

УДК 007.5

DOI: 10.52531/1682-1696-2025-25-2-168-180

Научная статья

EDN: VNNHJX

ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ — ТЕКУЩЕЕ РАЗВИТИЕ

М.М. Шайлиева¹,
Ю.Н. Нестеренко¹,
О.Г. Кухаренко²

¹ ФГБОУ ВО Российский государственный
геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ),
Москва, Российская Федерация

² Негосударственное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский университет «Синер-
гия», Москва, Российская Федерация

Статья оценивает текущий этап внедрения и использования цифровых технологий в добывающей промышленности России. На основе исследования итогов статнаблюдений Росстата за 2022–2023 гг. проводится анализ структуры, особенностей, количественных и качественных характеристик применяемых цифровых технологий, степени их влияния на различные аспекты деятельности организаций добывающей отрасли. Уточняется, что ключевым фактором цифровизации добычи полезных ископаемых в условиях рыночной экономики является практическая целесообразность и эффективность применяемых технологий. Поэтому этому аспекту уделяется особое внимание в работе. Установлено, что в целом, по оценкам компаний, степень влияния внедренных цифровых технологий, а, следовательно, и эффективность, находится на недостаточно высоком уровне. Что, в конечном счете, и определяет консервативность добывающей отрасли в плане цифровизации и низких темпов ее прогресса. Кроме того, существенно ограничивает цифровизацию отрасли высокая зависимость от импортных технических решений, что в ряде направлений является определяющим фактором в условиях санкций.

Ключевые слова: анализ, динамика, добывающая промышленность, развитие, технологии, технологический суверенитет, цифровизация, эффективность

Original article

**DIGITALIZATION IN THE MINING
INDUSTRY OF RUSSIA –
CURRENT DE-VELOPMENT**

М.М. SHAILIEVA¹,
Yu.N. NESTERENKO¹,
O.G. KUKHARENKO²

¹ FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL
INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION SERGO
ORDZHONIKIDZE RUSSIAN STATE GEOLOGI-
CAL PROSPECTING UNIVERSITY (MGRI),
MOSCOW, RUSSIAN FEDERATION

² NON-GOVERNMENTAL EDUCATIONAL
INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
“MOSCOW UNIVERSITY “SYNERGY”, MOSCOW,
RUSSIAN FEDERATION

The current article assesses the current stage of implementation and use of digital technologies in the extractive industry of Russia. Based on the study of the results of statistical observations of Rosstat for 2022–2023, an analysis of the structure, features, quantitative and qualitative characteristics of the applied digital technologies, the degree of their influence on various aspects of the activities of organizations in the extractive industry is carried out. It is specified that the key factor in the digitalization of mineral extraction in a market economy is the practical feasibility and efficiency of the applied technologies. Therefore, this aspect is given special attention in the work. It was found that, in general, according to companies' estimates, the degree of influence of the implemented digital technologies, and, consequently, the efficiency, is not high enough. Which, ultimately, determines the conservatism of the extractive industry in terms of digitalization and the low rate of its progress. In addition, the digitalization of the industry is significantly limited by high dependence on imported technical solutions, which in a number of areas is a determining factor in the context of sanctions.

KEYWORDS: analysis, development, digitalization, dynamics, efficiency, mining industry, technological sovereignty, technologies

ВВЕДЕНИЕ

На современном цивилизационном этапе развития происходит повсеместное внедрение цифровых решений как во всех сферах жизнедеятельности населения, так и во всем многообразии экономических

направлений [17, 21]. Конечно, это обусловлено не стремлением к цифре как таковой, а целесообразностью использования ее преимуществ с целью повышения эффективности деятельности, безопасности процессов, удобства работы с клиентами, и, разумеется, в конечном счете – повышении прибыли для возмещения расходов на цифровизацию. То есть цифровизация является не столько данью глобальному прогрессу, сколько представляет собой прагматичный подход для повышения конкурентоспособности бизнеса на рынке или в отрасли, или, если рассуждать в глобальном измерении, национальной экономики.

С.Н. Сеницын приводит пример внедрения цифровых двойников на реальном предприятии Газпрома в Ханты-Мансийске [15]. В описанном авторе проекте предполагается, что реализация предлагаемой инициативы позволит увеличить добычу углеводородов в конкретном случае на 1–5%, снизить трудозатраты на 20%, на 3% – потери нефти и газа. Также простой скважин снизятся на 10%, а выезды на скважины – на 30%. То есть, основная задача данного цифрового решения заключается в сокращении затрат компании. Хотя повышение эффективности работы оборудования и рост выработки продукции также является одними из второстепенных задач. То есть перспективы проекта, в конечном счете, выражаются в четком экономическом измерении. Это подтверждает тезис о том, что эффективность цифровых технологий – ключевой фактор цифровизации любого экономического направления, в том числе добывающей промышленности. И для решения задач ценовой конкуренции и сохранения прибыльности отдельных проектов и добывающих отраслей в целом цифровые решения представляют собой эффективный инструмент повышения производительности.

Схожие проекты цифровых двойников для угольной отрасли предлагают Ю.Н. Семенов [14], Huang Z. [24], Tian Y. [27]. И подобные цифровые решения далеко не единичны в отечественной и мировой практике [6, 8, 11, 23]. Конечно, Китай, как наиболее крупный глобальный производитель угля, лидирует в направлении цифровизации угольной отрасли [25, 26, 28] вопреки достаточно распространенному мнению о низкотехнологичности добычи в КНР [1, 9]. Разумеется, угледобыча – лишь один из частных примеров внедрения цифровых решений в добывающем секторе. Цифровизация в сфере разработки ископаемых также практически повсеместна, как и в остальных экономических направлениях [16].

Кроме того, для добывающей отрасли, помимо общих задач экономического соревнования в конкурентоспособности компаний, отраслей и систем, есть еще один резон в цифровизации, который становится все более актуальным, это неуклонное истощение ресурсной базы. В условиях исчерпания основных легкодоступных запасов полезных ископаемых вопросы

эффективности и конкуренции выходят на передний план. Особенно это актуально для России с высокой степенью зависимости от добычи, переработки и экспорта сырьевых продуктов и продуктов с низкой степенью передела. Лишь в некоторых направлениях для отечественных товаров нет серьезной конкуренции со стороны национальных и международных поставщиков [4, 19].

Как отмечает Н.А. Мацко [10], в настоящее время сложились два основных взгляда на проблему невозобновляемости полезных ископаемых: так сказать, пессимистичный и оптимистичный. Первый заключается в представлении, что полезные ископаемые являются конечным и ограниченным ресурсом, имеющим типовую схему динамики добычи:

- рост, обеспечивающий потребности растущей экономики;
- пик (в данном случае могут рассматриваться два варианта: в абсолютных числах добычи или в расчете на душу мирового населения);
- послепиковое падение добычи, характеризующееся быстро нарастающим дефицитом и коллапсом отраслей, связанных с конкретным ресурсом.

Большинство авторов, подкрепляя свои выводы аналитическими расчетами, сходятся во мнении, что по большинству природных ископаемых пики производства уже пройдены [7, 13, 18, 20]. И, в условиях продолжающего роста глобального населения, является весьма актуальной проблема поиска технических решений по повышению эффективности использования оставшейся ресурсной базы (в т.ч. повышения коэффициента извлечения ресурсов, отработка хвостохранилищ и т.д.).

Второй аспект основывается на оптимистичном подходе к объемам потенциальных ресурсов, т.е. оценочном предположении о значительности еще неразведанных ресурсов, которых, скорее всего, должно хватить на практически неограниченную перспективу. Хотя очевидно, что данные ресурсы будут характеризоваться более сложным геологическим строением, меньшим качеством минерального состава, располагаться в малоосвоенных регионах. И здесь скорее будет играть роль не наличие ресурсов как таковых, а экономическая целесообразность их добычи. И здесь научно-технический прогресс будет в значительной степени способствовать преодолению указанных отрицательных факторов, повышать качество геолого-разведочных работ.

В принципе, как описывает ситуацию Н.А. Мацко [10], ситуация с ухудшением качества руд, истощением легкодоступных месторождений и перенос основного фокуса добычи в малоосвоенные районы длится уже десятки лет. И научно-технический прогресс во многом нивелировал отрицательные моменты, позволяя отрасли развиваться и в большинстве случаев наращивать добычу ископаемых при сохранении или

лишь некотором сокращении ресурсной базы благодаря повышению эффективности добычи и геолого-разведки. М.А. Якунин демонстрирует этот процесс на примере десятилетней динамики запасов полезных ископаемых в России: в ряде случаев расчетный срок эксплуатации ресурсной базы отдельных минеральных ресурсов не только сохранен, но даже увеличен, что свидетельствует о применимости оптимистичного подхода к вопросу исчерпания сырьевой базы [22].

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для обоих направлений научной мысли краеугольным камнем рассуждений о дальнейшем прогрессе добывающей отрасли является усовершенствование методов разведки и добычи, научно-технический прогресс в этой области. И цифровые решения в данном случае представляют собой привлекательный ресурс для повышения эффективности работы добывающего сектора, хотя консервативность отрасли в значительной степени сдерживает процессы цифровизации отрасли. Однако постепенное приближение не просто пика добычи, но и реального исчерпания разведанных ресурсов должно мотивировать компании в усилении научно-технического и цифрового прогресса. При этом ключевой влияющей переменной в данном процессе, как выше показано на примере С.Н. Синицына [15], эффективность и практическая целесообразность – ключевые факторы внедрения и применения цифровых технологий в отрасли. Впрочем, в условиях рыночной экономики это обязательный элемент любой стратегии цифрового развития вне зависимости от направления народного хозяйства.

В фокусе исследования целесообразности практического применения цифровых решений значительное влияние на методику текущего исследования оказали работы С.А. Банникова касательно управления предприятием в условиях цифровизации [2, 3]. Автор опирается на итоги статнаблюдения по ф. № 3-информ и по ф. № 1-технология, которые подробно описывают динамику и структуру применяемых цифровых и передовых производственных технологий, финансирование, кадровое обеспечение и ряд других аспектов цифровизации российской экономики в разрезе всех кодов ОКВЭД [12]. Всего в 2023 г. в опросах участвовали 2434 организации сектора добычи полезных ископаемых, в 2022 г. – 2394 компании, в 2021 г. – 3218.

В настоящем исследовании будет применена схожая методика с работой С.А. Банникова, но с углублением в статистические показатели для добывающей промышленности. Обработка массива исходных данных и анализ результатов будут проводиться с применением таких методов, как системный подход, анализ, синтез, индукция. Будут визуализированы в виде таблиц и графиков представляющие наибольший интерес данные по финансированию, структуре, основным направлениям использования цифровых технологий

(с том числе «сквозных») как в целом по добывающей промышленности, так и по отдельным составляющим ее экономическим направлениям. Особое внимание будет уделено оценкам эффективности внедренных технологий со стороны самих организаций отрасли.

Касательно временного периода исследования следует указать, что основная часть данных относится к 2023 г., однако в части оценки степени влияния цифровых технологий на деятельность применяющих их компаний опрос Росстатом проводился лишь в 2022 г. – однократно. Поэтому данные по анализу эффективности цифровых технологий в добывающей промышленности относятся к 2022 г.

Если на заре цифровой эры было целесообразно вести статистический учет цифровых технологий таких технических индикаторов, как наличие персональных компьютеров, интернета, серверов, локальных сетей и проч., то к настоящему времени, пожалуй, эти аспекты давно потеряли свою актуальность по причине практически повсеместного распространения классических офисных технических средств и соответствующего программного обеспечения. На передний план выходит необходимость отслеживания наиболее современных, «сквозных» технологий, определяющих научно-технический прогресс и результативность самого по себе процесса цифровизации как источника инноваций и инструмента повышения эффективности. Исходя из этого соображения, в работе опущены «устаревшие» статистические индикаторы, а основной фокус исследования сосредоточен на наиболее современных цифровых решениях.

Кроме того, принимая во внимание важность импортозамещения и технологического суверенитета, также отдельно выделены вопросы зависимости от импортных программных решений.

ДИНАМИКА ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В 2021–2023 гг.

Общая динамика использования ключевых видов цифровых технологий представлена в таблице 1. Как было принято в предыдущем разделе, в исследовании отмечены лишь наиболее современные и технологичные направления цифровизации с точки зрения их потенциала и значения для прогресса в целом.

Таблица 1 демонстрирует заметное снижение суммарного количества обследуемых компаний за последние 3 года. Возможно, это связано с поглощением более крупными компаниями меньших представителей отрасли, а также структурными изменениями по причине ухода ряда западных компаний с российского рынка. Ведь именно добывающий сектор был в наибольшей степени подвержен влиянию зарубежного капитала в сравнении с остальными экономическими направлениями отечественной экономики.

ТАБЛИЦА 1.

Количество компаний добывающей промышленности (сумма по коду ОКВЭД «В»), использующих отдельные виды цифровых технологий в 2021–2023 гг., ед.

Наименование	2021		2022		2023	
	ед.	%	ед.	%	ед.	%
Облачные сервисы	637	19,8	664	27,7	615	25,3
Геоинформационные системы	595	18,5	561	23,4	600	24,7
Радиочастотная идентификация (RFID)	514	16,0	531	22,2	517	21,2
Интернет вещей (IoT)	495	15,4	460	19,2	441	18,1
Анализ и обработка больших данных (Big Data)	803	25,0	520	21,7	426	17,5
Промышленные роботы	94	2,9	118	4,9	125	5,1
Цифровой двойник	77	2,4	71	3,0	74	3,0
Искусственный интеллект	92	2,9	113	4,7	70	2,9
Аддитивные технологии	28	0,9	33	1,4	43	1,8
Всего компаний, участвовавших в статнаблюдении	3218	100	2394	100	2434	100

Источник: составлено автором по данным [12].

Сокращение выборки компенсировано включением в анализ относительных индикаторов: как видно в таблице 1, доли компаний, использующих отдельные виды цифровых технологий, в 2021–2022 гг. демонстрируют рост. Затем в 2023 г. отмечается некоторое падение по таким направлениям, как облачные сервисы, RFID, Big Data, искусственный интеллект. Это снова можно объяснить выходом из российского экономического поля крупных зарубежных игроков, которые были основными потребителями современных технологий мирового значения.

В долевом выражении наибольшую распространенность в добывающей промышленности получили облачные сервисы и геоинформационные системы (их использует около четверти организаций), а также технологии радиочастотной идентификации (RFID) – примерно пятая часть компаний пользуется данной технологией. Также порядка 1/6 опрошенных организаций используют технологические решения Интернета вещей и анализа больших данных. Остальные разновидности цифровых технологий имеют сравнительно низкую распространенность – порядка 5% и менее. Это касается промышленной роботизации, цифровых двойников, искусственного интеллекта и аддитивных решений.

Причина высокой частоты применимости облачных решений достаточно прозрачна – это уже достаточно давно широко распространенная и универсальная технология и для крупных компаний не представляет новизны или технологического прорыва. Геоинформационные системы, абстрагируясь, конечно, от типовых решений вроде «Яндекс-Карт», как раз созданы под потребности добывающего сектора, позволяя детализировать области залегания полезных

ископаемых, облегчая их оценку, освоение и разработку. RFID позволяет увязать многочисленные транспортные единицы, маршруты людей и механизмов в единый управляемый комплекс. В этом же контексте используется и Интернет вещей. Технологии анализа и обработки больших данных позволяют управлять потоками информации от всех перечисленных выше технологических узлов и точек. Поэтому схожесть доли организаций, использующих ТОП-5 технологий, вполне объяснима их взаимной логической и технической связанностью.

Промышленная роботизация, цифровые двойники и другие технологии, получившие пока небольшую степень распространения в добывающем секторе, уже не демонстрируют столь высокой внутренней связанности, что сказывается на незначительной доле их использования. И, вероятнее всего, они применяются точно в отдельных, возможно, опытных технологических или узкоспециализированных направлениях. Примером может служить работа С.Н. Синицина о внедрении цифровых двойников в Ханты-Мансийске [15]. Примеры есть, но, как видно из таблицы 1, сколь-нибудь значимого применения среди компаний они пока не демонстрируют.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В 2023 г.

Рассмотрим данные по использованию цифровых технологий теперь в разрезе отдельных направлений добычи (табл. 2).

С точки зрения среднего «по больнице» значения наиболее технологичной выглядит добыча угля – здесь доля компаний, применяющих те или иные цифровые решения, наиболее высока. Особенно это заметно в

ТАБЛИЦА 2.

Количество компаний добывающей промышленности, использующих отдельные виды цифровых технологий, в разрезе направлений добычи ископаемых в 2023 г., ед.

Наименование	Добыча угля		Добыча нефти		Добыча газа		Добыча металл. руд		Добыча прочих ископаемых	
	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%
Облачные сервисы	46	25,1	67	22,6	16	18,8	107	29,6	104	24,2
Геоинформационные системы	59	32,2	105	35,5	30	35,3	113	31,3	94	21,9
Радиочастотная идентификация (RFID)	80	43,7	55	18,6	28	32,9	85	23,5	83	19,3
Интернет вещей (IoT)	42	23,0	41	13,9	13	15,3	62	17,2	77	17,9
Анализ и обработка больших данных (Big Data)	27	14,8	51	17,2	9	10,6	62	17,2	71	16,6
Промышленные роботы	26	14,2	6	2,0	1	1,2	29	8,0	42	9,8
Цифровой двойник	11	6,0	19	6,4	8	9,4	12	3,3	11	2,6
Искусственный интеллект	3	1,6	20	6,8	2	2,4	15	4,2	13	3,0
Аддитивные технологии	5	2,7	5	1,7	1	1,2	12	3,3	9	2,1
Всего компаний, участвовавших в статнаблюдении	183	100	296	100	85	100	361	100	429	100

Источник: составлено автором по данным [12].

направлении использования RFID (43,7% – самый высокий показатель для цифровых технологий в принципе среди представленных в табл. 2). Также здесь наблюдается самая высокая степень внедрения облачных сервисов, Интернета вещей, промышленной роботизации. Как известно, угледобыча за два десятилетия выросла из отрасли, работающей на удовлетворение внутреннего спроса, в крупного экспортера по мировым меркам. Это произошло благодаря созданию конкурентоспособных технологичных производств, что в общем и продемонстрировано в таблице 2.

Добыча металлических руд – также высоко зависимая от экспорта руд или готовой металлургической продукции отрасль [5]. Это во многом обуславливает сравнительно высокую распространенность цифровых технологий в данном направлении. Хотя общие величины индикаторов несколько меньше, чем для направления угледобычи, тем не менее, отрасль располагается в целом на втором месте по их средним значениям. Здесь, кстати, самая большая доля организаций, использующих аддитивные технологии – 3,3% и облачные сервисы – 29,6%. Хотя сами по себе эти показатели, конечно, невысоки.

Добыча нефти и газа имеет схожую типологию по использованию цифровых технологий: геоинформационные системы и цифровые двойники здесь имеют наибольшую степень применения из всех направлений добычи ископаемых. RFID чаще применяется в газодобыче, анализ больших данных и искусственный интеллект – в добыче нефти. А вот Интернет вещей, промышленная роботизация и аддитивные технологии в добыче углеводородов

применяются реже, чем в остальных направлениях.

Добыча прочих полезных ископаемых характеризуется относительно средними значениями показателей, хотя можно отметить высокую степень применения промышленных роботов (выше только в угледобыче).

В целом, в разрезе отдельных отраслей в укрупненном выражении экономических направлений угледобыча выглядит в наиболее выгодном свете, так как здесь в среднем наблюдается наиболее высокая доля организаций, использующих те или иные цифровые технологии.

Следующий раздел будет посвящен анализу использования специальных программных средств, т.е. групп программ по направлению их использования.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ В ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В 2023 г.

Как видно из таблицы 3, в основном компании добывающего сектора используют отдельные виды программных средств в направлениях документооборота (83,6%), справочно-правовых систем (76,5%), информационной безопасности (73,8%), электронных финансовых расчетов (69,2%), управления складом (53%). Это группа наиболее широко распространенных направлений использования (по количеству применяющих программные средства организаций). Стоит заметить, что в данных направлениях подавляющая часть организаций (порядка 75% и более) пользуется отечественными решениями, что свидетельствует о

ТАБЛИЦА 3.

Количество компаний добывающей промышленности, использующих отдельные категории программных средств в 2023 г., ед.

Наименование	Всего		в т.ч. российского производства	
	ед.	%	ед.	в % от позиции
Электронный документооборот	1748	83,6	1491	85,3
Справочно-правовые системы	1600	76,5	1394	87,1
Информационная безопасность	1543	73,8	1148	74,4
Финансовые расчёты	1446	69,2	1192	82,4
Управление складом	1108	53,0	845	76,3
Для моделирования (CAD и т.п.)	950	45,4	533	56,1
ERP	942	45,1	630	66,9
Для управления закупками	881	42,1	590	67,0
Работа с базами данных	781	37,4	425	54,4
Для управления продажами	756	36,2	489	64,7
HRIS	721	34,5	489	67,8
Для управления техпроцессами	712	34,1	357	50,1
CRM	550	26,3	309	56,2
SCM	459	22,0	234	51,0
PLM / PDM	417	19,9	220	52,8
Научные исследования	370	17,7	182	49,2
ВСЕГО	2091	100	1877	89,8

Источник: составлено автором по данным [12].

том, что в наиболее востребованном сегменте российские программные средства достаточно конкурентоспособны и составляют основную долю применений.

Со снижением количества компаний, использующих отдельные программные средства, постепенно сокращается и доля отечественных решений. Это можно объяснить тем, что чем уже рынок сбыта, тем менее целесообразным становится разработка собственных программ в тех или иных маловостребованных направлениях. Зарубежные решения, грубо говоря, работают на весь мир, имеют значительный рынок, что повышает экономическую эффективность разработки, что благоприятно сказывается на конкурентоспособности конечного программного продукта. Соответственно, узкоспециализированные программные средства, выпущенные для небольшого внутреннего рынка, менее конкурентоспособны. Поэтому наблюдаемая доля российского ПО сокращается по мере снижения частоты его использования компаниями.

Стоит отметить негативный фактор в сложившейся санкционной ситуации. Во-первых, ПО для научных исследований в компаниях добывающего сектора является самым маловостребованным направлением использования, что свидетельствует о низкой научно-исследовательской активности. Во-вторых, здесь са-

мая высокая доля зарубежных программных решений (51,8%), что дополнительно ограничивает возможности добывающей промышленности для самостоятельного ведения научно-исследовательской деятельности и выполнения НИОКР собственными силами.

Уточнит ситуацию в разрезе отдельных видов экономической деятельности по коду «В» ОКВЭД таблица 4.

Исходя из данных таблицы 4, в плане использования отдельных категорий ПО следует выделить следующие тенденции по экономическим направлениям.

Наиболее высокая и характерная для всех подотраслей применимость наблюдается для ПО, обеспечивающего электронный документооборот (порядка 85–88% для всех компаний, информационную безопасность и обеспечение справочно-правовой информацией (около 80%). Это связано с универсальностью и востребованностью данных продуктов. Хотя для ПО в области безопасности направление добычи прочих полезных ископаемых демонстрирует странным образом низкий показатель (60,8% использования) по сравнению с характерными 70–80% для остальных направлений. Сложно сказать, с чем связан столь невысокий уровень распространенности, казалось бы, незаменимого и жизненно необхо-

ТАБЛИЦА 4.

Количество компаний добывающей промышленности, использующих отдельные категории программных средств, в разрезе направлений добычи ископаемых в 2023 г., ед.

Наименование	Добыча угля		Д о б ы ч а нефти		Добыча газа		Добыча ме- талл. руд		Добыча прочих ископаемых	
	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%
Научные исследования	23	13,4	52	20,1	3	3,8	70	21,9	61	16,9
Для моделирования (CAD и т.д.)	107	62,2	124	47,9	43	55,1	202	63,3	144	40,0
Для управления техпроцессами	79	45,9	132	51,0	29	37,2	134	42,0	112	31,1
Для управления закупками	80	46,5	114	44,0	35	44,9	140	43,9	155	43,1
Для управления продажами	75	43,6	81	31,3	23	29,5	112	35,1	154	42,8
Управление складом	102	59,3	117	45,2	39	50,0	195	61,1	184	51,1
Финансовые расчёты	144	83,7	175	67,6	47	60,3	256	80,3	266	73,9
Работа с базами данных	60	34,9	78	30,1	15	19,2	134	42,0	133	36,9
Информационная безопасность	128	74,4	204	78,8	66	84,6	228	71,5	219	60,8
Справочно-правовые системы	139	80,8	205	79,2	62	79,5	250	78,4	278	77,2
CRM	47	27,3	72	27,8	6	7,7	84	26,3	105	29,2
ERP	100	58,1	133	51,4	43	55,1	144	45,1	140	38,9
SCM	39	22,7	51	19,7	7	9,0	74	23,2	85	23,6
PLM / PDM	36	20,9	50	19,3	3	3,8	65	20,4	71	19,7
HRIS	56	32,6	91	35,1	32	41,0	133	41,7	122	33,9
Электронный документооборот	147	85,5	224	86,5	69	88,5	267	83,7	317	88,1
Всего компаний, участвовавших в статнаблюдении	172	100	259	100	78	100	319	100	360	100

Источник: составлено автором по данным [12].

димого в современном мире программного продукта.

Также достаточно большим спросом пользуются программы для моделирования управления складом, ERP (системы управления предприятием). Стоит заметить, что в данных направлениях классов ПО в добыче угля и металлических руд показатели наиболее высоки. Это все же более «оцифрованные» сегменты добывающей промышленности. Добыча нефти и газа более консервативна в этом плане, возможно, за счет большего финансового ресурса и относительной освоенности месторождений, что в сумме не требует значительных действий по повышению конкурентоспособности и цифровому усовершенствованию. Хотя в целом разрыв не особенно показателен, и в ряде направлений нефтедобыча даже опережает остальные направления, например, в доле компаний, использующих ПО для управления техническими процессами, а газодобыча – в направлении информационной безопасности, хотя в таких перспективных технологиях как SCM (управление поставками) или PLM/PDM (управление жизненным циклом продукции) газодобыча существенно отстает.

ПО для научных исследований наибольшую применимость находит в сфере добычи нефти и металлических руд, чуть меньше – в угледобыче и добыче прочих ископаемых. А вот в газовой сфере такое ПО практически не применяется.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПО КЛАССАМ В 2023 Г.

Исходя из специфики работы добывающего сектора, целесообразно сосредоточить внимание именно на промышленном ПО, имеющим наибольшее значение в данном индустриальном направлении. Всего из 1693 организаций, участвовавших в статнаблюдении Росстата, на 2023 г. пользовались промышленным ПО лишь 303.

Как видно из таблицы 5, применение промышленного ПО в целом имеет достаточно невысокий уровень распространенности среди компаний добывающего сектора. Основной класс применяемых программ составляет ПО для автоматизированного проектирования – его используют 244 из 303 организаций. Причем на российские продукты здесь приходится 68,4%. Это,

ТАБЛИЦА 5.

Количество компаний добывающей промышленности, использующих отдельные категории промышленного ПО в 2023 г., ед.

Наименование	ВСЕГО	зарубежные		русские	
	ед.	ед.	%	ед.	%
Средства защиты систем промышленной автоматизации	11	10	90,9	1	9,1
Промышленное программное обеспечение	303	109	36,0	194	64,0
в т.ч.:					
автоматизированное проектирование CAD	244	77	31,6	167	68,4
проектирование для электроники ECAD, EDA	3	1	33,3	2	66,7
автоматизированное управление техникой	16	12	75,0	4	25,0
средства инженерного анализа (CAE)	10	6	60,0	4	40,0
технологической подготовки производства (CAPP)	9	9	100,0	0	0,0
управления жизненным циклом изделия (PLM)	5	3	60,0	2	40,0
управления инженерными данными об изделии (PDM)	21	15	71,4	6	28,6
управления оборудованием с ЧПУ (CAM)	11	7	63,6	4	36,4
управление техпроцессами (APC, RTO)	13	13	100,0	0	0,0
ПО для ПЛК (PLC)	7	4	57,1	3	42,9
ПО для диагностики оборудования	2	1	50,0	1	50,0
ПО для создания цифровых двойников (DT)	2	1	50,0	1	50,0
автоматизированное производственное планирование (APS)	6	1	16,7	5	83,3
человеко-машинный интерфейс на производстве (HMI)	4	3	75,0	1	25,0
автоматизированный контроль качества (CAQ)	2	1	50,0	1	50,0
интеллектуальный анализ данных (Data Mining)	3	1	33,3	2	66,7
поддержка принятия решений (DSS)	14	2	14,3	12	85,7
системы решения специфических отраслевых задач	54	12	22,2	42	77,8

Источник: составлено автором по данным [12].

кстати, один из самых высоких показателей самообеспеченности промышленным ПО вообще. Очевидно, что отечественные САПР типа «Компас», nanoCAD, T-FLEX, Model Studio достаточно конкурентоспособны по сравнению с зарубежными аналогами.

На втором месте по частоте использования находится группа систем решения специфических отраслевых задач – их используют 54 компании из 1693. Это различные группы программ типа 1С, Барс, но со специфическим уклоном в отрасль. Здесь обеспеченность российскими продуктами еще выше – 77,8%. Высокий уровень цифровизации столь важных и массовых сегментов в практическом плане является положительным фактором цифровизации отрасли в целом.

По сравнению с CAD и отраслевым ПО остальные группы промышленных программ имеют относительно фрагментарное использование. Так, практически не используются программные продукты в области автоматизированного управления техникой, для диа-

гностики, создания цифровых двойников, автоматизации контроля качества, интеллектуального анализа данных. Здесь, конечно, доля иностранных поставщиков может быть высока вследствие невысокой целесообразности обеспечения потребностей единичных пользователей.

Стоит отметить, что такое важное направление в современном мире, как средства защиты промышленной автоматизации, практически не находит применения в добывающей отрасли, что создает высокие риски стабильности работы в современных политических условиях. Усугубляет положение практически полное отсутствие отечественных программных решений в данном направлении (лишь 9% использований – 1 компания).

ФИНАНСИРОВАНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Конечно, экономический аспект в рыночной экономике является ключевым фактором цифровизации.

ТАБЛИЦА 6.

Внутренние затраты на внедрение и использование цифровых технологий организациями добывающей промышленности в 2020–2023 гг., млрд руб.

Наименование	2020	2021	2022	2023
Общая величина затрат				
Экономика в целом	1759,2	2625,7	2705,6	2765,1
Добыча полезных ископаемых	30,2	55,7	52,9	53,4
% от общих затрат по экономике	1,7	2,1	2,0	1,9
Собственные средства организаций				
Экономика в целом	1430,5	2157,2	2318,0	2301,1
Добыча полезных ископаемых	29,5	54,9	52,2	53,2
% от собственных затрат компаний по экономике	2,1	2,5	2,3	2,3
Бюджетные средства				
Экономика в целом	304,5	385,2	350,1	422,5
Добыча полезных ископаемых	0,01	0,03	0,01	0,003
% от бюджетных затрат	0,004	0,01	0,00	0,001
Доля бюджета в расходах на цифровые технологии				
Экономика в целом	17,3	14,7	12,9	15,3
Добыча полезных ископаемых	0,04	0,06	0,03	0,005

Источник: составлено автором по данным [12].

И здесь, судя по данным таблицы 6, можно отметить весьма невысокий уровень финансирования внедрения и поддержки цифровых технологий в добывающей отрасли – всего лишь порядка 2%, что крайне мало, исходя из важности добывающей промышленности для экономики и ее роли в формировании российского ВВП (около 7%). Причем особенностью финансирования именно для добывающего сектора является практически полное отсутствие бюджетной поддержки: при среднем уровне вложений в цифровизацию порядка 15% (в среднем за 4 года) для добывающей промышленности роль бюджета исчисляется сотыми долями процента. Т.е. фактически бюджетная поддержка цифровизации здесь полностью отсутствует. Соответственно, все процессы внедрения цифровых технологий обеспечиваются исключительно собственными средствами организаций добывающей отрасли. А это значит, что вопросы эффективности потенциального внедрения цифры становятся первостепенными.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В 2022 г. Росстат в рамках статобследования по форме № 3-информ предлагал компаниям ответить на вопрос, как они сами оценивают эффект от внедрения тех или иных цифровых технологий в своей деятельно-

сти. Ответ содержал 3 варианта: отрицательное влияние, положительное влияние и его отсутствие. Вопросы задавались для 4 направлений: работа с большими данными, искусственный интеллект, Интернет вещей, а также обобщенная категория всех остальных цифровых технологий. Предлагалось оценить влияние внедренных технологий по 6 аспектам: экономика, безопасность труда, рост качества продукции, влияние на производительность, на внешние процессы компании, а также на экологическое воздействие. Ответы компаний сгруппированы в таблице 7.

Как видно из таблицы 7, в целом наиболее массовая характеристика организациями добывающего сектора внедряемых ими цифровых технологий – «не повлияла». На нее приходится почти 80% ответов. Лишь около 20% ответов характеризовали степень влияния цифровых технологий на деятельность организаций положительно. Причем искусственный интеллект оценивается как самая неэффективная технология – менее 10% положительных оценок, почти 90% нейтральных ответов «не повлияло». В негативном свете фиксируется около 2–3% ответов.

Стоит отметить, что технология Big Data оказалась скорее вредна с точки зрения безопасности труда работников, чем полезна – здесь отрицательных ответов больше, чем положительных (11,6% против 8,7%). Очевидно, это связано с потенциальными утечками личных данных работников компаний.

ТАБЛИЦА 7.

Оценка влияния внедрения цифровых технологий компаниями добывающей промышленности в 2022 г.

Наименование	Оценка влияния внедрения технологий		
	Отрицательное	Не повлияло	Положительное
Big Data			
Экономика	3,8	75,0	21,1
Безопасность	11,6	79,7	8,7
Рост качества	3,5	80,6	15,9
Производительность	3,8	73,0	23,2
Внешние процессы	4,1	74,8	21,2
Экология	3,9	85,0	11,1
Искусственный интеллект			
Экономика	3,6	88,6	7,8
Безопасность	3,7	86,6	9,7
Рост качества	3,5	88,4	8,1
Производительность	3,5	87,1	9,4
Внешние процессы	3,9	88,1	8,0
Экология	3,6	90,5	6,0
Интернет вещей			
Экономика	3,4	77,1	19,5
Безопасность	3,0	76,8	20,3
Рост качества	3,2	82,1	14,7
Производительность	3,1	73,5	23,4
Внешние процессы	3,4	75,1	21,5
Экология	3,3	84,4	12,3
Другие цифровые технологии			
Экономика	3,0	69,0	28,0
Безопасность	2,7	69,3	28,0
Рост качества	2,5	78,8	18,6
Производительность	3,0	60,6	36,4
Внешние процессы	3,2	61,9	35,0
Экология	2,6	79,5	18,0

Источник: составлено автором по данным [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показывают результаты исследования, в целом уровень цифровизации российского добывающего сектора находится на сравнительно невысоком уровне, и динамика показателей не позволяет надеяться на заметное улучшение ситуации в техническом плане в ближайшем будущем.

Наиболее продвинутой в цифровом отношении отраслью в добывающем секторе является угледобыча. Это связано с необходимостью технологической поддержки и повышения эффективности работы отрасли для выхода на мировой рынок, который для российской угольной отрасли фактически происходил последние 10–15 лет и продолжается в настоящее время. Это обуславливает необходимость опережающего технологического развития угольного направления, что и продемонстрировано результатами исследования.

Ситуация с невысокими темпами цифровизации отчасти объясняется санкционным эффектом ухода или приостановки инновационного развития со стороны западных компаний, которые имеют высокое влияние в российском добывающем секторе. Также, конечно, сыграл существенную роль фактор ограничения импорта технологий. Хотя, как отмечено в исследовании, в наиболее массовых сегментах использования программного обеспечения, в том числе и в специализированных промышленных программах, в целом достигнуты оптимальные уровни импортозамещения и технологической независимости от зарубежных поставщиков. Однако в узких нишевых сегментах доли иностранного ПО достаточно высоки и могут не иметь отечественных аналогов.

Вторым объяснением низких темпов цифровизации российской добывающей промышленности является финансовый фактор: на организации отрасли приходится всего лишь около 2% общих внутренних расходов компаний всех сфер экономики на цифровизацию. И, что любопытно, в добывающей промышленности полностью отсутствует бюджетная поддержка процессов внедрения цифры. Возможно, здесь и кроется основная причина консерватизма отрасли по отношению к цифровизации: компании полностью финансируют процесс за счет собственных средств, что делает фактор эффективности первичным. А судя по результатам оценок самих компаний, цифровые технологии в основной своей массе не приносят ожидаемых положительных эффектов для любых аспектов деятельности (табл. 7).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабкин А.В., Чэнь Л., Дин Х., Юй Я. Цифровизация и развитие экономики и промышленности Китая в условиях формирования Индустрии 5.0 // Естественнo-гуманитарные исследования. 2024. № 4(54). С. 57–64.
2. Банников С.А. Внедрение передовых производственных технологий в России и оценка компаниями их влияния на рост производительности труда и эффективность производственного процесса // Beneficium. 2024. № 2(51). С. 6–14. DOI 10.34680/BENEFICIUM.2024.2(51). 6-14.
3. Банников С.А. Управление предприятием в усло-

- виях цифровизации – целесообразность внедрения цифровых решений в зеркале статистики // Вестник Челябинского государственного университета. 2024. № 6(488). С. 190–199. DOI 10.47475/1994-2796-2024-488-6-190-199.
4. **ВИДИЩЕВА Е.В., САВЕЛЬЕВА Н.А.** Тенденции цифровой трансформации в недропользовании // Естественнo-гуманитарные исследования. 2024. № 2(52). С. 79–83.
 5. **ГАДЖИМИРЗОВ Г.И.** Переориентация экспортной политики Российской Федерации после введения экономических санкций // Маркетинг и логистика. 2022. № 6(44). С. 15–24.
 6. **ЖДАНЕЕВ О.В., ВЛАСОВА И.М.** Вызовы и приоритеты цифровой трансформации угольной отрасли // Уголь. 2023. № 1(1163). С. 62–69. DOI 10.18796/0041-5790-2023-1-62-69.
 7. **КАБАНОВА Е.Е., ДУПЛИЙ Е.В.** Пики мирового производства сырьевых ресурсов и промышленных продуктов – исторический дискурс и перспективы дальнейшего развития // Управленческий учет. 2023. № 6. С. 64–73. DOI 10.25806/uu6202364-73.
 8. **ЛАВРИК В.В.** Цифровизация деятельности испытательных лабораторий (центров) в угольной и коксохимической отраслях промышленности // Уголь. 2024. № 11(1186). С. 103–107. DOI 10.18796/0041-5790-2024-11-103-107.
 9. **ЛЕВЧЕНКО Т.А.** Цифровая экономика Китая: уровень и факторы развития // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2021. № 3. С. 28–36. DOI 10.24143/2073-5537-2021-3-28-36.
 10. **МАЦКО Н.А., ХАРИТОНОВА М.Ю.** Цифровизация горной промышленности и состояние минерально-сырьевой базы // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. 2022. № 3(103). С. 37–47. DOI 10.24866/2311-2271/2022-3/37-47.
 11. **ПЛАКИТКИН Ю.А., ПЛАКИТКИНА Л.С., ДЬЯЧЕНКО К.И.** От цифровизации к "Индустрии-4.0" и "Обществу 5.0" – возможности адаптации угольной промышленности России, прогнозы развития отрасли до 2040 г. // Горная промышленность. 2018. № 5(141). С. 56. DOI 10.30686/1609-9192-2018-5-141-56-61.
 12. Росстат – наука, инновации и технологии. 25.03.2025 г. <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>.
 13. **РОСТОВСКИЙ Н.С., ЛИТВИНОВА Н.Г.** Моделирование динамики истощения запасов полезных ископаемых с разной себестоимостью добычи // Вестник Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ". 2021. Т. 10. № 3. С. 265–270. DOI 10.1134/S2304487X2103010X.
 14. **СЕМЕНОВ Ю.Н., СЕМЕНОВА О.С.** Анализ решений задач цифровизации угольной отрасли на примере АО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь» // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2023. № 2(156). С. 71–79. DOI 10.26730/1999-4125-2023-2-71-79.
 15. **СИНИЦЫН С.Н.** Необходимость создания цифровых двойников в России // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 1. № 3(144). С. 77–84. DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.03.01.008.
 16. **СОРОКИН Н.С., ХАТЮШИН Д.И.** Основные направления реализации промышленной политики в условиях цифровизации экономики России (на примере нефтяной отрасли) // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2023. Т. 20, № 5(131). С. 145–150. DOI 10.21686/2413-2829-2023-145-150.
 17. **ТОЛМАЧЕВ М.Н., ЛОСЕВА А.В.** Анализ процессов цифровизации российского бизнеса // Экономические науки. 2022. № 210. С. 239–243. DOI 10.14451/1.210.239.
 18. **ХАРИТОНОВ В.В., УЛЬЯНИН Ю.А., СЛИВА Д.Е.** Аналитическое моделирование динамики истощения невозобновляемых традиционных энергетических ресурсов // Вестник Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ". 2019. Т. 8, № 4. С. 370–379. DOI 10.1134/S2304487X19030076.
 19. **ЦЫПИН А.П., ОВСЯННИКОВ В.А.** Сравнительный анализ динамики темпов роста (снижения) добычи полезных ископаемых России и США в 1970–2013 гг. // Фн-наука. 2014. № 8(35). С. 7–10.
 20. **ЦЫПИН А.П.** Ретроспективный анализ добывающей промышленности в постсоветских странах // Экономические науки. 2024. № 233. С. 368–372. DOI 10.14451/1.233.368.
 21. **ЧУДАЕВА А.А., САПОВА О.А., САПОВ А.Ю.** Развитие и модернизация российских предприятий добывающих и обрабатывающих отраслей с применением цифровых технологий в условиях трансформирующегося мира: инвестиционный аспект // Общество: политика, экономика, право. 2023. № 8(121). С. 158–167. DOI 10.24158/per.2023.8.20.
 22. **ЯКУНИН М.А., ШАРЫКИНА Э.А., ЗАБЕЛИН М.А.** Развитие минерально-сырьевого комплекса России как залог конкурентоспособности экономики // Регион: системы, экономика, управление. 2024. № 4(67). С. 59–69. DOI 10.22394/1997-4469-2024-67-4-59-69.
 23. **GHANRMANIEISALOU M., SATTARVAND J.** Digital Twins and the Mining Industry. 2024. 10.5772/intechopen.1005162.
 24. **HUANG Z., GE S., HE Y., WANG D., ZHANG S.** Research on the Intelligent System Architecture and Control Strategy of Mining Robot Crowds. Energies. 2024. 17. 1834. 10.3390/en17081834.
 25. **LI J., SHEN H., XIE J., LI M., JIANG S.** Development of industrial virtual service system for fully mechanized mining face based on digital twin. Jisuanji Jicheng

- Zhizao Xitong/Computer Integrated Manufacturing Systems, CIMS. 2021. 27. P. 445–455. 10.13196/j.cims.2021.02.012.
26. MIAO B., GE S., GUO Y., ZHOU J., JIANG E. Construction of digital twin system for intelligent mining in coal mines. *Metaverse*. 2022. N 3. P. 16. 10.54517/m.v3i2.2130.
 27. TIAN Y., YU J., GU J. Overview of Digital Twins in Mining Equipment. 2024. 10.3233/ATDE240242.
 28. ZHANG X., LV X., WANG Y., FAN H. Production process management for intelligent coal mining based on digital twin. 2022. 10.1016/B978-0-323-91300-3.00008-5.
- REFERENCES
1. BABKIN A.V., CHEN L., DING H., YU YA. Digitalization and development of the economy and industry of China in the context of the formation of Industry 5.0. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya*. 2024;4;(54):57–64. (In Russian).
 2. BANNIKOV S.A. Implementation of advanced production technologies in Russia and companies' assessment of their impact on labor productivity growth and production process efficiency. *Beneficium*. 2024;2;(51):6–14. (In Russian).
 3. BANNIKOV S.A. Enterprise management in the context of digitalization – the feasibility of introducing digital solutions in the mirror of statistics. *Vestnik CHelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2024;6;(488):190–199. (In Russian).
 4. VIDISHCHEVA E.V., SAVELYEVA N.A. Trends in digital transformation in subsoil use. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya*. 2024;2;(52):79–83. (In Russian).
 5. GADZHIMIRZOEV G.I. Reorientation of the export policy of the Russian Federation after the introduction of economic sanctions. *Marketing i logistika*. 2022;6;(44):15–24. (In Russian).
 6. ZHDANEEV O.V., VLASOVA I.M. Challenges and priorities of digital transformation of the coal industry. *Ugol'*. 2023;1;(1163):62–69. (In Russian).
 7. KABANOVA E.E., DUPLIY E.V. Peaks in World Production of Raw Materials and Industrial Products – Historical Discourse and Prospects for Further Development. *Upravlencheskiy uchët*. 2023;6:64–73. (In Russian).
 8. LAVRIK V.V. Digitalization of the Activities of Testing Laboratories (Centers) in the Coal and Coke Chemical Industries. *Ugol'*. 2024;11;(1186):103–107. (In Russian).
 9. LEVCHENKO T.A. China's Digital Economy: Level and Factors of Development. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*. 2021;3:28–36. (In Russian).
 10. MATSKO N.A., KHARITONOVA M.YU. Digitalization of the mining industry and the state of the mineral resource base. *Izvestiya Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta. Ekonomika i upravlenie*. 2022;3;(103):37–47. (In Russian).
 11. PLAKITKIN YU.A., PLAKITKINA L.S., DYACHENKO K.I. From digitalization to "Industry 4.0" and "Society 5.0" – possibilities of adaptation of the coal industry of Russia, forecasts of industry development up to 2040. *Gornaya promyshlennost'*. 2018;5;(141):56. (In Russian).
 12. ROSTOVSKY N.S., LITVINOVA N.G. Modeling of the dynamics of depletion of mineral reserves with different production costs. *Vestnik Nacional'nogo issledovatel'skogo yadernogo universiteta "MIFI"*. 2021;10;(3):265–270. (In Russian).
 13. Rosstat – Science, Innovation and Technology. 03.25.2025. Source: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>. (In Russian).
 14. SEMENOV YU.N., SEMENOVA O.S. Analysis of solutions to the problems of digitalization of the coal industry using the example of JSC Coal Company Kuzbassrazrezugol. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2023;2;(156):71–79. (In Russian).
 15. SINITSYN S.N. The need to create digital twins in Russia. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2024;1;(3(144)):77–84. (In Russian).
 16. SOROKIN N.S., KHATYUSHIN D.I. The main directions of industrial policy implementation in the context of digitalization of the Russian economy (on the example of the oil industry). *Vestnik Rossijskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova*. 2023;20;(5(131)):145–150. (In Russian).
 17. TOLMACHEV M.N., LOSEVA A.V. Analysis of digitalization processes of Russian business. *Economic sciences*. 2022;210:239–243. (In Russian).
 18. KHARITONOV V.V., ULYANIN YU.A., SLIVA D.E. Analytical modeling of the dynamics of depletion of non-renewable traditional energy resources. *Vestnik Nacional'nogo issledovatel'skogo yadernogo universiteta "MIFI"*. 2019;8;(4):370–379. (In Russian).
 19. TSYPIN A.P., OVSYANNIKOV V.A. Comparative analysis of the dynamics of growth rates (decline) of mineral extraction in Russia and the USA in 1970–2013. *Fn-nauka*. 2014;8(35):7–10. (In Russian).
 20. TSYPIN A.P. Retrospective analysis of the extractive industry in the post-Soviet countries. *Ekonomicheskie nauki*. 2024;233:368–372. (In Russian).
 21. CHUDAYEVA A.A., SAPOVA O.A., SAPOV A.YU. Development and modernization of Russian enterprises in the extractive and manufacturing industries using digital technologies in a transforming world: investment aspect. *Obshchestvo: politika, ekonomika, pravo*. 2023;8;(121):158–167. DOI 10.24158/pep.2023.8.20. (In Russian).
 22. YAKUNIN M.A., SHARYKINA E.A., ZABELIN M.A. Development of the mineral resource complex of Russia as a guarantee of economic competitiveness. *Region: sistemy, ekonomika, upravlenie*. 2024;4;(67):59–69. (In Russian).

- Russian).
23. **GHAHRAMANIEISALOU M., SATTARVAND J.** Digital Twins and the Mining Industry. 2024. 10.5772/intechopen.1005162.
 24. **HUANG Z., GE S., HE Y., WANG D., ZHANG S.** Research on the Intelligent System Architecture and Control Strategy of Mining Robot Crowds. *Energies*. 2024;17:1834. 10.3390/en17081834.
 25. **LI J., SHEN H., XIE J., LI M., JIANG S.** Development of industrial virtual service system for fully mechanized mining face based on digital twin. *Jisuanji Jicheng Zhizao Xitong/Computer Integrated Manufacturing Systems, CIMS*. 2021;27:445-455. 10.13196/j.cims.2021.02.012.
 26. **MIAO B., GE S., GUO Y., ZHOU J., JIANG E.** Construction of digital twin system for intelligent mining in coal mines. *Metaverse*. 2022;3:16. 10.54517/m.v3i2.2130.
 27. **TIAN Y., YU J., GU J.** Overview of Digital Twins in Mining Equipment. 2024. 10.3233/ATDE240242.
 28. **ZHANG X., LV X., WANG Y., FAN H.** Production process management for intelligent coal mining based on digital twin. 2022. 10.1016/B978-0-323-91300-3.00008-5.

Шайлиева Марина Магомедовна,

доцент, к.т.н., декан факультета экономики и управления имени академика М.И. Агошкова ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ)

☎ тел.: +7 (926) 037-69-35, e-mail: shailievamm@mgri.ru

Нестеренко Юлия Николаевна,

д.э.н., профессор, заведующий кафедрой экономики минерально-сырьевого комплекса ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ)

☎ 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23,
117997, Moscow, Miklukho-Maklaya st., 23,
тел.: +7 (916) 344-09-56, e-mail: nesterenkojn@mgri.ru

Кухаренко Олеся Геннадьевна,

доцент, к.э.н., декан факультета Экономики, доцент кафедры Экономической теории и поведенческой экономики факультета Экономики Негосударственного образовательного частного учреждения высшего образования «Московский университет» Синергия»

☎ 129090, г. Москва, ул. Мещанская, д.9/14, стр. 1,
129090, Moscow, Meshchanskaya st., 9/14, building 1,
тел.: +7 (985) 134-41-80, e-mail: ol.kukharensko@gmail.com