказывают значимого влияния на интенсивность инвестиций в ИИ.

Рис. 3. Аналитическая модель исследования
Fig. 3. Analytical research model

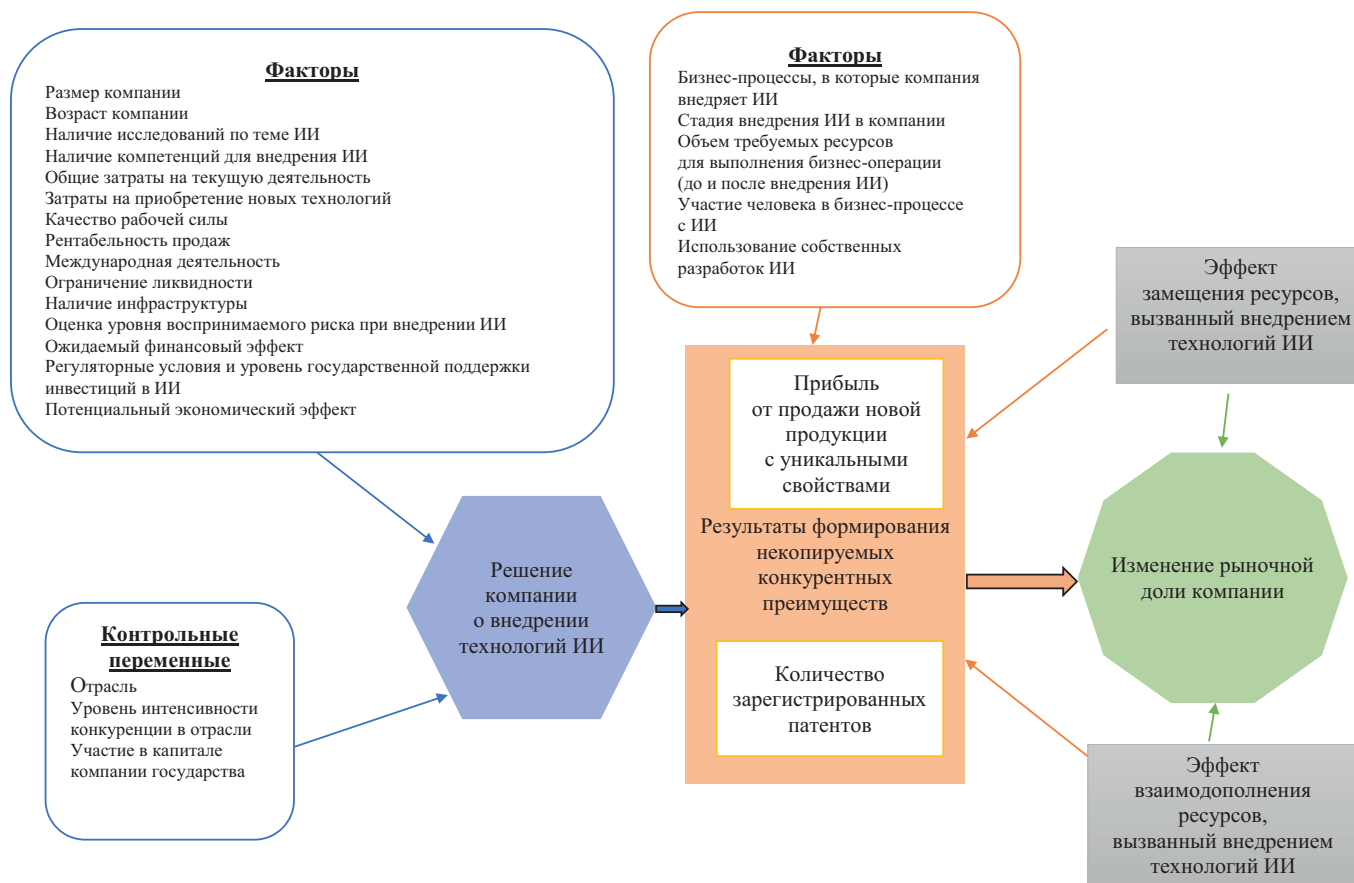


Таблица 2
Принятие решения об инвестициях в технологии ИИ (двухэтапная модель Хекмана (Тобит II)), 2021–2023 годы
Table 2
Investment decisions based on AI technology (two-stage Heckman model (Tobit II)), 2021–2023

Зависимая переменная	Высокотехнологичные отрасли		Среднетехнологичные отрасли		Низкотехнологичные отрасли	
Решение компаний об инвестициях в ИИ и объем инвестиций						
Метод анализа – модель со случайными эффектами	1-й этап	2-й этап	1-й этап	2-й этап	1-й этап	2-й этап
Размер компании – x_{1t} (логарифм средней численности)	0,187*** (0,007)	0,064* (0,072)	0,142*** (0,081)	0,062* (0,103)	0,145*** (0,111)	0,014** (0,107)
Возраст компании – x_{2t} (логарифм $\frac{t}{10}$ среднего числа лет)	0,024*** (0,012)	0,117 (0,037)	0,033*** (0,021)	0,276* (0,043)	0,127*** (0,032)	0,074*** (0,022)
Наличие исследований по теме ИИ и инновационных разработок – x_{3t} (1 – да, 0 – нет)	0,151*** (0,102)	0,124 (0,112)	0,172** (0,115)	0,177 (0,107)	0,109** (0,134)	0,171** (0,017)
Наличие компетенций для внедрения ИИ – x_{4t} (1 – да, 0 – нет)	0,216*** (0,046)	0,242 (0,017)	0,361*** (0,029)	0,373* (0,031)	0,309*** (0,033)	0,291*** (0,028)
Общие затраты на текущую деятельность – x_{5t} (логарифм суммарных затрат в текущую деятельность)	0,284*** (0,051)	0,297 (0,023)	0,311*** (0,049)	0,304* (0,037)	0,249*** (0,021)	0,264*** (0,012)
Затраты на приобретение новых технологий – x_{6t} (логарифм суммарных расходов на приобретение оборудования)	0,202** (0,064)	0,219 (0,043)	0,216*** (0,141)	0,274 (0,048)	0,219*** (0,059)	0,174*** (0,106)
Качество рабочей силы – x_{7t} (логарифм числа сотрудников, имеющих высшее образование)	0,134*** (0,009)	0,115*** (0,029)	0,211*** (0,013)	0,118*** (0,104)	0,123*** (0,027)	0,129*** (0,079)
Рентабельность продаж – x_{8t} (логарифм доли прибыли до налогообложения в выручке за прошлый год)	0,164*** (0,041)	0,159 (0,139)	0,104*** (0,071)	0,132** (0,298)	0,128** (0,030)	0,076 (0,122)
Наличие экспортной выручки – x_{9t} (1 – да, 0 – нет)	0,093* (0,041)	0,077** (0,088)	0,292*** (0,094)	0,374*** (0,298)	0,152* (0,030)	0,077*** (0,122)
Ограничение ликвидности – x_{10t} (1 – да, 0 – нет)	0,098 (0,063)	0,084*** (0,032)	0,114*** (0,043)	0,146*** (0,091)	0,131* (0,099)	0,142*** (0,048)
Наличие инфраструктуры – x_{11t} (1 – да, 0 – нет)	0,203* (0,055)	0,213** (0,065)	0,144* (0,025)	0,158** (0,69)	0,152* (0,030)	0,147*** (0,052)
Оценка уровня воспринимаемого риска при внедрении ИИ – x_{12t} (1 – да, 0 – нет)	0,103 (0,036)	0,157*** (0,042)	0,184*** (0,041)	0,178*** (0,037)	0,157* (0,046)	0,164*** (0,068)
Ожидаемый финансовый эффект – x_{13t} (1 – да, 0 – нет)	0,271*** (0,041)	0,269** (0,088)	0,284*** (0,094)	0,293*** (0,298)	0,279* (0,035)	0,276*** (0,112)
Регуляторные условия и уровень государственной поддержки инвестиций в ИИ – x_{14t} (1 – да, 0 – нет)	0,065* (0,045)	0,047*** (0,046)	0,016 (0,066)	0,018*** (0,069)	0,014* (0,052)	0,001*** (0,54)
Сокращение рабочего времени для выполнения операций – x_{15t} (1 – да, 0 – нет)	0,213*** (0,062)	0,246 (0,122)	0,285*** (0,025)	0,219*** (0,094)	0,231* (0,029)	0,292*** (0,047)
Сокращение численности сотрудников за счет сокращения объема рутинных операций – x_{16t} (1 – да, 0 – нет)	0,158*** (0,073)	0,157 (0,097)	0,164*** (0,073)	0,219*** (0,164)	0,148* (0,101)	0,223*** (0,071)
Прирост лояльности за счет персонализированных ответов пользователям – x_{17t} (1 – да, 0 – нет)	0,094*** (0,059)	0,108 (0,053)	0,123*** (0,066)	0,117*** (0,018)	0,169* (0,051)	0,138*** (0,021)
Сокращение затрат на функцию управления персоналом – x_{18t} (1 – да, 0 – нет)	0,183*** (0,081)	0,165 (0,082)	0,178*** (0,072)	0,162*** (0,032)	0,189* (0,046)	0,194*** (0,034)
Увеличение скорости поиска информации внутри корпоративных баз знаний – x_{19t} (1 – да, 0 – нет)	0,059*** (0,068)	0,026 (0,091)	0,109*** (0,024)	0,101** (0,118)	0,078*** (0,031)	0,038* (0,002)
Увеличение скорости разработки и продвижения новых продуктов – x_{20t} (1 – да, 0 – нет)	0,238*** (0,092)	0,213 (0,047)	0,183*** (0,062)	0,233** (0,028)	0,265*** (0,044)	0,249** (0,062)
Константа	3,337*** (0,178)	– 2,457 (0,723)	– 6,591*** (0,298)	4,273** (0,524)	– 5,569*** (0,442)	3,845** (0,861)
Pseudo R ² (%)	39,3	5,17	39,3	5,17	39,3	5,17
Число наблюдений	16		82		49	

Примечания: 1. Представленные числа имеют значения маржинального эффекта. 2. Статистическая значимость коэффициентов: *** – $p \leq 0,001$; ** – $p \leq 0,01$; * – $p \leq 0,05$. 3. Все стандартные ошибки (в скобках) получены бутстрапом (150 репликаций).

В табл. 3 представлена оценка влияния внедрения технологий ИИ на результаты формирования не копируемых конкурентных преимуществ, а также влияния эффектов замещения (*Substitution AI_{it}*) и взаимодополнения (*Complementation AI_{it}*).

Анализируя разные версии уравнения результатов формирования не копируемых конкурентных преимуществ, следует отметить, что модель с фиксированными эффектами (fixed effect model) имеет более низкую объясняющую

силу из-за слабой вариации факторов, хотя статистика ее не отвергает ни для уравнения прибыли от реализации новых продуктов с уникальными свойствами ($\chi^2(19) = 24,89$, $p = 0,0091$), ни для уравнения полученных патентов ($\chi^2(19) = 29,23$, $p = 0,0088$).

Таким образом, можно сделать вывод, что при внедрении ИИ в российских промышленных компаниях возникают одновременно и эффект замещения, и эффект взаимодополнения. При этом эффект замещения в наибольшей степени про-

Таблица 3
Результаты оценки влияния внедрения ИИ на формирование не копируемых конкурентных преимуществ
Table 3
Results of the assessment of the impact of the introduction of AI on the creation of non-copycat competitive advantages

Зависимая переменная	Высокотехнологичные отрасли		Среднетехнологичные отрасли		Низкотехнологичные отрасли	
Метод анализа: Эффект замещения – модель со случайными эффектами Эффект комплементации – модель с фиксированными эффектами	Эффект замещения	Эффект комплементации	Эффект замещения	Эффект комплементации	Эффект замещения	Эффект комплементации
<i>Прибыль от реализации продукции с уникальными свойствами</i>						
Интенсивность инвестиций в ИИ – AI_{it}	0,223*** (0,087)	0,214* (0,065)	0,192*** (0,071)	0,174* (0,103)	0,143*** (0,051)	0,166** (0,071)
Управление персоналом и внутрикорпоративные функции – z_{1t} (1 – да, 0 – нет)	0,254*** (0,032)	0,071* (0,043)	0,242*** (0,064)	0,162* (0,051)	0,245*** (0,041)	0,112** (0,053)
Продажи и формирование ценностного предложения – z_{2t} (1 – да, 0 – нет)	0,038*** (0,025)	0,062 (0,033)	0,053*** (0,021)	0,057* (0,036)	0,071*** (0,034)	0,067*** (0,031)
Маркетинг и аналитика – z_{3t} (1 – да, 0 – нет)	0,221*** (0,068)	0,254 (0,073)	0,172** (0,061)	0,151 (0,053)	0,179** (0,032)	0,182** (0,051)
Разработка и ИТ – z_{4t} (1 – да, 0 – нет)	0,102*** (0,049)	0,195 (0,054)	0,106*** (0,059)	0,204* (0,068)	0,154*** (0,063)	0,211*** (0,072)
Клиентский сервис и поддержка – z_{5t} (1 – да, 0 – нет)	0,402** (0,051)	0,119 (0,048)	0,314*** (0,027)	0,123 (0,032)	0,271*** (0,039)	0,083*** (0,046)
Исследования и разработки – z_{6t} (1 – да, 0 – нет)	0,155*** (0,046)	0,129*** (0,034)	0,191*** (0,042)	0,178*** (0,061)	0,203*** (0,062)	0,179*** (0,049)
Операционный менеджмент и производство – z_{7t} (1 – да, 0 – нет)	0,121*** (0,057)	0,159 (0,073)	0,165*** (0,062)	0,179** (0,081)	0,215** (0,053)	0,192 (0,066)
Логистика и цепочки поставок – z_{8t} (1 – да, 0 – нет)	0,162*** (0,056)	0,172 (0,063)	0,211*** (0,058)	0,261*** (0,054)	0,222* (0,068)	0,238*** (0,072)
Финансы и закупки – z_{9t} (1 – да, 0 – нет)	0,106*** (0,038)	0,102 (0,059)	0,123*** (0,034)	0,164*** (0,078)	0,152*** (0,041)	0,138* (0,057)
Юридическое сопровождение и управление рисками – z_{10t} (1 – да, 0 – нет)	0,176*** (0,051)	0,181 (0,048)	0,166*** (0,037)	0,178*** (0,049)	0,192*** (0,052)	0,188* (0,047)
Прогнозирование и формирование стратегии – z_{11t} (1 – да, 0 – нет)	0,102*** (0,046)	0,109 (0,055)	0,093*** (0,035)	0,072*** (0,048)	0,112*** (0,051)	0,118* (0,064)
Коммуникации и безопасность – z_{12t} (1 – да, 0 – нет)	0,224*** (0,064)	0,121 (0,059)	0,263*** (0,052)	0,189*** (0,061)	0,296*** (0,083)	0,179* (0,072)
Разработка новых продуктов – z_{13t} (1 – да, 0 – нет)	0,274*** (0,098)	0,252 (0,109)	0,228*** (0,065)	0,264*** (0,153)	0,184*** (0,059)	0,198* (0,085)
Стадия инициирования – z_{14t} (1 – да, 0 – нет)	0,106*** (0,058)	0,109 (0,053)	0,129*** (0,037)	0,131*** (0,044)	0,136* (0,053)	0,098*** (0,039)
Стадия изучения – z_{15t} (1 – да, 0 – нет)	0,154*** (0,063)	0,132 (0,097)	0,138*** (0,052)	0,125*** (0,046)	0,146* (0,041)	0,125*** (0,039)
Стадия экспериментирования – z_{16t} (1 – да, 0 – нет)	0,062*** (0,031)	0,045 (0,037)	0,082*** (0,053)	0,065*** (0,066)	0,053* (0,031)	0,021*** (0,016)
Стадия формализации – z_{17t} (1 – да, 0 – нет)	0,024*** (0,065)	0,032 (0,078)	0,036*** (0,064)	0,048*** (0,073)	0,055* (0,058)	0,067*** (0,081)
Стадия масштабирования – z_{18t} (1 – да, 0 – нет)	0,458*** (0,065)	0,074 (0,043)	0,387*** (0,062)	0,094*** (0,032)	0,381* (0,046)	0,089*** (0,034)
Изменение объема необходимых ресурсов – z_{19t} (логарифм суммарных затрат на ресурсы)	0,069*** (0,053)	0,056 (0,084)	0,069*** (0,073)	0,053** (0,049)	0,035*** (0,051)	0,046* (0,042)

Таблица 3 (окончание)
Table 3 (ending)

Зависимая переменная	Высокотехнологичные отрасли		Среднетехнологичные отрасли		Низкотехнологичные отрасли	
Метод анализа: Эффект замещения – модель со случайными эффектами Эффект комплементации – модель с фиксированными эффектами	Эффект замещения	Эффект комплементации	Эффект замещения	Эффект комплементации	Эффект замещения	Эффект комплементации
Наличие и внедрение собственных разработок ИИ – z_{20t} (1 – да, 0 – нет)	0,052*** (0,074)	0,101 (0,053)	0,087*** (0,044)	0,063** (0,058)	0,031*** (0,052)	0,029** (0,041)
Константа	4,591*** (0,263)	3,843 (0,539)	–2,379*** (0,335)	–5,121** (0,423)	4,841*** (0,381)	2,129** (0,482)
Within R (%)	7,13	6,73	7,13	6,73	7,13	6,73
Between R (%)	34,79	33,55	34,79	33,55	34,79	33,55
Overall R (%)	29,23	24,18	29,23	24,18	29,23	24,18
Число наблюдений	16		82		49	
Количество зарегистрированных патентов						
Интенсивность инвестиций в ИИ – AI_{it}	0,173*** (0,054)	0,161* (0,059)	0,174*** (0,053)	0,189* (0,073)	0,033*** (0,041)	0,056** (0,069)
Управление персоналом и внутрикорпоративные функции – z_{1t} (1 – да, 0 – нет)	0,094*** (0,054)	0,073*** (0,042)	0,115*** (0,048)	0,101*** (0,059)	0,132*** (0,073)	0,128*** (0,066)
Продажи и формирование ценностного предложения – z_{2t} (1 – да, 0 – нет)	0,089*** (0,055)	0,071 (0,041)	0,074*** (0,038)	0,072* (0,061)	0,097*** (0,042)	0,083*** (0,061)
Маркетинг и аналитика – z_{3t} (1 – да, 0 – нет)	0,249*** (0,042)	0,234 (0,038)	0,203** (0,032)	0,179 (0,067)	0,199** (0,032)	0,173** (0,046)
Разработка и ИТ – z_{4t} (1 – да, 0 – нет)	0,261*** (0,032)	0,275 (0,048)	0,291*** (0,053)	0,283* (0,041)	0,109*** (0,039)	0,194*** (0,052)
Клиентский сервис и поддержка – z_{5t} (1 – да, 0 – нет)	0,122** (0,037)	0,119 (0,051)	0,163*** (0,057)	0,179 (0,063)	0,159*** (0,048)	0,162*** (0,037)
Исследования и разработки – z_{6t} (1 – да, 0 – нет)	0,373*** (0,113)	0,285*** (0,123)	0,354*** (0,094)	0,337*** (0,108)	0,382*** (0,064)	0,359*** (0,082)
Операционный менеджмент и производство – z_{7t} (1 – да, 0 – нет)	0,188*** (0,035)	0,197 (0,047)	0,201*** (0,069)	0,193** (0,091)	0,237** (0,064)	0,192 (0,104)
Логистика и цепочки поставок – z_{8t} (1 – да, 0 – нет)	0,097*** (0,049)	0,112 (0,064)	0,148*** (0,042)	0,134*** (0,053)	0,108* (0,039)	0,097*** (0,072)
Финансы и закупки – z_{9t} (1 – да, 0 – нет)	0,013*** (0,009)	0,022 (0,014)	0,038*** (0,024)	0,047*** (0,035)	0,018* (0,045)	0,036*** (0,053)
Юридическое сопровождение и управление рисками – z^{10t} (1 – да, 0 – нет)	0,092*** (0,037)	0,063 (0,042)	0,019*** (0,046)	0,028*** (0,059)	0,013* (0,068)	0,091*** (0,072)
Прогнозирование и формирование стратегии – z^{11t} (1 – да, 0 – нет)	0,202*** (0,053)	0,213* (0,054)	0,217** (0,037)	0,228*** (0,044)	0,223* (0,044)	0,241*** (0,039)
Коммуникации и безопасность – z_{12t} (1 – да, 0 – нет)	0,061*** (0,025)	0,013* (0,054)	0,079** (0,037)	0,028*** (0,044)	0,103* (0,044)	0,124*** (0,039)
Разработка новых продуктов – z_{13t} (1 – да, 0 – нет)	0,312*** (0,057)	0,293* (0,099)	0,269** (0,125)	0,274*** (0,113)	0,227* (0,098)	0,249*** (0,079)
Стадия инициирования – z_{14t} (1 – да, 0 – нет)	0,027*** (0,053)	0,242 (0,031)	0,038*** (0,026)	0,331*** (0,024)	0,044* (0,035)	0,322*** (0,034)
Стадия изучения – z_{15t} (1 – да, 0 – нет)	0,064*** (0,039)	0,247 (0,025)	0,041*** (0,063)	0,239*** (0,024)	0,045* (0,032)	0,238*** (0,042)
Стадия экспериментирования – z_{16t} (1 – да, 0 – нет)	0,016*** (0,009)	0,229 (0,013)	0,032*** (0,036)	0,247*** (0,038)	0,034* (0,024)	0,249*** (0,027)
Стадия формализации – z_{17t} (1 – да, 0 – нет)	0,362*** (0,031)	0,245 (0,037)	0,382*** (0,053)	0,165*** (0,066)	0,353* (0,031)	0,121*** (0,016)
Стадия масштабирования – z_{18t} (1 – да, 0 – нет)	0,309*** (0,072)	0,106 (0,054)	0,348*** (0,033)	0,054** (0,046)	0,334*** (0,019)	0,049* (0,024)
Изменение объема необходимых ресурсов – z_{19t} (логарифм суммарных затрат на ресурсы)	0,134*** (0,065)	0,131 (0,039)	0,082*** (0,035)	0,063** (0,044)	0,051*** (0,035)	0,026** (0,031)
Наличие и внедрение собственных разработок ИИ – z_{20t} (1 – да, 0 – нет)	0,202*** (0,046)	0,209 (0,055)	0,293*** (0,035)	0,272*** (0,048)	0,212*** (0,051)	0,218* (0,064)
Within R (%)	6,69	7,18	6,69	7,18	6,69	7,18
Between R (%)	35,16	39,66	35,16	39,66	35,16	39,66
Overall R (%)	24,89	29,23	24,89	29,23	24,89	29,23
Число наблюдений	16		82		49	

является в таких функциональных областях, как клиентский сервис и поддержка, маркетинг и аналитика, управление персоналом и внутрикорпоративные функции и коммуникации и безопасность. Нужно добавить, что возникновение эффекта замещения отчетливо наблюдается только на стадии масштабирования ИИ для промышленных компаний всех рассматриваемых секторов.

Следует отметить, что внедрение технологий ИИ оказывает существенное влияние и на создание и продажу новой продукции с уникальными свойствами, и на регистрацию

патентов. Вместе с тем внедрение ИИ оказывает более значимое влияние на создание новой продукции с уникальными свойствами, чем на регистрацию патентов. На количество зарегистрированных патентов внедрение ИИ оказывает наибольшее влияние в таких функциях, как разработка и ИТ, исследования и разработки, прогнозирование и формирование стратегии. Для регистрации патентов на первых стадиях внедрения большую значимость имеет эффект комплементации и только на стадии масштабирования – эффект замещения.

Таблица 4
Результаты анализа изменения доли рынка промышленных компаний
Table 4
Results of the analysis of changes in the market share of industrial enterprises

Зависимая переменная	Высокотехнологичные отрасли		Среднетехнологичные отрасли		Низкотехнологичные отрасли	
Метод анализа: Эффект замещения – сокращенная модель со случайными эффектами Эффект комплементации – модель с фиксированными эффектами	Эффект замещения	Эффект комплементации	Эффект замещения	Эффект комплементации	Эффект замещения	Эффект комплементации
Инвестиции в ИИ – AI_{it}	0,021*** (0,047)	0,023* (0,054)	0,017*** (0,069)	0,016* (0,101)	0,017*** (0,081)	0,014** (0,067)
Прибыль продажи новых продуктов с уникальными свойствами – $P_{new} pr_{it}$	0,216*** (0,069)	0,215* (0,077)	0,351*** (0,094)	0,354* (0,088)	0,327*** (0,059)	0,303** (0,074)
Количество патентов – $Patents_{it}$	0,344*** (0,047)	0,318* (0,054)	0,203*** (0,069)	0,194* (0,101)	0,201*** (0,081)	0,204** (0,067)
Размер компании – h_{1t} (логарифм средней численности)	0,113*** (0,036)	0,109* (0,084)	0,117*** (0,046)	0,094* (0,073)	0,128*** (0,051)	0,137** (0,048)
Возраст компании – h_{2t} (логарифм среднего числа лет)	0,067*** (0,048)	0,084 (0,061)	0,089*** (0,042)	0,056* (0,069)	0,093*** (0,074)	0,056*** (0,049)
Наличие исследований в области ИИ – h_{3t} (1 – да, 0 – нет)	0,168*** (0,067)	0,132 (0,102)	0,172** (0,115)	0,059 (0,066)	0,083** (0,052)	0,079** (0,048)
Общие затраты на текущую деятельность – h_{5t} (логарифм суммарных затрат в текущую деятельность)	0,123*** (0,057)	0,154 (0,049)	0,091*** (0,052)	0,099* (0,064)	0,107*** (0,072)	0,116*** (0,058)
Наличие компетенций для внедрения ИИ – h_{7t} (логарифм числа сотрудников, имеющих высшее образование)	0,256*** (0,068)	0,249*** (0,073)	0,243*** (0,052)	0,239*** (0,053)	0,261*** (0,098)	0,258*** (0,042)
Ожидаемый финансовый эффект – h_{8t} (логарифм суммы финансового эффекта от внедрения ИИ)	0,193*** (0,049)	0,162 (0,108)	0,204*** (0,069)	0,193** (0,096)	0,129** (0,047)	0,166 (0,055)
Наличие экспортной выручки – h_{9t} (1 – да, 0 – нет)	0,179*** (0,054)	0,206 (0,093)	0,221*** (0,088)	0,233*** (0,073)	0,173* (0,035)	0,128*** (0,052)
Сокращение численности сотрудников за счет уменьшения объема рутинных операций – h_{11t} (1 – да, 0 – нет)	0,014*** (0,019)	0,013* (0,024)	0,029*** (0,021)	0,037* (0,101)	0,039*** (0,081)	0,024** (0,067)
Сокращение затрат на функцию управления персоналом – h_{12t} (1 – да, 0 – нет)	0,107*** (0,019)	0,105* (0,023)	0,104*** (0,094)	0,103* (0,088)	0,107*** (0,059)	0,103** (0,074)
Сокращение рабочего времени на выполнение рутинных операций – h_{13t} (1 – да, 0 – нет)	0,211*** (0,021)	0,206* (0,022)	0,207*** (0,029)	0,205* (0,011)	0,201*** (0,081)	0,204** (0,067)
Увеличение скорости разработки и продвижения новых продуктов – h_{14t} (1 – да, 0 – нет)	0,213*** (0,022)	0,215* (0,023)	0,212*** (0,022)	0,217* (0,021)	0,219*** (0,008)	0,222** (0,007)
Константа	4,663*** (0,151)	5,351 (0,612)	3,044*** (0,371)	2,974** (0,449)	– 4,318*** (0,529)	2,257** (0,721)
Within R (%)	3,98	4,97	3,98	4,97	3,98	4,97
Between R (%)	29,84	35,72	29,84	35,72	29,84	35,72
Overall R (%)	23,75	26,94	23,75	26,94	23,75	26,94
Число наблюдений	16		82		49	

Пятое уравнение изменения рыночной доли будет анализироваться при помощи сокращенной модели со случайными эффектами (short random effect model), включающей только наиболее значимые факторы, для анализа влияния эффекта замещения и с фиксированными эффектами (fixed effect model) – для анализа влияния эффекта комплементации. В табл. 4 показаны предельные эффекты производительности компаний трех секторов промышленности.

Как и в предыдущих уравнениях, в уравнении изменения рыночной доли модель с фиксированными эффектами (fixed effect model) имеет более низкую объясняющую силу, хотя статистика ее не отвергает ($\chi^2(22) = 23,75, p = 0,0088$). Это означает, что при внедрении ИИ в большей степени действует эффект комплементации, чем эффект замещения.

В высоко- и среднетехнологичном секторах промышленности подтверждается взаимосвязь между интенсивностью инвестиций в ИИ, результатами формирования не копируемых конкурентных преимуществ и увеличением рыночной доли. При этом наиболее сильная взаимосвязь между результатами формирования не копируемых конкурентных преимуществ и рыночной долей наблюдается в высокотехнологичном секторе для количества зарегистрированных патентов (эластичность доли рынка относительно количества патентов – 0,344), в средне- и низкотехнологичных отраслях – для создания новых продуктов с уникальными свойствами (0,351).

4. Обсуждение и выводы

Проведенное исследование показывает небольшую разницу между компаниями разных секторов промышленности относительно решений о внедрении технологий ИИ. Аналогичные выводы были сделаны в более ранних исследованиях [Ружанская и др., 2023]. При этом решение об инвестировании в технологии ИИ зависит от таких факторов, как наличие компетенций для внедрения ИИ, затраты на внедрение новых технологий и уровень текущих затрат в целом по компании, ожидание финансовых и экономических эффектов.

Также можно отметить, что наличие ресурсов (как финансовых, так и инфраструктурных) выступает значимым фактором при решении вопроса об интенсивности инвестиций в ИИ.

Среди экономических эффектов, которые ожидают от внедрения технологий ИИ, наиболее значимыми являются: сокращение времени на выполнение операций; сокращение численности сотрудников за счет уменьшения объема рутинных операций, сокращение затрат на функцию управления персоналом и увеличение скорости разработки и продвижения новых продуктов.

Полученные нами эмпирические данные показали, что предельный эффект от инвестиций в технологии ИИ в высокотехнологичных отраслях находится в диапазоне 0,021–0,023, в среднетехнологичных – 0,016–0,017, в низкотехнологичных – 0,014–0,017.

Наиболее популярными функциями для внедрения технологий ИИ являются: маркетинг и аналитика (создание креативных материалов), разработка и ИТ (ассистенты написания кодов разработчикам), продажи и клиентский сервис

(подсказки операторам и голосовые ассистенты) и внутрикорпоративные функции (генерация тренингов, написание текстов, проверка документов и т.д.).

Большинство промышленных компаний находится сейчас на этапе экспериментирования, когда нет единых стандартов внедрения ИИ, в различных функциях тестируются собственные разработки или решения вендоров, или уже на этапе формализации, когда утверждены планы и бюджет на внедрение и масштабирование ИИ. Однако для получения значимых финансовых и экономических эффектов от внедрения технологий ИИ требуется оптимизация бизнес-процессов, привлечение специалистов, обладающих компетенциями в области внедрения ИИ. При этом при проведении глубинных интервью практически все – 98% – топ-менеджеры назвали ключевой барьер развития ИИ – отсутствие специалистов, способных к их внедрению и использованию.

На результаты формирования не копируемых конкурентных преимуществ ИИ оказывает разное влияние в зависимости от отраслей. Так, для высокотехнологичных отраслей внедрение технологий ИИ оказывает существенное влияние на регистрацию патентов и чуть менее сильное – на создание и продажу новой продукции с уникальными свойствами.

Для средне- и низкотехнологичных отраслей технологии ИИ более значимо влияют на создание новой продукции с уникальными свойствами, чем на регистрацию патентов.

Еще один вопрос, который был рассмотрен в рамках настоящего исследования, – это влияние эффектов замещения и комплементации при формировании не копируемых конкурентных преимуществ.

Наше исследование подтвердило дуалистический эффект при внедрении ИИ, то есть одновременное возникновение и эффекта замещения, и эффекта взаимодополнения, что смещает источники конкурентных преимуществ: несмотря на то что замена традиционных специфических для области когнитивных возможностей человека на многочисленные вычислительные возможности ИИ разрушает существующее преимущество, тем не менее на основе взаимодополнения человеческих и машинных возможностей создаются новые постоянные не копируемые преимущества.

Что касается замещения, то в настоящее время оно проявляется в таких функциях, как клиентский сервис, управление персоналом, общекорпоративные функции. И эта тенденция, вероятнее всего, продолжится, поскольку разрыв в производительности человека и машины будет только увеличиваться [Davenport, Kirby, 2016].

Результаты глубинного интервью с экспертами также подтверждают, что доступность современных технологий ИИ повлияет на замещение некоторых функций, выполняемых человеком, машиной, и эти функции уже не будут не копируемыми конкурентными преимуществами, так как их станет легко имитировать. Вместе с тем проведенное интервью с экспертами показало, что такой эффект замещения имеет существенные ограничения, связанные с техническими характеристиками программно-аппаратных систем. Например, имеются ограничения, когда мало данных или когда постоянные изменения делают невозможным использование прошлых моделей принятия решений для прогнозирования

будущих результатов [Raisch, Krakowski, 2021]. В ситуациях с высоким уровнем неопределенности компании будут продолжать полагаться на человеческую интуицию. Таким образом, ограничения программно-аппаратных средств делают человеческие способности мало копируемыми, и они на данный момент продолжают служить источником не копируемых преимуществ [Murray et al., 2021; Raisch, Krakowski, 2021].

В нашей работе подтверждается эффект комплементации – важность объединения возможностей человека и машины как нового источника конкурентных преимуществ. Этот вывод также был подтвержден результатами глубинных интервью: эксперты связывали конкурентное преимущество с дополнением возможностей человека возможностями ИИ, особенно в таких функциональных областях, как исследования и разработки, ИТ, творческая идея, производство и социальное взаимодействие. Например, в [Raisch, Krakowski, 2021] описано, как парфюмеры, несмотря на внедрение в процессы разработки ароматов ИИ, все равно сотрудничают с экспертами, так как машины не могут обладать способностью людей чувствовать запахи и предсказывать человеческие эмоции, которые они вызывают. Этот пример показывает, что ИИ, вероятно, заменит некоторые – но не все

– сложные бизнес-задачи. А это, в свою очередь, предоставит возможности для объединения человеческих возможностей и ИИ для создания уникальных конкурентных преимуществ на основе взаимодополняемости.

Наше исследование вносит свой вклад в ресурсную концепцию фирмы, так как на данный момент большинство работ говорит о взаимодополнении только однородных или связанных ресурсов [Peteraf, Bergen, 2003; Levinthal, Wu, 2010; Polidoro, Toh, 2011; Argyres, Zenger, 2012]. Наша работа показывает, что неоднородные несвязанные ресурсы, такие как человек и машина, также могут быть источником уникальных конкурентных преимуществ. Такое взаимодополнение несвязанных ресурсов возможно, потому что ИИ не имеет узконаправленного применения и может быть использован в различных областях.

Вместе с тем настоящее исследование имеет ограничение, связанное прежде всего с объемом выборки компаний. Необходимо проводить дальнейшие полевые исследования, которые позволят более полно описать эффекты внедрения технологий ИИ и дать представление о разделении труда между людьми и ИИ на организационном уровне, а также выявить связанные с этим источники устойчивых конкурентных преимуществ.

Литература

- Ружанская Л.С., Кузык М.Г., Симачев Ю.В., Федюнина А.А. (2023). Факторы применения сквозных цифровых технологий: вызовы для российских производителей. *Вопросы экономики*, 9: 5–28.
- Agrawal A., Gans J.S., Goldfarb A. (2024). Artificial intelligence adoption and system-wide change. *Journal of Economics & Management Strategy*, 33(2): 327–337.
- Agrawal M., Zitnik M., Leskovec J. (2018). Large-scale analysis of disease pathways in the human interactome. In: *Pacific Symposium on Biocomputing-2018*, 111–122.
- Argyres N.S., Zenger T.R. (2012). Capabilities, transaction costs, and firm boundaries. *Organization Science*, 23(6): 1643–1657.
- Balasubramanian N., Ye Y., Xu M. (2022). Substituting human decision-making with machine learning: Implications for organizational learning. *Academy of Management Review*, 47(3): 448–465.
- Barney J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1): 99–120.
- Berry H., Kaul A., Lee N. (2021). Follow the smoke: The pollution haven effect on global sourcing. *Strategic Management Journal*, 42(13): 2420–2450.
- Blakeley G. (2020). *The Corona crash: How the pandemic will change capitalism*. Verso Books.
- Blohm I., Antretter T., Sirén C., Grichnik D., Wincent J. (2022). It's a peoples game, isn't it?! A comparison between the investment returns of business angels and machine learning algorithms. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 46(4): 1054–1091.
- Brynjolfsson E., McAfee A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & Company.
- Chamorro-Premuzic T., Polli F., Dattner B. (2019). Building ethical AI for talent management. *Harvard Business Review*, 21: 1–15.
- Choudhury P., Starr E., Agarwal R. (2020). Machine learning and human capital complementarities: Experimental evidence on bias mitigation. *Strategic Management Journal*, 41(8): 1381–1411.
- Davenport T.H., Kirby J. (2016). Just how smart are smart machines? *MIT Sloan Management Review*, 57(3): 21.
- Efron B. (1979). Bootstrap methods: Another look at the jackknife. *Annals of Statistics*, 7(1): 1–26.
- Helfat C.E., Peteraf M.A. (2015). Managerial cognitive capabilities and the microfoundations of dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*, 36(6): 831–850.
- Kunc M.H., Morecroft J.D. (2010). Managerial decision making and firm performance under a resource-based paradigm. *Strategic Management Journal*, 31(11): 1164–1182.
- Levinthal D.A., Wu B. (2010). Opportunity costs and non-scale free capabilities: Profit maximization, corporate scope, and profit margins. *Strategic Management Journal*, 31(7): 780–801.

- Mairesse J., Robin S. (2009). *Innovation and Productivity: A Firm-level Analysis for French Manufacturing and Services using CIS3 and CIS4 data (1998–2000 and 2002–2004)*. Paris, CREST-ENSAE.
- Milgrom P., Roberts J. (1990). Rationalizability, learning, and equilibrium in games with strategic complementarities. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1255–1277.
- Murray A., Rhymer J.E.N., Sirmon D.G. (2021). Humans and technology: Forms of conjoined agency in organizations. *Academy of Management Review*, 46(3): 552–571.
- Newbert S.L. (2007). Empirical research on the resource-based view of the firm: An assessment and suggestions for future research. *Strategic Management Journal*, 28(2): 121–146.
- Noonan R. (2017). *STEM Jobs: 2017 Update*. ESA Issue Brief 02–17, US Department of Commerce.
- Peteraf M.A., Bergen M.E. (2003). Scanning dynamic competitive landscapes: A market-based and resource-based framework. *Strategic Management Journal*, 24(10): 1027–1041.
- Polidoro Jr.F., Toh P.K. (2011). Letting rivals come close or warding them off? The effects of substitution threat on imitation deterrence. *Academy of Management Journal*, 54(2): 369–392.
- Rai A., Constantinides P., Sarker S. (2019). Next generation digital platforms: Toward human-AI hybrids. *Mis Quarterly*, 43(1): iii-ix.
- Raisch S., Krakowski S. (2021). Artificial intelligence and management: The automation-augmentation paradox. *Academy of Management Review*, 46(1): 192–210.
- Shrestha Y.R., Ben-Menahem S.M., Von Krogh G. (2019). Organizational decision-making structures in the age of artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4): 66–83.
- Stadler C., Helfat C.E., Verona G. (2021). Technology usage and organizational performance in multi-unit firms transferring knowledge by transferring individuals: Innovative technology usage and organizational performance in multi-unit firms. *Organization Science, Tuck School of Business Working Paper*, 3779743.
- Topol E.J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25(1): 44–56.
- Verganti R., Vendraminelli L., Iansiti M. (2020). Innovation and design in the age of artificial intelligence. *Journal of Product Innovation Management*, 37(3): 212–227.
- Wernerfelt B., Montgomery C.A. (1988). Tobin's q and the importance of focus in firm performance. *The American Economic Review*, 246–250.
- Wilson H.J., Daugherty P.R. (2018). Collaborative intelligence: Humans and AI are joining forces. *Harvard Business Review*, 96(4): 114–123.

References

- Ruzhanskaya L.S., Kuzyk M.G., Simachev Yu.V., Fedyunina A.A. (2023). End-to-end digitalization factors: Challenges for Russian manufacturers. *Voprosy ekonomiki*, (9): 5–28. (In Russ.)
- Agrawal A., Gans J.S., Goldfarb A. (2024). Artificial intelligence adoption and system-wide change. *Journal of Economics & Management Strategy*, 33(2): 327–337.
- Agrawal M., Zitnik M., Leskovec J. (2018). Large-scale analysis of disease pathways in the human interactome. In: *Pacific symposium on Biocomputing-2018*, 111–122.
- Argyres N.S., Zenger T.R. (2012). Capabilities, transaction costs, and firm boundaries. *Organization Science*, 23(6): 1643–1657.
- Balasubramanian N., Ye Y., Xu M. (2022). Substituting human decision-making with machine learning: Implications for organizational learning. *Academy of Management Review*, 47(3): 448–465.
- Barney J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1): 99–120.
- Berry H., Kaul A., Lee N. (2021). Follow the smoke: The pollution haven effect on global sourcing. *Strategic Management Journal*, 42(13): 2420–2450.
- Blakeley G. (2020). *The Corona crash: How the pandemic will change capitalism*. Verso Books.
- Blohm I., Antretter T., Sirén C., Grichnik D., Wincent J. (2022). It's a peoples game, isn't it?! A comparison between the investment returns of business angels and machine learning algorithms. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 46(4): 1054–1091.
- Brynjolfsson E., McAfee A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & Company.
- Chamorro-Premuzic T., Polli F., Dattner B. (2019). Building ethical AI for talent management. *Harvard Business Review*, 21: 1–15.
- Choudhury P., Starr E., Agarwal R. (2020). Machine learning and human capital complementarities: Experimental evidence on bias mitigation. *Strategic Management Journal*, 41(8): 1381–1411.
- Davenport T.H., Kirby J. (2016). Just how smart are smart machines? *MIT Sloan Management Review*, 57(3): 21.
- Efron B. (1979). Bootstrap methods: Another look at the jackknife. *Annals of Statistics*, 7(1): 1–26.

- Helfat C.E., Peteraf M.A. (2015). Managerial cognitive capabilities and the microfoundations of dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*, 36(6): 831-850.
- Kunc M.H., Morecroft J.D. (2010). Managerial decision making and firm performance under a resource-based paradigm. *Strategic Management Journal*, 31(11): 1164-1182.
- Levinthal D.A., Wu B. (2010). Opportunity costs and non-scale free capabilities: Profit maximization, corporate scope, and profit margins. *Strategic Management Journal*, 31(7): 780-801.
- Mairesse J., Robin S. (2009). *Innovation and Productivity: A Firm-level Analysis for French Manufacturing and Services using CIS3 and CIS4 data (1998-2000 and 2002-2004)*. Paris, CREST-ENSAE.
- Milgrom P., Roberts J. (1990). Rationalizability, learning, and equilibrium in games with strategic complementarities. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1255-1277.
- Murray A., Rhymer J.E.N., Sirmon D.G. (2021). Humans and technology: Forms of conjoined agency in organizations. *Academy of Management Review*, 46(3): 552-571.
- Newbert S.L. (2007). Empirical research on the resource-based view of the firm: An assessment and suggestions for future research. *Strategic Management Journal*, 28(2): 121-146.
- Noonan R. (2017). *STEM Jobs: 2017 Update*. ESA Issue Brief 02-17, US Department of Commerce.
- Peteraf M.A., Bergen M.E. (2003). Scanning dynamic competitive landscapes: A market-based and resource-based framework. *Strategic Management Journal*, 24(10): 1027-1041.
- Polidoro Jr.F., Toh P.K. (2011). Letting rivals come close or warding them off? The effects of substitution threat on imitation deterrence. *Academy of Management Journal*, 54(2): 369-392.
- Rai A., Constantinides P., Sarker S. (2019). Next generation digital platforms: Toward human-AI hybrids. *Mis Quarterly*, 43(1): iii-ix.
- Raisch S., Krakowski S. (2021). Artificial intelligence and management: The automation-augmentation paradox. *Academy of Management Review*, 46(1): 192-210.
- Shrestha Y.R., Ben-Menahem S.M., Von Krogh G. (2019). Organizational decision-making structures in the age of artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4): 66-83.
- Stadler C., Helfat C.E., Verona G. (2021). Technology usage and organizational performance in multi-unit firms transferring knowledge by transferring individuals: Innovative technology usage and organizational performance in multi-unit firms. *Organization Science, Tuck School of Business Working Paper*, 3779743.
- Topol E.J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25(1): 44-56.
- Verganti R., Vendraminelli L., Iansiti M. (2020). Innovation and design in the age of artificial intelligence. *Journal of Product Innovation Management*, 37(3): 212-227.
- Wernerfelt B., Montgomery C.A. (1988). Tobin's q and the importance of focus in firm performance. *The American Economic Review*, 246-250.
- Wilson H.J., Daugherty P.R. (2018). Collaborative intelligence: Humans and AI are joining forces. *Harvard Business Review*, 96(4): 114-123.

Информация об авторах

Аркадий Владимирович Трачук

Доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой стратегического и инновационного развития, факультет «Высшая школа управления», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, генеральный директор АО «Гознак» (Москва, Россия). ORCID: 0000-0003-2188-7192.

Область научных интересов: стратегия и управление развитием компании, инновации, предпринимательство и современные бизнес-модели в финансовом и реальном секторах экономики, динамика и развитие электронного бизнеса, опыт функционирования и перспективы развития естественных монополий.

ATrachuk@fa.ru

Наталья Вячеславовна Линдер

Доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры стратегического и инновационного развития, факультет «Высшая школа управления», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, начальник управления маркетинга АО «Гознак» (Москва, Россия). ORCID: 0000-0002-4724-2344.

Область научных интересов: стратегия и управление развитием компаний, формирование стратегии развития промышленных компаний в условиях четвертой промышленной революции, инновации и трансформация бизнес-моделей, динамика и развитие электронного бизнеса, стратегии развития компаний энергетического сектора в условиях четвертой промышленной революции, стратегии выхода российских компаний на международные рынки.

NVLinder@fa.ru

About the authors

Arkady V. Trachuk

Doctor of economics, professor, head of the Department of Strategic and Innovative Development, Faculty of Higher School of Management, Financial University under the Government of the Russian Federation, General Director of Goznak JSC (Moscow, Russia). ORCID: 0000-0003-2188-7192.

Research interests: strategy and management of the company's development, innovation, entrepreneurship and modern business models in the financial and real sectors of the economy, dynamics and development of e-business, operating experience and prospects for the development of natural monopolies.

ATrachuk@fa.ru

Natalia V. Linder

Doctor of economics, professor, professor of the Department of Strategic and Innovative Development, Faculty of Higher School of Management, Financial University under the Government of the Russian Federation, Head of the Marketing Department of Goznak JSC (Moscow, Russia). ORCID: 0000-0002-4724-2344.

Research interests: strategy and development management companies, formation of development strategy of industrial companies in the context of the fourth industrial revolution, innovation transformation of business models, dynamics and development of e-business development strategies of companies in the energy sector in the fourth industrial revolution, exit strategies of Russian companies on international markets.

NVLinder@fa.ru

作者信息

Arkady V. Trachuk

经济学博士，教授，战略与创新教研室主任，“高级管理学院”系，俄罗斯联邦政府财政金融大学，Goznak股份公司的总经理（莫斯科，俄罗斯）。ORCID: 0000-0003-2188-7192.

科研兴趣领域：公司战略与发展管理、创新、企业家精神及金融和实体经济部门的现代商业模式、电子商务的动态与发展、自然垄断的运营经验及发展前景。

Trachuk_A_V@goznak.ru

Natalia V. Linder

经济学博士，教授，战略与创新教研室教授，“高级管理学院”系，俄罗斯联邦政府财政金融大学，Goznak股份公司的市场营销经理（莫斯科，俄罗斯）。ORCID: 0000-0002-4724-2344.

科研兴趣领域：公司战略与发展管理、在第四次工业革命背景下工业公司发展战略的制定、创新与商业模式转型、电子商务的动态与发展、能源部门公司在第四次工业革命中的发展战略、俄罗斯公司进入国际市场的战略。NVLinder@fa.ru

Статья поступила в редакцию 16.04.2024; после рецензирования 15.05.2024 принята к публикации 20.05.2024. Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The article was submitted on 16.04.2024; revised on 15.05.2024 and accepted for publication on 20.05.2024. The authors read and approved the final version of the manuscript.

文章于 16.04.2024 提交给编辑。文章于 15.05.2024 已审稿。之后于 20.05.2024 接受发表。作者已经阅读并批准了手稿的最终版本。