ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2026;(11-1):167-181
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 622:004 DOI: 10.25018/0236_1493_2026_111_0_167

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ В КОНТЕКСТЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА

В.В. Нарбут[1], Н.М. Абдикеев[1]

[1] Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия, e-mail: vvnarbut@fa.ru

Аннотация: Рассмотрены процессы интеллектуализации добывающей промышленности России через внедрение передовых производственных технологий. Цель исследования заключается в комплексной оценке динамики и структуры передовых производственных технологий, эффектов и барьеров их внедрения, а также в выявлении элементов технологической стратегии предприятий, поддерживающих развитие отечественных цифровых решений. Эмпирическую основу составляют официальные данные Росстата по предприятиям добычи полезных ископаемых за 2015–2025 гг. Методика исследования включает периодизацию динамики показателей, сравнение средних значений на разных этапах, анализ структуры передовых технологий по источникам и типам и расчёт интегральных индексов для оценки эффектов и барьеров. Показано, что интеллектуализация носит преимущественно интенсивный характер: при умеренном снижении числа организаций, использующих передовые технологии, растут среднее число технологий на одну организацию и доля отечественных решений. Структура передовых производственных технологий изменяется в сторону производственных информационных систем, технологий промышленных вычислений, больших данных и организационно управленческих решений. Усиливаются эффекты, связанные с ростом производительности, гибкости, соблюдением стандартов и снижением импортозависимости, тогда как экспортная компонента ослабевает. Научная новизна исследования состоит в комплексном рассмотрении количественных данных об использовании передовых производственных технологий и качественных данных об эффектах, барьерах и технологической стратегии их применения. Результаты анализа позволяют сделать вывод, что переход к отечественным цифровым решениям сопровождается развитием программ обучения, кооперации с инжиниринговыми организациями и систем управления знаниями. Это даёт основание уточнить приоритеты промышленной и инновационной политики, ориентированной на укрепление технологического суверенитета добывающей промышленности.

Ключевые слова: использование технологий, искусственный интеллект, технологическое решение, технологическая стратегия, интеллектуализация, передовые производственные технологии, технологическая стратегия, топливно-энергетический комплекс.

Благодарность: Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финуниверситета.

Для цитирования: *Нарбут В. В., Абдикеев Н. М.* Интеллектуализация добывающей промышленности России в контексте технологического суверенитета // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2026. – № 11-1. – С. 167–181. DOI: 10.25018/0236_1493_2026_111_0_167.

© В.В. Нарбут, Н.М. Абдикеев. 2026.

Intellectualization of Russia's extractive industry in the context of technological sovereignty

V.V. Narbut[1], N.M. Abdikeev[1]

[1] Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia, e-mail: vvnarbut@fa.ru

Abstract: This article examines the processes of intellectualization in Russia's extractive industry through the adoption of advanced production technologies (APT). The study aims to provide a comprehensive assessment of the dynamics and structure of APT, the effects and barriers associated with their implementation, and to identify elements of firms' technological strategies that support the development of domestic digital solutions. The empirical basis of the research consists of official Rosstat data on mining enterprises for the period 2015–2025. The methodology includes periodization of indicator dynamics, comparison of mean values across identified stages, structural analysis of APT by source and type, and the calculation of integral indices to evaluate implementation effects and barriers. The findings indicate that intellectualization is predominantly intensive in nature: despite a moderate decline in the number of organizations adopting APT, the average number of technologies per organization and the share of domestic solutions have increased. The structure of APT is shifting toward production information systems, industrial computing technologies, big data, and organizational and managerial solutions. Effects related to productivity growth, flexibility, standards compliance, and reduced import dependence are strengthening, while the export component is weakening. The scientific novelty of the study lies in the integrated analysis of quantitative data on APT usage alongside qualitative assessments of their effects, barriers, and technological strategies. The results suggest that the transition to domestic digital solutions is accompanied by the development of training programs, cooperation with engineering organizations, and the implementation of knowledge management systems. These findings provide a basis for refining industrial and innovation policy priorities aimed at strengthening technological sovereignty in the extractive sector.

Key words: technology adoption, artificial intelligence, technological solution, technological strategy, intellectualization, advanced production technologies, technological strategy, fuel and energy complex

Acknowledgements: The article was prepared based on the results of research carried out at the expense of budgetary funds on the state assignment of the Financial University.

For citation: Narbut V. V., Abdikeev N. M. Intellectualization of Russia's extractive industry in the context of technological sovereignty. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2026;(11-1):167-181. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2026_111_0_167.

Введение

Добывающая промышленность, являясь основой ресурсной базы российской экономики, оказалась в числе наиболее уязвимых к санкционным ограничениям отраслей. В этих условиях интеллектуализация производственных процессов на основе отечественных цифровых решений перестала быть только стратегическим ориентиром, а стала необходимостью.

В исследованиях последних лет технологический суверенитет трактуется как способность государства обеспечить независимость в разработке, производстве и применении критических техно-

логий [1]. Т.Р. Гареев указывает, что технологический суверенитет предполагает наличие собственных точек технологического контроля и стратегических компетенций [2]. Логику нормативного закрепления этих идей раскрывают В.В. Огнева и О.Р. Любкина [3], показывая, как категория технологического суверенитета последовательно включается в систему государственного управления.

Вопросы достижения технологической независимости в отраслях топливно-энергетического комплекса стали предметом специальных исследований. В работе А.Е. Череповицына, Н.А. Третьякова [4] систематизированы основные направления обеспечения суверенитета в нефтегазовой, угольной отраслях и электроэнергетике, обоснована необходимость создания единой межотраслевой технической политики и координирующих структур. В статье В.Ю. Линника, А.А. Лазника и Т.С. Гордеевой [5] показано, что санкционное давление открыло для отечественных производителей новые рыночные ниши, прежде всего в области цифровых платформ.

Основным механизмом интеллектуализации промышленности выступают передовые производственные технологии (ППТ). Статистический анализ их разработки и использования в России на основе данных Росстата за 2018–2020 гг. представлен Э.Ю. Люшиной [6]. Ю.С. Богачев, П.В. Трифонов и Н.М. Абдикеев [7] обосновывают модель экосистемы промышленного развития на основе сквозных цифровых технологий, включая ИИ. Н.О. Якушев, К.А. Устинова и А.А. Кочнев [8] показывают, что курс на импортозамещение стал ключевым драйвером роста отечественных цифровых решений.

В горнодобывающем секторе цифровая трансформация не сводится к локальной автоматизации отдельных операций.

Как указано в работе С.В. Лукичева и О.В. Наговицына [9], ее последовательная реализация предполагает переход от автоматизации частных задач к формированию единого цифрового пространства и цифрового двойника предприятия, что создает предпосылки для повышения качества управления и промышленной безопасности. В условиях санкционных ограничений авторы связывают технологическую независимость отрасли прежде всего с переходом на отечественное программное обеспечение, развитием собственных компетенций и вовлечением российских специалистов в инновационный процесс.

В зарубежных исследованиях показывается, что цифровая трансформация добывающей промышленности охватывает всю производственную цепочку. M. Onifade et al. [10] отмечают, что применение цифровых технологий способствует повышению производительности и безопасности добычи за счет оптимизации процессов, сокращения влияния человеческого фактора и совершенствования информационной поддержки принятия решений. Э. Клаузен и А. Серенсен отмечают, что существенные эффекты возникают не от внедрения отдельной технологии, а от согласованной интеграции автоматизации, IIoT, удаленных центров управления, платформенных решений, аналитики данных, моделирования и визуализации в масштабе всего производственного комплекса. Такой вывод важен для интерпретации структурного сдвига в пользу производственных информационных систем, промышленных вычислений и технологий больших данных, выявленного в настоящем исследовании.

Отдельное направление исследований связано с оценкой цифровой трансформации добывающих отраслей, результаты которого через ресурсный подход, в том числе стоимостные и нестоимост-

ные индикаторы, представлены в статье Н.А. Драчева, М.В. Подшиваловой, Д.В. Подшивалова [1]. В.И. Жигалов [11] анализирует взаимосвязь импортозамещения и цифровой экономики, выделяя три этапа развития импортозамещения.

Важным направлением изучения является трансформация технологических стратегий предприятий, а ключевыми барьерами остаются кадровые ограничения и сложность интеграции технологий [12]. Стратегии цифровизации российских компаний в результате воздействия шоков 2022 г. проанализированы в работе В.В. Юрака, И.Г. Полянской, А.Н. Малышева [13], в которой представлен переход крупных экспортеров от комплексной цифровизации к стратегии цифровой гибкости и экспансии.

Несмотря на значительное число исследований и внимание к данной проблематике, в научной литературе попрежнему недостаточно разработан подход, интегрирующий количественный анализ масштабов и структуры использования ППТ в добывающей промышленности. Необходимо особое внимание уделить оценке эффектов цифровизации, выявлению ключевых барьеров и анализу механизмов формирования технологических стратегий предприятий.

Методы

В исследовании использовались статистические данные Росстата по предприятиям добывающей промышленности за период 2015–2025 гг. В качестве исходных показателей рассматривалось общее количество организаций, а также число тех из них, которые разрабатывали и использовали ППТ. Дополнительно проводился анализ данных о числе организаций, оценивших эффекты внедрения ППТ, и факторах, ограничивающих их использование.

Методологическую сложность представляла неполная сопоставимость отдельных показателей во времени. Перечень видов ППТ, и их группировки уточнялись и расширялись в ходе реформирования статистического наблюдения. Анализ числа ППТ, и организаций, их использующих, проводился за период 2015–2025 гг., а анализ эффектов, барьеров и стратегий ограничен периодом 2020–2025 гг.

Выбор комплекса показателей, сочетающих характеристики масштаба внедрения ППТ, их структуры, эффектов и ограничений, обусловлен многофакторной природой цифровой трансформации. Н.А. Драчев, М.В. Подшивалова и Д.В. Подшивалов [1] предлагают оценивать цифровую трансформацию добывающей промышленности одновременно по стоимостным и нестоимостным индикаторам; к последним относятся распространенность CRM-, ERP- и SCM-систем, количество используемых программных продуктов, внедрение российских решений, количество ППТ и новых цифровых технологий. Применение в настоящей работе системы абсолютных, относительных и интегральных показателей позволяет избежать сведения интеллектуализации к единственному финансовому либо технологическому параметру.

Для оценки эффектов внедрения ППТ и значимости факторов барьеров применялись интегральные индексы, основанные на агрегировании оценок. Для каждого эффекта и каждого фактора строились распределения организаций по категориям, после чего интегральный индекс вычислялся как взвешенное среднее. Полученные индексы использовались для ранжирования эффектов и барьеров. Анализ технологической стратегии основывался на расчете доли организаций, реализующих каждый механизм взаимодействия. Комбинация указанных методов позволила провести количественный анализ использования ППТ.

Результаты и обсуждение

Интеллектуализация в сфере добывающей промышленности означает расширение применения решений, основанных на автоматизации, цифровом управлении, специализированном программном обеспечении, моделировании и других передовых производственных технологиях, повышающих точность, управляемость и адаптивность производственных процессов. Однако для российской промышленной политики принципиально важен переход на использование отечественных решений и рост внутренней технологической самостоятельности.

Для оценки процесса интеллектуализации целесообразно рассмотреть систему показателей, характеризующих: объем и масштаб использования ППТ; структуру ППТ, по их видам и источнику происхождения; интенсивность распространения ППТ. За период 2015–2025 гг. характер динамики показателей был нелинейным (рис. 1). Учитывая такую тенденцию в динамике показателей, целесообразно выделить два периода: 2015–2019 гг. — наращивание технологической активности; 2020–2025 гг. — адаптация к санкционным ограничениям и изменению политики технологического суверенитета в добывающем секторе.

В период 2015–2019 гг. динамика показателей использования ППТ в добывающей промышленности свидетельствовала о нарастающей технологической активности отрасли (см. табл. 1). В период 2020–2025 гг. абсолютные показатели снизились. Данное снижение объясняется совокупностью внешних факторов. В этих условиях перед промышленностью встала задача обеспечить технологическую независимость от иностранного программного обеспечения и стимулировать спрос на отечественные решения [Правительство Рос-

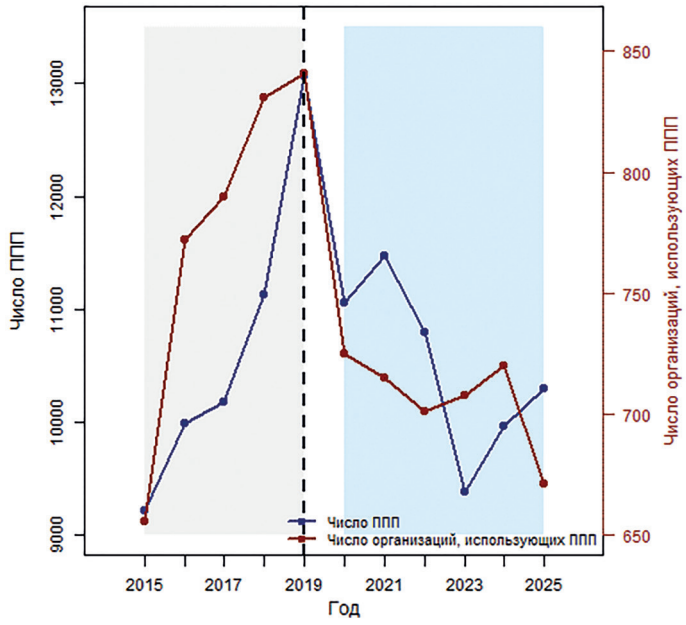


Рис. 1. Динамика основных показателей, характеризующих использование ППП в добывающей промышленности [составлен авторами на основе данных Росстата]

Fig. 1. Trends in Key Indicators Characterizing the Use of Software Products in the Extractive Industry [compiled by the authors based on Rosstat data]

Таблица 1

Показатели использования передовых производственных технологий в добывающей промышленности России [составлено авторами на основе данных Росстата]
Indicators of Advanced Manufacturing Technology Use in Russia's Extractive Industry

Показатель	Значение (в среднем за период)		Темп прироста, %
	2015–2019	2020–2025	
Число используемых ППП, ед.	10 716	10 496	–2,1
Число организаций, использующих ППП, ед.	778	707	–9,1
Число ППП на одну организацию, ед.	13,8	14,9	+8,0
Число ППП собственного производства, ед.	471	510	+8,3
Доля ППП собственного производства, %	4,4	4,9	+11,4
Доля организаций, использующих ППП собственного производства, %	10,9	11,1	+1,8
Доля организаций, использующих ППП, приобретенное в России, %	80,8	85,8	+6,2

сийской Федерации. Стратегическая сессия об импортозамещении программного обеспечения в отраслях // Официальный сайт Правительства РФ. 2022, 13 сентября. URL: http://government.ru/news/46507/ (дата обращения: 22.06.2026)].

Снижение абсолютных показателей использования передовых технологий сопровождалось ростом показателей, отражающих усиление ориентации добывающих предприятий на собственные интеллектуальные технологии. Число ППТ в расчете на одну организацию добывающей промышленности увеличилось на 8,0%, число ППТ собственного производства — на 8,3%, а их доля в общем объеме технологий — на 11,4%, доля организаций, использующих российские ППТ, — на 6,2%. Организации, продолжавшие применять ППТ, отдавали предпочтение отечественным интеллектуальным решениям, что согласуется с положениями, закрепленными в Стратегии развития минерально-сырьевой базы до 2050 года [Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11.07.2024 № 1838-р «Об утверждении Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2050 года» // СПС «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/law/hotdocs/85781.html (дата обращения: 22.06.2026]. Аналогичная переориентация на отечественную технологическую базу наблюдается и в сегменте горного и обогатительного оборудования. А.М. Губернаторов и соавторы [14], анализируя процессы импортозамещения в 2022–2025 гг., отмечают рост доли российских и белорусских производителей в парке оборудования и повышение независимости от импорта капитальных затрат крупнейших горнодобывающих компаний. Авторы подчеркивают необходимость оценки технологического суверенитета не только по уровню локализации, но и с учетом производительности, совокупной стоимости владения и окупаемости проектов импортозамещения.

В этой связи интерес представляет рассмотрение динамики используемых ППТ по их видам. Ядро технологической базы добывающего сектора формируют технологии, связанные с решениями в области связи, управления и геоматики. Снижение их абсолютного числа и доли объясняется не отказом от

указанных технологий, а перераспределением в пользу более сложных цифровых решений.

Наиболее выраженное изменение наблюдается в сегментах производственных информационных систем и автоматизации управления производством, технологий промышленных вычислений и больших данных. Число ППТ, относящихся к производственным информационным системам и АУП, увеличилось почти вдвое, что указывает на ускоренное внедрение отечественных систем управления производственными процессами, цифровых платформ MES/SCADA и интегрированных решений по диспетчеризации и планированию. Еще более высокие темпы роста характерны для технологий промышленных вычислений и больших данных (в 2,8 раза). Это свидетельствует о расширении использования аналитики, моделирования и прогнозных расчетов в управлении добычей и инфраструктурой.

Практическим подтверждением развития отечественных цифровых решений служит опыт крупных российских горнодобывающих компаний. В АК «АЛРОСА» реализован проект перехода на отечественную горно-геологическую информационную систему MINEFRAME, обеспечивающую цифровое моделирование месторождений, решение геологических и маркшейдерских задач, а также планирование горных работ. По результатам реализации проекта уровень замещения импортного программного обеспечения достиг 95% [10]. В ПАО «ГМК «Норильский никель» развивается единая цифровая платформа горного производства на базе российского программного обеспечения MinePRO. В 2024 г. внедрены инструменты планирования и проектирования горных работ, а также маркшейдерского учета. Эти примеры показывают, что интеллектуализация добывающей промышленности сопровождается не только расширением использования цифровых технологий, но и формированием отечественной программно-технологической базы для управления горным производством [ПАО «ГМК «Норильский никель». Инновационные и ИТ-технологии // Годовой отчет за 2024 год. URL: https://ar2024.nornickel.ru/ru/business-overview/innovation-technologies.html].

Таким образом, структура ППТ в добывающей промышленности в 2020–2025 гг. качественно изменяется и процесс интеллектуализации отрасли в большей степени реализуется через внедрение отечественных цифровых решений, обеспечивающих интегрированное управление добычей, обработкой данных и устойчивым развитием.

Количественная характеристика структуры ППТ не позволяет в полной мере оценить, какие именно эффекты дает их внедрение для предприятий отрасли. Для оценки эффектов внедрения ППТ рассмотрим результаты оценки использования ППТ на предприятиях добычи полезных ископаемых за 2020 и 2025 гг. Для сопоставления эффектов внедрения ППТ между собой и во времени представим категориальные оценки в виде числовой шкалы весовых коэффициентов воздействия: отсутствует — 0 баллов; низкий эффект — 1 балл; средний эффект — 2 балла; высокий эффект — 3 балла.

Для каждого эффекта k и каждого года t интегральный индекс определим по формуле

$$I(k, t) = (0 \cdot n_{о} + 1 \cdot n_{н} + 2 \cdot n_{с} + 3 \cdot n_{в})/n_{общ},$$

где $n_{о}$, $n_{низкий}$, $n_{с}$, $n_{в}$ — число организаций, оценивших эффект; $n_{общ}$ — общее число организаций. Индекс принимает значения от 0 до 3 и отражает интенсивность воздействия ППТ по данному направлению. Интегральные оценки представлены в табл. 2. Наиболее высокие

Таблица 2

Интегральный индекс эффекта от использования ППТ [составлено авторами на основе данных Росстата]
Composite Index of the Effects of Advanced Manufacturing Technology Use [compiled by the authors based on Rosstat data]

Эффект	Индекс		Изменение индекса
	2020	2025	
Повышение эффективности производственного процесса	1,58	1,79	0,21
Снижение издержек	1,29	1,39	0,10
Повышение качества, снижение доли брака	1,20	1,27	0,08
Ускорение производственного цикла	1,19	1,35	0,16
Повышение гибкости производства	1,11	1,23	0,12
Снижение воздействия на окружающую среду	1,03	1,08	0,06
Выпуск товаров, работ, услуг с новыми свойствами	0,71	0,72	0,01
Удовлетворение потребностей цепочки партнеров	0,95	0,96	0,01
Соответствие стандартам, регламентам и нормативам	1,41	1,64	0,23
Выход на зарубежные рынки, экспортный потенциал	0,63	0,54	-0,09
Снижение импортозависимости	0,75	1,06	0,31
Примечание: в 2020 г. 725 организаций, в 2025 г. 671 организация.			

значения индекса наблюдаются по эффектам, связанным с повышением эффективности производственного процесса, снижением издержек, повышением качества продукции, ускорением производственного цикла, повышением гибкости производства, а также соответствием стандартам и нормативам.

Наибольший прирост интегрального индекса отмечен по эффектам снижения импортозависимости и соответствия стандартам и нормативам. Существенно выросли показатели повышения эффективности производственного процесса, ускорения производственного цикла и гибкости производства. Наиболее негативная динамика наблюдается по эффекту выхода на зарубежные рынки и укрепления экспортного потенциала, что связано с санкционными ограничениями.

Выявленное усиление эффектов ППТ в части производственной эффективности, сокращения издержек, гибкости и соблюдения нормативных требований соответствует современным представлениям о потенциале интеллектуализации добычи. Так, G. Liang et al. [15] на основе эконометрического анализа выявили положительное влияние искусственного интеллекта на устойчивое развитие добывающей промышленности как в краткосрочном, так и в долгосрочном периоде. Авторы связывают расширение применения ИИ с возможностями повышения эффективности производства, сокращения затрат и снижения экологических и социальных издержек добычи. По результатам опроса специалистов горнодобывающей отрасли, наиболее значимые ожидаемые результаты применения ИИ связаны с повышением операционной эффективности, ростом производительности, мониторингом состояния оборудования, профилактическим обслуживанием, повышением безопасности и экологическим контролем [16].

Практические результаты применения интеллектуальных технологий пред-

ставлены и в исследованиях российских ученых. П.В. Матренин и А.И. Степанова [17] на основе производственных данных горнодобывающего комплекса показали, что использование методов машинного обучения в сочетании с экспертными оценками позволило снизить ошибку прогнозирования электропотребления с 9,85 до 7,41%. А.Д. Моргоева и соавторы [18] установили, что применение алгоритма случайного леса обеспечивает прогнозирование недельного электропотребления обогатительной фабрики со средней абсолютной процентной ошибкой менее 5%. Полученные результаты свидетельствуют о возможностях использования методов искусственного интеллекта для повышения точности производственного планирования и управления энергетическими ресурсами.

Вместе с тем представленные в настоящем исследовании интегральные оценки характеризуют эффекты использования передовых производственных технологий в целом, без выделения самостоятельного вклада искусственного интеллекта.

Процесс интеллектуализации добывающей промышленности России развивается по траектории «внутреннего укрепления». ППТ обеспечивают рост эффективности производства, способствуют соблюдению стандартов и снижению импортозависимости и пока слабо используются как инструмент расширения экспортного потенциала. Сформировалась необходимость внедрения риск-ориентированного подхода к принятию решений на государственном уровне и в бизнесе, в том числе — связанном с добычей полезных ископаемых. Обществу необходима переориентация на поддержку проектов, реализуемых компаниями в рамках национальных целей развития для повышения их эффективности [19].

Масштаб и скорость интеллектуализации добывающей отрасли определяются не только достигнутыми эффектами, но и совокупностью барьеров, с которыми сталкиваются предприятия при внедрении ППТ и отечественных цифровых решений. Для комплексной оценки условий формирования технологического суверенитета необходимо выявить, какие факторы остаются наиболее значимыми препятствиями и как менялась их значимость за период 2020–2025 гг. Для получения интегрального индекса значимости ограничительного фактора применена балльная шкала: незначительный — 1 балл ($n_н$); значительный — 2 балла ($n_з$) ; основной или решающий — 3 балла ($n_р$); затрудняюсь с ответом или данный фактор отсутствует — 0 баллов ($n_о$). Тогда интегральный индекс барьера использования ППТ рассчитывается следующим образом:

$$I(k, t) = (0 \cdot n_о + 1 \cdot n_н + 2 \cdot n_з + 3 \cdot n_р)/n_{общ},$$

где $n_о$, $n_н$, $n_з$, $n_р$ — это число организаций, оценивших фактор; $n_{общ}$ — общее число организаций. Индекс принимает значения от 0 до 3 и характеризует интенсивность барьера. Интегральные оценки факторов, препятствующих использованию ППТ, представлены в табл. 3.

Наиболее значимые ограничения на пути интеллектуализации — это внутренние барьеры: дефицит компетенций, сложность интеграции ППТ в действующие производственные и организационные системы. Это подтверждает, что ключевые вызовы технологического суверенитета связаны не столько с доступом к технологиям, сколько с наличием квалифицированных кадров, способных сопровождать отечественные цифровые решения. Значимость кадровых и организационных факторов подтверждается результатами исследования E. Lund et al. [20], в котором отмечается, что переход к Mining 4.0 сопровождается из-

Таблица 3

Интегральный индекс барьера использования ППТ на предприятиях добывающей промышленности [составлено авторами на основе данных Росстата]
Composite Index of Barriers to the Use of Advanced Manufacturing Technologies in Extractive Industry Enterprises [compiled by the authors based on Rosstat data]

Фактор	Интегральный индекс		Изменение индекса
	2020	2025	
Недостаточная квалификация сотрудников	0,85	0,86	0,01
Трудности с наймом квалифицированного персонала	0,99	1,18	0,18
Недостаточный технологический уровень организации	0,88	0,86	−0,03
Сложность интеграции новых технологий	0,99	1,07	0,08
Ограничения технического регулирования	0,72	0,74	0,02
Ограничения в текущих цепочках поставок	0,68	0,68	0,00
Низкая окупаемость инвестиций	0,97	1,00	0,03
Трудности с привлечением частного финансирования	0,66	0,49	−0,17
Трудности с государственным финансированием	0,57	0,41	−0,16
Трудности доступа к нефинансовой поддержке	0,56	0,34	−0,22
Ограничения доступа к технологиям в РФ	0,51	0,46	−0,05
Ограничения доступа к технологиям за рубежом	0,49	0,58	0,09
Неэффективность регулирования и защиты прав на ИС	0,48	0,36	−0,12
Отсутствие информации о ППТ	0,68	0,62	−0,06
Недостаток технической поддержки от поставщиков	0,65	0,63	−0,02
ППТ не входят в приоритеты развития организации	0,65	0,60	−0,05
Специфические риски, связанные с внедрением технологий	0,70	0,84	0,14
Прочие препятствия	0,45	0,36	−0,09
Примечание: в 2020 г. 725 организаций, в 2025 г. 671 организация.			

менением требований к компетенциям работников и организации труда, а способность привлекать квалифицированные кадры и адаптировать организационные процессы становится одним из условий успешной технологической трансформации добывающих предприятий.

Наиболее заметный рост индекса наблюдается по таким факторам, как трудности с наймом квалифицированного персонала, специфические риски, связанные с внедрением и использованием ППТ, сложность интеграции новых технологий и нормативно правовые ограничения доступа к технологиям за рубежом. Таким образом, результаты российских предприятий соответствуют более общей тенденции повышения роли кадровых и организационных факторов в условиях технологической трансформации отрасли.

Полученные результаты показывают, что на фоне усиления эффектов ППТ в части производственной эффективности и снижения импортозависимости наиболее существенными ограничивающими факторами остаются кадровые и организационно технологические. Дальнейшая интеллектуализация добывающей промышленности и реализация



Рис. 2. Механизмы реализации технологической стратегии предприятиями добывающей промышленности [составлено авторами на основе данных Росстата]

Fig. 2. Mechanisms for Implementing Technological Strategy in Extractive Industry Enterprises [compiled by the authors based on Rosstat data]

курса на технологический суверенитет во многом зависят от развития системы подготовки и переподготовки специалистов, а также совершенствования практики управления технологическими рисками и окупаемостью проектов. Эти результаты согласуются с выводами M. Crabbe et al. [21], исследовавших драйверы и барьеры внедрения новых технологий в добывающей промышленности Канады. Авторы выделяют технологические и инфраструктурные ограничения, сложности практического внедрения, а также особенности организационной культуры и отношения персонала к технологическим изменениям среди основных препятствий.

Снижение значимости финансовых и институциональных барьеров подтверждает, что политика поддержки ППТ и отечественных цифровых решений создает для предприятий более благоприятную среду, но не решает проблему компетенций и организационной трансформации. Поэтому следующим шагом анализа становится оценка того, какие формы взаимодействия и инструменты управления знаниями фактически используются добывающими компаниями и в какой мере они согласованы с задачами интеллектуализации и технологического суверенитета.

В настоящем исследовании анализ реализации технологической стратегии осуществим на основе выборки организаций добывающей промышленности по восьми механизмам. Для каждого механизма определяется число организаций, заявивших, что они осуществляли взаимодействие, и число организаций, указавших, что такое взаимодействие не осуществлялось.

За период 2020–2025 гг. по всем механизмам наблюдается рост доли предприятий добывающего сектора, реализующих соответствующий инструмент (рис. 2).

На графике представлены доли организаций добывающей промышленности, осуществляющих конкретную тех-

нологическую стратегию (в процентах от общего числа организаций).

Среди наиболее распространенных технологических стратегий можно выделить обучение на рабочем месте, сотрудничество с проектными и инжиниринговыми организациями с интеграцией образования, науки и бизнеса, а также стимулирование инновационных и предпринимательских инициатив сотрудников [22]. Указанные подходы согласуются с ранее выявленными барьерами: кадровыми ограничениями и сложностью интеграции новых технологий, выступая в качестве механизмов их преодоления.

Наибольший рост доли организаций наблюдается по таким направлениям, как обучение на рабочем месте, сотрудничество с проектными и инжиниринговыми организациями, а также стимулирование инициатив сотрудников и внедрение систем управления знаниями и лучшими практиками. В менее распространенной, но растущей группе остаются конкурентная технологическая разведка и бенчмаркинг, а также коллективное планирование и принятие решений.

Хотя некоторые компании уже наладили мониторинг технологических трендов и активно вовлекают сотрудников в обсуждение решений, такая практика пока распространена меньше, чем обучение персонала и сотрудничество с инжиниринговыми организациями. Тем не менее их развитие показывает, что предприятия постепенно переходят от простого обновления технологий к более сложному управлению и координации технологического развития.

Заключение

Проведенный анализ показал, что интеллектуализация добывающей промышленности России в период 2015–2025 гг. носила преимущественно интенсивный характер и сопровождалась укреплением технологического суверенитета. Структурные сдвиги в составе ППТ выразились в росте роли цифровых решений, технологий промышленных вычислений и больших данных, а также передовых методов организации производства. Интегральные индексы эффектов показывают усиление влияния передовых технологий на производительность, сокращение производственного цикла, повышение гибкости и снижение импортозависимости.

Оценка факторов, препятствующих внедрению ППТ, выявила, что необходимо смещение акцента политики и корпоративных стратегий с простого расширения доступа к технологиям и ресурсам к формированию компетенций и развитию внутренних механизмов освоения технологий.

Интеллектуализация добывающей промышленности в контексте технологического суверенитета предстает как комплексный процесс, сочетающий структурное обновление технологической базы, рост эффектов от использования ППТ, переориентацию на отечественные цифровые решения и формирование систем обучения, управления знаниями и кооперации с внешними партнерами. Именно сочетание этих элементов позволяет отрасли не только адаптироваться к внешним ограничениям, но и выстраивать собственную траекторию устойчивого технологического развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Драчёв Н. А.*, *Подшивалова М. В.*, *Подшивалов Д. В.* Оценка цифровой трансформации в добывающей промышленности России: ресурсный подход // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». — 2025. — Т. 19. — № 1. — С. 78—87. DOI: 10.14529/em250106.

2. *Гареев Т. Р.* Технологический суверенитет: от концептуальных противоречий к практической реализации // Terra Economicus. — 2023. — Т. 21. — № 4. — С. 38—54. DOI: 10.18522/2073-6606-2023-21-4-38-54.

3. *Будрина Е. В.*, *Тимошилова П. С.* Технологический суверенитет как стратегический приоритет: институциональные методы и инновационные траектории // Вестник экономики, права и социологии. — 2025. — № 3. — С. 15—20. DOI: 10.24412/1998-5533-2025-3-15-20.

4. *Череповицын А. Е.*, *Третьяков Н. А.* Разработка новой системы оценки применимости цифровых проектов в нефтегазовой сфере // Записки Горного института. — 2023. — Т. 262. — С. 628—642.

5. *Линник В. Ю.*, *Лазник А. А.*, *Гордеева Т. С.* Укрепление технологического суверенитета российской нефтегазовой промышленности в условиях турбулентной геополитики в мире // Вестник университета. — 2024. — № 11. — С. 34—42. DOI: 10.26425/1816-4277-2024-11-34-42.

6. *Люшина Э. Ю.* Анализ состояния и использования передовых производственных технологий в России // Научное обозрение. Экономические науки. — 2022. — № 2. — С. 5—9. DOI: 10.17513/sres.1096.

7. *Богачев Ю. С.*, *Трифонов П. В.*, *Абдикеев Н. М.* Основные направления и механизмы цифровизации промышленности РФ // Стратегические решения и риск-менеджмент. — 2022. — Т. 13. — № 2. — С. 151—159. DOI: 10.17747/2618-947X-2022-2-151-159.

8. *Якушев Н. О.*, *Устинова К. А.*, *Кочнев А. А.* Импортозамещение как фактор развития отечественных цифровых технологий // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. — 2024. — Т. 17. — № 3. — С. 82—101. DOI: 10.15838/esc.2024.3.93.5.

9. *Onifade M., Adebisi J. A., Shivute A. P., Genc B.* Challenges and applications of digital technology in the mineral industry // Resources Policy. 2023, vol. 85, article 103978. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103978.

10. *Лукичев С. В.*, *Наговицын О. В.* Научно-методические подходы при реализации проекта импортозамещения ГГИС в АК «АЛРОСА» // Записки Горного института. — 2025. — Т. 275. — С. 155—166.

11. *Жигалов В. И.* Цифровая экономика и импортозамещение: этапы и перспективы развития в России // Дискуссия. — 2023. — № 2 (117). — С. 95—106. DOI: 10.46320/2077-7639-2023-2-117-95-106.

12. *Матвеева Л. Г.*, *Каплюк Е. В.*, *Низов Н. В.* Пути снижения технологической зависимости промышленности России от импорта в императивах импортозамещения // Вестник Академии знаний. — 2021. — № 4 (45). — С. 184—191. DOI: 10.24412/2304-6139-2021-11355.

13. *Юрак В. В.*, *Полянская И. Г.*, *Малышев А. Н.* Оценка уровня цифровизации и цифровой трансформации нефтегазовой отрасли РФ // Горные науки и технологии. — 2023. — Т. 8. — № 1. — С. 87—110. DOI: 10.17073/2500-0632-2022-08-16.

14. *Губернаторов А. М.*, *Кузнецов Д. В.*, *Шувалова О. В.*, *Ломов Е. Е.*, *Стельмашенко Н. Д.* Технологический суверенитет горнодобывающей промышленности Российской Федерации: финансово-экономическая оценка импортозамещения тяжёлой карьерной техники и обогатительного оборудования (2022—2025 гг.) // Горная промышленность. — 2026. — № 4. — С. 84—92. DOI: 10.30686/1609-9192-2026-4-84-92.

15. *Liang G., Liang Y., Niu D., Shaheen M.* Balancing sustainability and innovation: The role of artificial intelligence in shaping mining practices for sustainable mining development // Resources Policy. 2024, vol. 90, article 104793. DOI: 10.1016/j.resourpol.2024.104793.

16. *Calzada Olvera B.* Innovation in mining: what are the challenges and opportunities along the value chain for Latin American suppliers? // Mineral Economics. 2022, vol. 35, no. 1, pp. 35—51. DOI: 10.1007/s13563-021-00251-w.

17. *Матренин П. В.*, *Степанова А. И.* Повышение интерпретируемости моделей прогнозирования электропотребления горнодобывающих предприятий с помощью аддитивного объяснения Шепли // Записки Горного института. — 2025. — Т. 271. — С. 154—167.

18. *Моргоева А. Д.*, *Моргоев И. Д.*, *Клюев Р. В.*, *Хетагуров В. Н.*, *Гаврина О. А.* Краткосрочное прогнозирование электропотребления обогатительной фабрики // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2023. — № 5-1. — С. 157—169. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_51_0_157.

19. *Петров И. В.*, *Щербаченко П. С.*, *Тихомиров А. А.* Мониторинг индекса деловой репутации субъектов предпринимательской деятельности в отрасли добычи полезных ископаемых //

Горная промышленность. — 2025. — № 4. — С. 116—121. DOI: 10.30686/1609-9192-2025-4-116-121.

20. *Lund E., Pekkari A., Johansson J., Lööw J.* Mining 4.0 and its effects on work environment, competence, organisation and society — A scoping review // Mineral Economics. 2024, vol. 37, no. 4, pp. 827—840. DOI: 10.1007/s13563-024-00427-0.

21. *Crabbe M., Leader J., Hall H. M., Burdett M.* Technology adoption in the Canadian mining sector: A systematic scoping review // Resources Policy. 2025, vol. 103, article 105566. DOI: 10.1016/j.resourpol.2025.105566.

22. *Петров И. В.*, *Меркулина И. А.*, Омарова Г. Влияние интеграции образования, науки и бизнеса на развитие предпринимательства в угледобывающих компаниях // Уголь. — 2024. — № 7 (1182). — С. 42—47. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-7-42-47. РИАЗ

REFERENCES

1. Drachev N. A., Podshivalova M. V., Podshivalov D. V. Assessment of digital transformation in the Russian mining industry: a resource-based approach. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management*. 2025, vol. 19, no. 1, pp. 78—87. [In Russ]. DOI: 10.14529/em250106.

2. Gareev T. R. Technological sovereignty: from conceptual contradictions to practical implementation. *Terra Economicus*. 2023, vol. 21, no. 4, pp. 38—54. [In Russ]. DOI: 10.18522/2073-6606-2023-21-4-38-54.

3.Budrina E. V., Timoshilova P. S. Technological sovereignty as a strategic priority: institutional methods and innovation trajectories. *Vestnik ekonomiki, prava i sotsiologii*. 2025, no. 3, pp. 15—20. [In Russ]. DOI: 10.24412/1998-5533-2025-3-15-20.

4. Cherepovitsyn A. E., Tretyakov N. A. Development of a new assessment system for the applicability of digital projects in the oil and gas sector. *Journal of Mining Institute*. 2023, vol. 262, pp. 628—642. [In Russ].

5. Linnik V. Yu., Laznik A. A., Gordeeva T. S. Strengthening technological sovereignty of the Russian oil and gas industry under turbulent geopolitical conditions. *Vestnik universiteta*. 2024, no. 11, pp. 34—42. [In Russ]. DOI: 10.26425/1816-4277-2024-11-34-42.

6. Lyushina E. Yu. Analysis of the state and use of advanced production technologies in Russia. *Nauchnoe obozrenie. Ekonomicheskie nauki*. 2022, no. 2, pp. 5—9. [In Russ]. DOI: 10.17513/sres.1096.

7. Bogachev Yu. S., Trifonov P. V., Abdikeev N. M. Main directions and mechanisms of industrial digitalization in the Russian Federation. *Strategic Decisions and Risk Management*. 2022, vol. 13, no. 2, pp. 151—159. [In Russ]. DOI: 10.17747/2618-947X-2022-2-151-159.

8. Yakushev N. O., Ustinova K. A., Kochnev A. A. Import substitution as a factor in the development of domestic digital technology. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2024, vol. 17, no. 3, pp. 82—101. [In Russ]. DOI: 10.15838/esc.2024.3.93.5.

9. Onifade M., Adebisi J. A., Shivute A. P., Genc B. Challenges and applications of digital technology in the mineral industry. *Resources Policy*. 2023, vol. 85, article 103978. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103978.

10. Lukichev S. V., Nagovitsyn O. V. Scientific and methodological approaches in implementing the MGIS import substitution project at PJSC ALROSA. *Journal of Mining Institute*. 2025, vol. 275, pp. 155—166. [In Russ].

11. Zhigalov V. I. Digital economy and import substitution: stages and prospects of development in Russia. *Diskussiya*. 2023, no. 2 (117), pp. 95—106. [In Russ]. DOI: 10.46320/2077-7639-2023-2-117-95-106.

12. MMatveeva L. G., Kaplyuk E. V., Nizov N. V. Ways to reduce the technological dependence of Russian industry on imports under the imperatives of import substitution. *Vestnik Akademii znaniy*. 2021, no. 4 (45), pp. 184—191. [In Russ]. DOI: 10.24412/2304-6139-2021-11355.

13. Yurak V. V., Polyanskaya I. G., Malyshev A. N. The assessment of the level of digitalization and digital transformation of the oil and gas industry of the Russian Federation. *Mining Science and Technology (Russia)*. 2023, vol. 8, no. 1, pp. 87—110. [In Russ]. DOI: 10.17073/2500-0632-2022-08-16.

14. Gubernatorov A. M., Kuznetsov D. V., Shuvalova O. V., Lomov E. E., Stelmashenko N. D. Technological sovereignty of the Russian mining industry: financial and economic assessment of import substitution of heavy mining equipment and mineral processing machinery (2022–2025). *Russian Mining Industry Journal*. 2026, no. 4, pp. 84—92. [In Russ]. DOI: 10.30686/1609-9192-2026-4-84-92.

15. Liang G., Liang Y., Niu D., Shaheen M. Balancing sustainability and innovation: The role of artificial intelligence in shaping mining practices for sustainable mining development. *Resources Policy*. 2024, vol. 90, article 104793. DOI: 10.1016/j.resourpol.2024.104793.

16. Calzada Olvera B. Innovation in mining: what are the challenges and opportunities along the value chain for Latin American suppliers? *Mineral Economics*. 2022, vol. 35, no. 1, pp. 35—51. DOI: 10.1007/s13563-021-00251-w.

17. Matrenin P. V., Stepanova A. I. Enhancing the interpretability of electricity consumption forecasting models for mining enterprises using SHapley Additive exPlanations. *Journal of Mining Institute*. 2025, vol. 271, pp. 154—167. [In Russ].

18. Morgoeva A. D., Morgoev I. D., Klyuev R. V., Khetagurov V. N., Gavrina O. A. Short-term prediction of energy consumption at concentration factory. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2023, no. 5-1, pp. 157—169. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_51_0_157.

19. Petrov I. V., Shcherbachenko P. S., Tikhomirov A. A. Monitoring the business reputation index of business entities in the mining industry. *Russian Mining Industry Journal*. 2025, no. 4, pp. 116—121. [In Russ]. DOI: 10.30686/1609-9192-2025-4-116-121.

20. Lund E., Pekkari A., Johansson J., Lööw J. Mining 4.0 and its effects on work environment, competence, organisation and society — A scoping review. *Mineral Economics*. 2024, vol. 37, no. 4, pp. 827—840. DOI: 10.1007/s13563-024-00427-0.

21. Crabbe M., Leader J., Hall H. M., Burdett M. Technology adoption in the Canadian mining sector: A systematic scoping review. *Resources Policy*. 2025, vol. 103, article 105566. DOI: 10.1016/j.resourpol.2025.105566.

22. Petrov I. V., Merkulina I. A., Omarova G. Impact of the integration of education, science and business on the development of entrepreneurship in coal mining companies. *Ugol'*. 2024, no. 7 (1182), pp. 42—47. [In Russ]. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-7-42-47.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Нарбут Виктория Викторовна[1] — канд. экон. наук, доцент,
ведущий научный сотрудник, e-mail: vvnarbut@fa.ru,
ORCID ID: 0000-0003-1551-5114,
Абдикеев Нияз Мустякимович[1] — д-р техн. наук, профессор,
главный научный сотрудник, e-mail: nabdikeev@fa.ru,
ORCID ID: 0000-0002-5999-0542,
[1] Институт финансово-промышленной политики и проблем
экономической безопасности, Финансовый университет
при Правительстве Российской Федерации.
Для контактов: Нарбут В.В., e-mail: vvnarbut@fa.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

V.V. Narbut[1], Cand. Sci. (Econ.), Assistant Professor,
Leading Researcher, e-mail: vvnarbut@fa.ru,
ORCID ID: 0000-0003-1551-5114,
N.M. Abdikeev[1], Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher,
e-mail: nabdikeev@fa.ru, ORCID ID: 0000-0002-5999-0542,
[1] Institute of Financial and Industrial Policy and Economic Security,
Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia.
Corresponding author: V.V. Narbut, e-mail: vvnarbut@fa.ru.

Получена редакцией 04.09.2026; получена после рецензии 07.10.2026; принята к печати 20.10.2026.
Received by the editors 04.09.2026; received after the review 07.10.2026; accepted for printing 20.10.2026.