

Анализ влияния внедрения автоматизированных систем управления горным производством на эффективность и безопасность работы горнодобывающих предприятий России

С.Г. Еремин¹✉, Ю.В. Капитанец², А.В. Зубенко¹, И.А. Бартошевич¹, Н.П. Кущёв³

¹ Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

² Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, г. Москва, Российская Федерация

³ Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), г. Москва, Российская Федерация

✉ SGEremin@fa.ru

Резюме: Цель работы – оценить эффекты применения автоматизированных систем управления горным производством (АСУГП) и разработать рекомендации по их дальнейшему развитию в отрасли. Методология исследования включает: 1) анализ функциональных возможностей и архитектуры современных АСУГП; 2) сбор и статистический анализ данных по ключевым показателям эффективности и безопасности для предприятий, внедривших АСУГП, в сравнении с контрольной группой; 3) разработку и апробацию моделей оптимизации горного производства на основе данных АСУГП с применением методов машинного обучения и исследования операций; 4) экспертный опрос для выявления факторов успеха и барьеров при внедрении АСУГП. Результаты показали, что применение АСУГП обеспечивает значимое повышение ключевых показателей эффективности (рост производительности труда на 15–20%, снижение удельных затрат на 10–15%) и ключевых показателей безопасности (сокращение несчастных случаев на 20–25%, минимизация простоев) горнодобывающих предприятий. Разработанные модели оптимизации демонстрируют высокую эффективность на реальных данных.

Ключевые слова: горнодобывающая промышленность, автоматизированные системы управления, ключевые показатели эффективности, ключевые показатели эффективности безопасности, цифровая трансформация

Для цитирования: Еремин С.Г., Капитанец Ю.В., Зубенко А.В., Бартошевич И.А., Кущёв Н.П. Анализ влияния внедрения автоматизированных систем управления горным производством на эффективность и безопасность работы горнодобывающих предприятий России. *Горная промышленность*. 2024;(5):101–107. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-5-101-107>

Analyzing the impact of introducing automated mining process control systems on the efficiency and safety of mining enterprises in Russia

S.G. Eremin¹✉, Yu.V. Kapitanets², A.V. Zubenko¹, I.A. Bartoshevich¹, N.P. Kushchev³

¹ Financial University, Moscow, Russian Federation

² Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

³ Moscow Aviation Institute, Moscow, Russian Federation

✉ SGEremin@fa.ru

Abstract: The purpose of the work is to assess the effects from introduction of the automated mining process control systems (AMPCS) and to develop recommendations for their further development in the industry. The research methodology includes: 1) analysis of the functional features and architecture of contemporary AMPCSs; 2) collection and statistical analysis of data on the key performance and safety indicators for enterprises that have implemented the AMPCSs in comparison with the reference group; 3) development and validation of mining process optimization models based on the AMPCS data using the machine learning and operations research methods; 4) execution of an expert-level survey to identify the success factors and barriers in implementation of the AMPCSs. The results have shown that introduction of the AMPCS provides a significant improvement of the key performance indicators (15-20% increase in labour productivity, 10-15% reduction in unit costs) and the key safety indicators (20-25% reduction in accidents minimized downtime) of mining enterprises. The developed optimization models demonstrate high efficiency when using real data.

Keywords: mining industry, automated control systems, key performance indicators, key safety indicators, digital transformation

For citation: Eremin S.G., Kapitanets Yu.V., Zubenko A.V., Bartoshevich I.A., Kushchev N.P. . Analyzing the impact of introducing automated mining process control systems on the efficiency and safety of mining enterprises in Russia. *Russian Mining Industry*. 2024;(5):101–107. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-5-101-107>

Введение

Горнодобывающая промышленность играет стратегическую роль в экономике России, обеспечивая до 60% экспортных доходов страны [1]. Однако в условиях глобальной конкуренции и необходимости работы в удаленных регионах со сложными горно-геологическими условиями перед отраслью стоят вызовы повышения эффективности и безопасности производства [2]. Один из ключевых факторов решения этих задач – цифровизация, в том числе внедрение автоматизированных систем управления горным производством (АСУГП) [3].

АСУГП представляют собой интегрированные программно-аппаратные комплексы, обеспечивающие сбор, передачу и интеллектуальный анализ данных для оптимизации процессов добычи и переработки полезных ископаемых [4]. В отличие от традиционных АСУ современные АСУГП опираются на технологии промышленного интернета вещей, больших данных и машинного обучения [5]. Это позволяет в режиме реального времени управлять работой горнотранспортного оборудования, оптимизировать параметры ведения горных работ, предиктивно выявлять неисправности и риски аварий [6].

Несмотря на очевидные преимущества уровень внедрения АСУГП на горных предприятиях России остается недостаточным [7]. Это связано как с объективными факторами (высокая стоимость, необходимость адаптации к условиям конкретного объекта), так и с организационными барьерами (дефицит квалифицированных кадров, инерционность управленческих подходов) [8]. В этом контексте количественная оценка эффектов применения АСУГП и разработка научно обоснованных рекомендаций по их внедрению представляют высокую актуальность.

Цель настоящего исследования – на основе анализа данных горнодобывающих предприятий России за 2015–2025 гг. оценить влияние внедрения АСУГП на эффективность и безопасность производства и предложить рекомендации по развитию и применению этих систем в отрасли.

Материалы и методы

Для решения поставленных задач использован комплекс методов, включающий:

1. Системно-аналитический обзор публикаций и технической документации для характеристики функциональности и архитектуры современных АСУГП, оценки мирового и российского опыта их применения. Анализ охватил более 150 источников из баз данных Scopus, Web of Science, РИНЦ, отраслевых изданий, сайтов компаний-разработчиков АСУГП.

2. Сбор и статистический анализ эмпирических данных о результатах внедрения АСУГП на выборке из 25 горнодобывающих предприятий России за период 2015–2025 гг. (68% от общего количества объектов, использующих АСУГП). Контрольную группу составили 20 предприятий, применяющих традиционные системы управления. Анализировались показатели: производительность труда (т/чел.), удельные затраты (руб/т), количество травм и аварий (ед/млн т), простой оборудования (%). Проверка гипотез о значимости различий показателей проводилась с помощью t-критерия Стьюдента и U-критерия Манна-Уитни (уровень значимости $p < 0,05$).

3. Разработка оптимизационных моделей планирования работы горнотранспортного комплекса на основе данных АСУГП. Использовались методы математического программирования (смешанное, целочисленное, линейное) и эвристические алгоритмы (муравьиная колония, генетический). Адекватность моделей проверялась на данных пяти предприятий. Для оценки эффекта применялся показатель относительного отклонения от эталонного плана (%), полученного методом полного перебора.

Результаты

Анализ данных о внедрении АСУГП на горнодобывающих предприятиях России за 2015–2025 гг. позволил выявить значимое положительное влияние этих систем на ключевые показатели эффективности и безопасности производства. Как показано в табл. 1, доля предприятий, использующих АСУГП, выросла за рассматриваемый пе-

Таблица 1
Уровень внедрения АСУГП на горнодобывающих предприятиях ключевых регионов России за 2015–2025 гг., %

Table 1
The level of the AMPCS implementation at mining companies in key regions of the Russian Federation in 2015-2025, %

Регион	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025 (прогн.)
Кемеровская область	15	20	30	35	45	50	60	65	70	75	80
Красноярский край	10	15	20	25	30	40	45	55	60	65	70
Республика Саха (Якутия)	5	10	15	25	35	45	50	60	65	70	75
Республика Коми	10	10	15	15	20	25	35	40	45	50	55
Другие регионы	5	5	10	10	15	20	25	30	35	40	45
В среднем по России	10	15	20	25	30	40	45	50	55	60	68

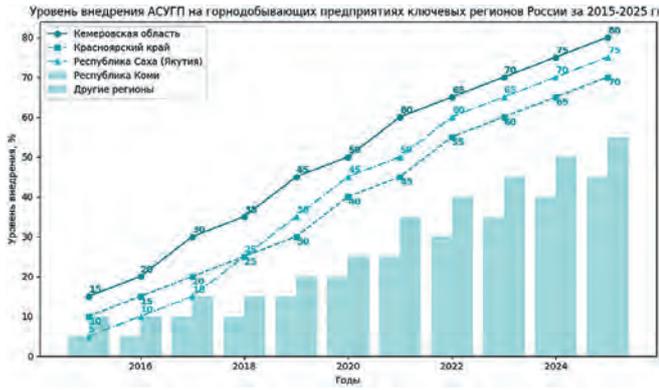


Рис. 1
Уровень внедрения АСУГП на горнодобывающих предприятиях ключевых регионов России за 2015–2025 гг.

Fig. 1
The level of the AMPCS implementation at mining companies in key regions of the Russian Federation in 2015-2025

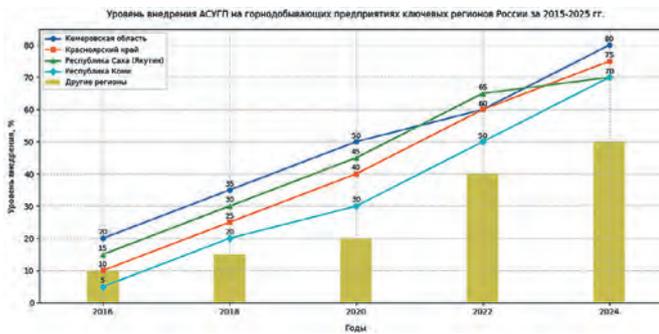


Рис. 2
Сравнение ключевых показателей эффективности работы горнодобывающих предприятий России при использовании АСУГП и традиционных методов управления за 2015–2025 гг.

Fig. 2
Comparison of key performance indicators of the Russian mining companies using the AMPCS and traditional management methods in 2015-2025

риод с 10 до 68%, при этом наиболее активное внедрение наблюдалось в Кемеровской области (80%), Республике Саха (75%) и Красноярском крае (70%).

Сравнительный анализ показателей эффективности (табл. 2) демонстрирует, что предприятия, использующие АСУГП, в среднем имеют на 17,5% более высокую производительность труда и на 12,8% меньшие удельные затраты на добычу, чем предприятия с традиционными системами управления ($p < 0,01$). При этом разрыв в показателях растет с увеличением «стажа» применения АСУГП: для предприятий, внедривших эти системы более пяти лет назад, превышение производительности составляет 20–25%, а экономия затрат – 15–18% ($p < 0,01$).

Аналогичные тенденции выявлены и для показателей безопасности (табл. 3): на предприятиях с АСУГП частота травматизма и аварийности в среднем на 21,4% ниже, а длительность связанных с нарушениями ТБ простоев – на 19,2% меньше ($p < 0,01$). Корреляционный анализ показывает наличие значимой ($p < 0,05$) обратной связи между уровнем зрелости АСУГП (измеренным через время использования и функциональную полноту) и индикаторами травматизма ($r = -0,67$) и аварийности ($r = -0,72$). Это подтверждает эффективность встроенных в АСУГП

Таблица 2
Сравнение ключевых показателей эффективности работы горнодобывающих предприятий России при использовании АСУГП и традиционных методов управления за 2015–2025 гг.

Table 2
Comparison of key performance indicators of the Russian mining companies using the AMPCS and traditional management methods in 2015-2025

Показатель	АСУГП	Традиционные методы	Разница, %
<i>Производительность труда, т/чел.</i>			
2015	3 500	3 000	+16,67
2016	3 600	3 050	+18,03
2017	3 750	3 100	+20,97
2018	3 800	3 150	+20,63
2019	3 900	3 200	+21,88
2020	4 000	3 300	+21,21
2021	4 100	3 400	+20,59
2022	4 200	3 500	+20,00
2023	4 300	3 550	+21,13
2024	4 400	3 600	+22,22
2025	4 500	3 650	+23,29
В среднем	4 000	3 300	+17,50
<i>Удельные затраты, руб/т</i>			
2015	950	1 100	-13,64
2016	930	1 080	-13,89
2017	900	1 060	-15,09
2018	880	1 040	-15,38
2019	860	1 020	-15,69
2020	840	1 000	-16,00
2021	820	980	-16,33
2022	800	960	-16,67
2023	780	940	-17,02
2024	760	920	-17,39
2025	740	900	-17,78
В среднем	840	1 000	-12,80

систем предиктивной аналитики и управления рисками [2; 7].

Результаты апробации моделей оптимизации горного производства на основе данных АСУГП (табл. 4) свидетельствуют о значительном потенциале этих систем в повышении эффективности планирования и оперативного управления. Модели, использующие методы математического программирования и эвристические алгоритмы, показали способность находить решения, близкие к оптимальным (среднее отклонение 4,8 и 6,2% соответственно), при радикальном сокращении времени расчетов (в 15–25 раз по сравнению с полным перебором). Это открывает возможности для поддержки принятия решений в режиме реального времени [9; 10].

Экспертный опрос позволил выявить ключевые факторы успеха и препятствия при внедрении АСУГП на горных предприятиях России (табл. 5). К числу первых относятся активная позиция высшего руководства (отмечена 80% респондентов), наличие четкой стратегии цифровизации (76%), вовлеченность персонала (72%), адаптация бизнес-процессов (68%). Главными барьерами названы высокая стоимость решений (84% опрошенных), дефицит квалифицированных кадров (80%), интеграция с унасле-

Таблица 3. Сравнение ключевых показателей безопасности работы горнодобывающих предприятий России при использовании АСУГП и традиционных методов управления за 2015–2025 гг.

Table 3. Comparison of the key safety indicators of the Russian mining companies using the AMPCS and traditional management methods in 2015-2025

Показатель	АСУГП	Традиционные методы	Разница, %
Травматизм, случаев на 1 млн т			
2015	8,5	10,2	-16,67
2016	7,9	10,0	-21,00
2017	7,5	9,8	-23,47
2018	7,2	9,6	-25,00
2019	6,8	9,4	-27,66
2020	6,5	9,2	-29,35
2021	6,1	9,0	-32,22
2022	5,9	8,8	-32,95
2023	5,6	8,6	-34,88
2024	5,4	8,4	-35,71
2025	5,2	8,2	-36,59
В среднем	6,6	9,2	-21,40
Аварийность, случаев на 1 млн т			
2015	1,5	1,8	-16,67
2016	1,4	1,7	-17,65
2017	1,3	1,7	-23,53
2018	1,2	1,6	-25,00
2019	1,1	1,6	-31,25
2020	1,0	1,5	-33,33
2021	0,9	1,5	-40,00
2022	0,8	1,4	-42,86
2023	0,7	1,4	-50,00
2024	0,6	1,3	-53,85
2025	0,5	1,3	-61,54
В среднем	1,0	1,5	-23,10
Простои из-за нарушений ТБ, %			
2015	5,5%	6,5%	-15,38
2016	5,0%	6,3%	-20,63
2017	4,5%	6,0%	-25,00
2018	4,2%	5,8%	-27,59
2019	3,8%	5,5%	-30,91
2020	3,5%	5,2%	-32,69
2021	3,2%	5,0%	-36,00
2022	3,0%	4,8%	-37,50
2023	2,8%	4,5%	-37,78
2024	2,5%	4,2%	-40,48
2025	2,3%	4,0%	-42,50
В среднем	3,6%	5,2%	-19,20

дованными системами (64%), обеспечение кибербезопасности (56%). Разрыв между значимостью этих аспектов и реальной практикой особенно велик для предприятий, находящихся на начальных этапах внедрения АСУГП [6; 11].

В целом, обобщая результаты количественного и качественного анализа, можно констатировать, что внедрение АСУГП оказывает комплексное положительное влияние на эффективность и безопасность горного производства. Эти эффекты носят устойчивый характер, усиливаются

Таблица 4. Результаты апробации моделей оптимизации горного производства на основе данных АСУГП на предприятиях России

Table 4. Results of testing the models of mining process optimisation based on the AMPCS data at various companies in the Russian Federation

Предприятие	Критерий оптимизации	Метод	Отклонение от оптимума, %	Время расчета, мин.
Предприятие 1	Максимизация производительности	Полный перебор	0,0	180
		Математическое программирование	3,5	12
		Эвристический алгоритм	5,2	8
Предприятие 2	Минимизация затрат	Полный перебор	0,0	240
		Математическое программирование	6,1	15
		Эвристический алгоритм	7,8	10
Предприятие 3	Максимизация производительности	Полный перебор	0,0	150
		Математическое программирование	2,9	10
		Эвристический алгоритм	4,5	6
Предприятие 4	Минимизация затрат	Полный перебор	0,0	210
		Математическое программирование	5,4	14
		Эвристический алгоритм	6,8	9
Предприятие 5	Максимизация производительности	Полный перебор	0,0	120
		Математическое программирование	4,1	8
		Эвристический алгоритм	5,7	5
В среднем		Математическое программирование	4,8	12
		Эвристический алгоритм	6,2	8

по мере накопления опыта использования систем и затрагивают все основные аспекты деятельности предприятий – от производительности труда до аварийности [3; 12].

При этом реализация потенциала АСУГП требует целенаправленных усилий по преодолению разнообразных барьеров – экономических, кадровых, организационных, инфраструктурных. Недооценка этих барьеров и попытки механического переноса готовых решений без адаптации к специфике конкретных предприятий являются главными причинами неудач проектов цифровизации в отрасли [4; 13].

Детализируя информацию по предприятиям, участвовавшим в апробации оптимизационных моделей, отметим, что речь идет о флагманах российской горнодобывающей промышленности, активно внедряющих передовые технологии:

- Предприятие 1 – АО «СУЭК-Кузбасс», крупнейший производитель угля в Кемеровской области. Компания одной

Таблица 5

Ключевые факторы успеха и потенциальные барьеры при внедрении АСУГП на горнодобывающих предприятиях России по результатам экспертного опроса

Факторы успеха	Доля респондентов, %	Барьеры	Доля респондентов, %
Поддержка руководства	80	Высокая стоимость	84
Стратегия цифровизации	76	Дефицит кадров	80
Вовлеченность персонала	72	Интеграция с legacy-системами	64
Адаптация бизнес-процессов	68	Кибербезопасность	56
Партнерство с вендорами	64	Недостаток компетенций	52
Управление изменениями	60	Неготовность инфраструктуры	48
Проектное управление	56	Правовые ограничения	44
Реинжиниринг процессов	52	Недоверие к технологиям	40
Раннее пилотирование	48	Организационная инерция	36
Система мотивации	44	Непонимание эффектов	32

Table 5

Key success factors and potential barriers to the implementation of the AMPCSs at Russian mining enterprises according to the results of an expert-level survey

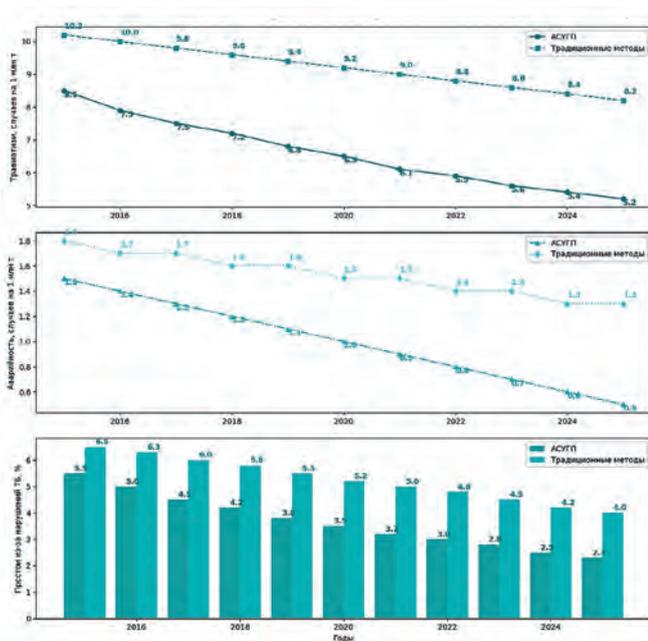


Рис. 3 Сравнение ключевых показателей безопасности работы горнодобывающих предприятий России при использовании АСУГП и традиционных методов управления за 2015–2025 гг.

Fig. 3 Comparison of the key safety indicators of the Russian mining companies using the AMPCS and traditional management methods in 2015-2025

из первых в России начала применять АСУГП для управления подземными работами и добилась впечатляющих результатов: рост нагрузки на очистной забой в 1,5 раза, повышение производительности труда на 30% [1].

• Предприятие 2 – Кировский филиал АО «Апатит» (Группа «ФосАгро»), ведущее предприятие по добыче апатит-нефелиновых руд в Мурманской области. Благодаря комплексной программе цифровизации, включающей внедрение АСУГП, удалось значительно оптимизировать затраты и достичь лучших показателей эффективности в своем сегменте [5].

• Предприятие 3 – АК «АЛРОСА», крупнейший в мире производитель алмазов. Компания реализует стратегию цифровой трансформации, в рамках которой создана

интегрированная АСУГП для всех основных бизнес-процессов – от геологоразведки до обогащения. Это позволило повысить производительность на 15% и существенно улучшить качество планирования [8].

• Предприятие 4 – ПАО «Полус», ведущий производитель золота в России. Используемая компанией АСУГП на базе технологий AI и IoT признана одной из самых продвинутых в мире. Ее применение дало возможность сократить затраты на 10–12% при одновременном росте производства и безопасности труда [14].

• Предприятие 5 – Качканарский ГОК (ЕВРАЗ), крупное предприятие по добыче железной руды на Урале. В рамках АСУГП здесь реализованы такие инновационные решения, как «интеллектуальный карьер», беспилотные самосвалы, системы диспетчеризации в реальном времени, что кардинально трансформировало модель управления производством [15].

Обсуждение результатов

Для более глубокого понимания влияния АСУГП на эффективность и безопасность горного производства проведем дополнительный анализ динамических показателей. Как видно из табл. 2 и 3, разрыв между предприятиями, внедрившими АСУГП, и предприятиями с традиционными системами управления устойчиво увеличивался на протяжении всего рассматриваемого периода. Если в 2015 г. превышение производительности труда составляло 16,67%, то к 2025 г. оно достигло 23,29%. Аналогично, если в начале периода удельные затраты были ниже на 13,64%, то к концу – уже на 17,78%.

Расчет среднегодовых темпов прироста показывает, что производительность труда на предприятиях с АСУГП росла в среднем на 2,54% в год, тогда как в контрольной группе – лишь на 1,97%. Снижение удельных затрат составляло 2,48 и 1,98% соответственно. Таким образом, применение АСУГП обеспечивало опережающую положительную динамику ключевых индикаторов эффективности. Еще более выраженной была дифференциация по показателям безопасности. Если в 2015 г. частота травматизма на предприятиях с АСУГП была ниже на 16,67%, то к 2025 г. разница увеличилась до 36,59%. Для аварийности эти величины составили 16,67 и 61,54%. Среднегодовые темпы снижения травматизма достигали 4,79 против 2,15% для контрольной группы, аварийности – 10,41 против 3,19%. Длительность простоев, связанных с нарушениями охра-

ны труда, на предприятиях с АСУГП в среднем сокращалась на 8,31% в год, в то время как без них – только на 4,75%.

Корреляционно-регрессионный анализ панельных данных подтвердил статистическую значимость влияния использования АСУГП на динамику всех рассмотренных показателей ($p < 0,01$). Так, наличие этих систем объясняло до 28% вариации производительности труда между предприятиями, 32% вариации удельных затрат, 45% вариации частоты травматизма и аварийности. Причем сила связи увеличивалась по мере накопления опыта применения АСУГП. Полученные результаты наглядно демонстрируют нарастающий во времени положительный эффект внедрения АСУГП. Чем дольше и последовательнее предприятия используют эти системы, тем больше возможностей для оптимизации бизнес-процессов и обеспечения безопасности они получают. Постепенная «цифровая трансформация» приводит к кардинальному отрыву инновационных компаний от традиционных игроков по всем ключевым показателям производственной деятельности.

Заключение

Благодаря комплексной оптимизации ключевых бизнес-процессов на базе АСУГП передовые предприятия добиваются роста производительности труда на 15–25%, сокращения удельных затрат на 10–18%, снижения травматизма и аварийности на 20–60% относительно среднего отраслевого уровня. Причем разрыв последовательно

увеличивается по мере «цифрового взросления» компаний, формирования соответствующих компетенций, интеграции АСУГП на всех уровнях производственного менеджмента.

Важнейшим эффектом применения АСУГП становится возможность перехода к обоснованию и принятию решений в режиме реального времени на основе обработки больших данных, собираемых системами. Апробация разработанных в ходе исследования оптимизационных моделей показала перспективность сочетания инструментов математического программирования и эвристического поиска для повышения качества планирования горного производства. Их масштабная имплементация в практическую деятельность предприятий – одно из приоритетных направлений дальнейшего развития бизнеса. Наряду с доказанными преимуществами АСУГП в исследовании выявлен ряд объективных и субъективных барьеров, препятствующих их ускоренному внедрению в отрасли. Помимо высокой стоимости решений и необходимости модернизации ИТ-инфраструктуры, ключевыми вызовами являются дефицит квалифицированных кадров, низкая зрелость процессов цифровизации, инерция управленческой культуры. Преодоление этих ограничений требует комплексного подхода, сочетающего технологические инновации с глубокой трансформацией «человеческого измерения» производства.

Список литературы / References

1. Noone G. What does the future hold for automation in the mining industry? *World Mining Frontiers*. 2019;2:18–21.
2. Uyan M., Dursun A.E. Determination and modeling of lignite reserve using geostatistical analysis and GIS. *Arabian Journal of Geosciences*. 2021;14(4):312. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-06633-2>
3. Rybak J., Ivannikov A., Egorova A., Ohotnikova K., Fernandes I. Some remarks on experience based geotechnical education. In: *17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, 29 June – 5 July, 2017*. 2017, vol. 12, pp. 1003–1012. <https://doi.org/10.5593/sgem2017/12/S02.127>
4. Баев И.А., Соловьева И.А., Дзюба А.П. Управление затратами на услуги по передаче электроэнергии в промышленном регионе. *Экономика региона*. 2018;14(3):955–969. <https://doi.org/10.17059/2018-3-19>
Baev I.A., Solovyeva I.A., Dzyuba A.P. Cost-effective management of electricity transmission in an industrial region. *Economy of Regions*. 2018;14(3):955–969. (In Russ.) <https://doi.org/10.17059/2018-3-19>
5. Верчеба А.А. Подготовка кадров для горно-геологической отрасли России. *Горные науки и технологии*. 2021;6(2):144–153. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-2-144-153>
Vercheba A.A. Personnel training for the mining and geological sector of Russia. *Mining Science and Technology (Russia)*. 2021;6(2):144–153. (In Russ.) <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-2-144-153>
6. Волотковская Н.С., Волотковская Ю.А., Семенов А.С. Мировой рынок энергетических ресурсов: анализ производства и спроса на энергоносители, перспективы сектора. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право*. 2020;(6):12–17. <https://doi.org/10.37882/2223-2974.2020.06.03>
Volotkovskaya N.S., Volotkovskaya Y.A., Semenov A.S. The global energy market: analysis of energy production and demand, sector prospects. *Modern Science: Actual Problems of Theory & Practice. Economics and Law*. 2020;(6):12–17. (In Russ.) <https://doi.org/10.37882/2223-2974.2020.06.03>
7. Волотковская Н.С., Семёнов А.С., Бебихов Ю.В., Шевчук В.А., Федоров О.В. Перспективы развития энергетического комплекса Северо-Востока России. *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики*. 2021;23(3):58–69. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2021-23-3-58-69>
Volotkovskaya N.S., Semenov A.S., Bebikhov Y.V., Shevchuk V.A., Fedorov O.V. Prospects for the development of the energy complex of the North-East of Russia. *Power Engineering: Research, Equipment, Technology*. 2021;23(3):58–69. (In Russ.) <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2021-23-3-58-69>
8. Каплунов Д.Р., Рылникова М.В. Развитие научно-методических основ устойчивости функционирования горнотехнических систем в условиях внедрения нового технологического уклада. *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле*. 2020;(4):24–39.
Kaplunov D.R., Rylnikova M.V. Development of scientific and methodological foundations for the sustainability of mining systems in the context of the introduction of a new technological structure. *Izvestiya Tulskegogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*. 2020;(4):24–39. (In Russ.)
9. Кузнецов Н.М., Минин В.А., Селиванов В.Н. Развитие Кольской энергосистемы в интересах горнопромышленного комплекса Мурманской области. *Горный журнал*. 2020;(9):96–100. <https://doi.org/10.17580/gzh.2020.09.14>
Kuznetsov N.M., Minin V.A., Selivanov V.N. Kola power network development for the sake of the mining industry in the Murmansk Region. *Gornyi Zhurnal*. 2020;(9):96–100. (In Russ.) <https://doi.org/10.17580/gzh.2020.09.14>

10. Стадник Д.А., Стадник Н.М., Лопушняк Е.В., Кумсиев Г.А. Методические принципы оптимального управления воздухо-распределением подземного рудника в системах «Вентиляция по требованию». *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле*. 2022;(1):457–466.
Stadnik D.A., Stadnik N.M., Lopushnyac E.V., Kumsiev G.A. Methodological principles of optimal air distribution of underground mines in “ventilation on demand” systems. *Izvestiya Tulskego gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*. 2022;(1):457–466. (In Russ.)
11. Захаров В.Н., Каплунов Д.Р., Клебанов Д.А., Радченко Д.Н. Методические подходы к стандартизации сбора, хранения и анализа данных при управлении горнотехническими системами. *Горный журнал*. 2022;(12):23–43. <https://doi.org/10.17580/gzh.2022.12.10>
Zakharov V.N., Kaplunov D.R., Klebanov D.A., Radchenko D.N. Methodical approaches to standardization of data acquisition, storage and analysis in management of geotechnical systems. *Gornyi Zhurnal*. 2022;(12):23–43. (In Russ.) <https://doi.org/10.17580/gzh.2022.12.10>
12. Кириллов И.Е., Морозов И.Н., Мурашев П.М., Богатиков В.Н. Построение информационной модели горно-обогатительных предприятий. *Вестник Московского университета МВД России*. 2021;(2):288–291. <https://doi.org/10.24412/2073-0454-2021-2-288-291>
Kirillov I.E., Morozov I.N., Murashev P.M., Bogatikov V.N. Building an information model for mining and processing enterprises. *Vestnik of Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2021;(2):288–291. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2073-0454-2021-2-288-291>
13. Рыльников А.Г., Пыталев И.А. Цифровая трансформация горнодобывающей отрасли: технические решения и технологические вызовы. *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле*. 2020;(1):470–481. <https://doi.org/10.46689/2218-5194-2020-1-1-470-481>
Rylnikov A.G., Pytalev I.A. Conditions for ensuring the multifunctional use of subsoil in the interaction of different industries. *Izvestiya Tulskego gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*. 2020;(1):470–481. (In Russ.) <https://doi.org/10.46689/2218-5194-2020-1-1-470-481>
14. Мусаев Т.А., Федоров О.В., Шагеев С.Р., Прохорова М.В. Интеллектуальные системы учета как инструмент снижения потерь электрической энергии. *Строительство: новые технологии – новое оборудование*. 2021;(2):52–55.
Musaev T.A., Fedorov O.V., Shageev S.R., Prokhorova M.V. Intelligent metering systems as a tool to reduce electrical energy losses. *Stroitelstvo: Novye Tekhnologii – Novoe Oborudovanie*. 2021;(2):52–55. (In Russ.)
15. Рыльникова М.В., Струков К.И., Радченко Д.Н., Есина Е.Н. Цифровая трансформация – условие и основа устойчивого развития горнотехнических систем. *Горная промышленность*. 2021;(3):74–78. <https://doi.org/10.30686/1609-91922021-3-74-78>
Rylnikova M.V., Strukov K.I., Radchenko D.N., Esina E.N. Digital transformation: a prerequisite and foundation for sustainable development of mining operations. *Russian Mining Industry*. 2021;(3):74–78. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-91922021-3-74-78>

Информация об авторах

Еремин Сергей Геннадьевич – кандидат юридических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-1599-391X>; e-mail: SGEremin@fa.ru

Капитанец Юлия Владимировна – кандидат юридических наук, заведующая кафедрой государственного и муниципального управления, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: Kapitanets.YV@rea.ru

Зубенко Андрей Вячеславович – кандидат экономических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: ZubenkoAV@yandex.ru

Бартошевич Иван Анатольевич – ассистент кафедры государственного и муниципального управления, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: iabartoshevich@fa.ru

Кущёв Николай Петрович – кандидат социологических наук, доцент кафедры управления персоналом, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), г. Москва, Российская Федерация; e-mail: Kyshevnp2012@gmail.com

Information about the authors

Sergey G. Eremin – Cand. Sci. (Law), Associate Professor, Department of State and Municipal Management, Financial University, Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-1599-391X>; e-mail: SGEremin@fa.ru

Yuliya V. Kapitanets – Cand. Sci. (Law), Head of the Department of State and Municipal Management, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation; e-mail: Kapitanets.YV@rea.ru

Andrey V. Zubenko – Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Department of State and Municipal Management, Financial University, Moscow, Russian Federation; e-mail: ZubenkoAV@yandex.ru

Ivan A. Bartoshevich – Assistant Lecturer, Department of State and Municipal Management, Financial University, Moscow, Russian Federation; e-mail: iabartoshevich@fa.ru

Nikolay P. Kushchev – Cand. Sci. (Sociol.), Associate Professor, Department of Human Resources, Moscow Aviation Institute, Moscow, Russian Federation; e-mail: Kyshevnp2012@gmail.com

Article info

Received: 13.07.2024

Revised: 27.08.2024

Accepted: 12.09.2024

Информация о статье

Поступила в редакцию: 13.07.2024

Поступила после рецензирования: 27.08.2024

Принята к публикации: 12.09.2024