

# Внедрение современных цифровых технологий на горнодобывающих предприятиях

А.М. Балашов ✉

Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Российская Федерация

✉ Ltha1@yandex.ru

**Резюме:** В настоящее время России необходима программа по модернизации производств для сохранения их устойчивого развития и конкурентоспособности продукции на мировых рынках. Это относится и к горнодобывающим предприятиям. Необходимы современные средства обеспечения безопасности работников горнодобывающих предприятий, а также применение современных цифровых технологий, направленных на повышение эффективности разработки горных пород и на снижение затрат по их извлечению и переработке. Такие механизмы в настоящее время связаны с VI технологическим укладом и предполагают активное внедрение и использование цифровых технологий в работе горнодобывающих предприятий. В связи с вышеизложенным автором статьи предпринята попытка научного анализа и критического осмысления внедрения современных цифровых технологий на горнодобывающих предприятиях в современной России.

**Ключевые слова:** технологическая трансформация, модернизация производств, горнодобывающие предприятия, цифровые технологии, VI технологический уклад

**Для цитирования:** Балашов А.М. Внедрение современных цифровых технологий на горнодобывающих предприятиях. *Горная промышленность*. 2022;(6):83–86. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-6-83-86>

## Introduction of modern digital technologies at mining enterprises

A.M. Balashov ✉

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation

✉ Ltha1@yandex.ru

**Abstract:** Russia currently needs a program to upgrade its production facilities in order to maintain their sustainable development and competitiveness of their products in the global market. The same applies to the mining companies. Modern means of ensuring the safety of employees of mining enterprises are needed, as well as the use of cutting edge digital technologies aimed at increasing the efficiency of mining, as well as reducing the cost of mineral extraction and processing. Such mechanisms are currently associated with the VI technological wave and involve an active introduction and use of digital technologies in the daily operation of mining enterprises. In connection with the foregoing, the author of this article made an attempt to make a scientific analysis and critical reflection on the introduction of modern digital technologies at mining enterprises in present-day Russia.

**Keywords:** technological transformation, modernization of production, mining enterprises, digital technologies, VI technological wave

**For citation:** Balashov A.M. Introduction of modern digital technologies at mining enterprises. *Russian Mining Industry*. 2022;(6):83–86. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-6-83-86>

### Введение

В контексте Индустрии 4.0 использование информационных технологий нового поколения для активизации и преобразования традиционных отраслей будет поддерживать долгосрочную конкурентоспособность традиционной промышленности. Горнодобывающая промышленность также переживает процесс цифровизации. В настоящее время количество шахт и карьеров постепенно расширяется и организационное руководство ими становится затруднительно, с учетом того, что организационная структура предприятий и методы работы остаются традиционными, что затрудняет управление и координацию.

Одно из направлений цифровизации – это использование облачных технологий в работе горнодобывающих предприятий [1, с. 78]. Мы определяем это как интеграцию основного бизнеса горнодобывающего предприятия (например, управление производством и эксплуатацией, технологии добычи полезных ископаемых, услуги планирования и т. д.) в облако посредством эффективного использования облачных технологий, облачных ресурсов и облачных сервисов. Большое количество человеческих и интеллектуальных ресурсов перемещается в облако.

**Движущая сила реформ**

С 1990-х годов Финляндия, Канада, Швеция и другие страны последовательно формулировали планы развития «интеллектуальных шахт» и «безлюдных шахт», чтобы получить конкурентное преимущество в горнодобывающей промышленности. Профессор Л. Ву впервые предложил концепцию «цифровой шахты» в 1999 г. в Китае. Горнодобывающие предприятия непрерывно развиваются более 20 лет, следуя по пути цифровой и интеллектуальной трансформации, и добились многих результатов [2, с. 143].

Дистанционное управление и оборудование для автономной работы сделали возможным беспилотную работу в локальных зонах подземных шахт. Полные промышленные кольцевые сети и беспроводные сети, охватывающие целые шахты, обеспечивают своевременную передачу информации и данных. Горное производство развивается в направлении дистанционного управления и работы без участия человека. Способы горнодобывающего производства и управления претерпевают глубокие изменения [3, с. 172].

Можно описывать движущую силу реформ с четырех точек зрения. Передовые технологии широко используются в шахтах. Сочетание анализа больших данных и искусственного интеллекта позволяет отслеживать и эффективно прогнозировать скрытые опасности на производственной площадке в режиме реального времени. Автоматическое управление в сочетании с машинным обучением может повысить точность повторяющихся задач. Облачные технологии создали комплексную платформу управления для горнодобывающих предприятий и заложили основу для эксплуатации и обслуживания корпоративного облака. Пограничные вычисления минимизируют задержку от генерации данных до реагирования в производственных операциях в реальном времени.

**Содержание и взаимосвязь элементов**

«Облачная добыча» – это не новый метод добычи или цифровая технология, а новый режим работы и управления добычей. Цифровое и интеллектуальное строительство шахт является важной технической гарантией реализации «облачной добычи». Этот режим воплощает в себе изменения концепций корпоративного развития, концепции принятия решений, организационной структуры, управления операциями, технических возможностей и внешнего сотрудничества. Конечная цель – построить трансграничную интегрированную промышленную экосистему, сделав разработку полезных ископаемых более эффективной, а управление ими – более научным [4, с. 476].

Ресурсы данных, включая фундаментальные данные и производные данные. Ресурсы данных собираются в горнодобывающей промышленности, управлении, эксплуатации и обслуживании, маркетинге и других сферах. Фундаментальные данные включают основные геологические данные, данные о восприятии окружающей среды, данные о работе оборудования, данные о человеческих ресурсах, финансовые данные, данные о материалах, данные о транспортировке, данные о продажах, данные о складировании и т. д. Производные данные генерируются путем обработки и анализа фундаментальных данных.

Цифровые технологии: первые – это технологии цифровой добычи, предполагающие программно-аппаратную автоматизацию, дистанционное управление оборудованием и т. д.; вторые – технологии восприятия, задействующие интеллектуальные датчики, умные камеры, носимые

устройства, высокоточные детекторы и т. д. Третьи – передающие и интеграционные технологии, включая 5G, WiFi6, Интернет вещей, блокчейн, радиочастотную идентификацию и т. д. Четвертые – это технологии анализа и использования данных, включающие анализ больших данных, машинное обучение, облачные вычисления, искусственный интеллект и т. д.

Цифровые таланты: в цифровом режиме работы горнодобывающим компаниям нужны всесторонние таланты с профессиональными навыками в области ИКТ и традиционными знаниями горнодобывающего производства. Профессиональные навыки в области ИКТ включают анализ управления данными, разработку продуктов, интеллектуальное производство, цифровые операции, маркетинг и т. д. Персонал предприятия переводится из режима работы на месте в режим работы в облаке и сотрудничает на облачной платформе.

Облачная бизнес-форма: данные, программное обеспечение и аппаратные ресурсы интегрируются в облачную платформу. На облачной платформе для совместной работы возможно удаленное управление различными операционными системами в производственном цикле шахты. Бизнес предприятия полностью взаимосвязан через облачное сотрудничество, включая производство, человеческие ресурсы, финансы, материалы, механику и электрику, безопасность и защиту окружающей среды, планирование, управление, планирование и принятие решений. Система, бизнес и персонал могут быть подключены к облаку [5, с. 153].

**Архитектура и характеристики**

Важной гарантией достижения предприятиями реформы является трансформация технологических возможностей. Это необходимо для того, чтобы ускорить применение цифровых технологий нового поколения и трансформацию традиционных методов производства [6, с. 347].

**Техническая архитектура**

В данном случае используются облачные ресурсы, облачные технологии и облачные службы в качестве основной поддержки; бизнес использует техническую архитектуру «облачного терминала» для создания сквозных интеллектуальных бизнес-подсистем, платформ, обеспечивающих интеллектуальные возможности, и интегрированных в облако платформ управления [7, с. 65].

**Терминальный интеллект**

Вся производственная среда горнодобывающей промышленности охватывает интеллектуальное измерительное оборудование, использующее датчики, измерения, автоматическое сканирование, динамическое отслеживание, проверку и другие технологии. При производстве шахт используются технология непрерывной безлюдной добычи, технология управления региональными кластерами, технология автономного вождения, технология оперативного управления [8, с. 24].

В цепочке операций по добыче полезных ископаемых используется горнодобывающее оборудование с автономными функциями вождения и эксплуатации, включая бурение горных пород, загрузку, перелопачивание, транспортировку и поддержку. Стационарное оборудование обеспечивает автоматическое управление, включая электроснабжение, вентиляцию, дренаж, наполнение, подъем и т. д. На стороне терминала целью является осуществле-

ние координации операций по добыче полезных ископаемых, удаленное выполнение инструкций по планированию, предсказуемость и обслуживание оборудования.

### Включение Edge

На основе промышленного Интернета и технологий беспроводной связи мы можем создать интерактивную сеть для передачи данных о производстве, управлении и эксплуатации рудника. Хранилище шахтных данных и технология объединения разнородной информации с несколькими источниками используются для создания интеллектуального центра управления и контроля на границе плитки. Хранение, фильтрация и обработка данных терминала обеспечивают интеллектуальное восприятие и динамическое моделирование среды добычи, идентификацию безопасности и раннее предупреждение о месте добычи, а также интеллектуальное планирование и кластерное управление горным оборудованием. С другой стороны, целью является предварительный анализ, раннее предупреждение, принятие решений и планирование [9, с. 52].

Интеллектуальный анализ данных, облачные вычисления, искусственный интеллект и другие технологии используются для управления и оптимизации внешнего производства в режиме реального времени. Распределенное управление ресурсами используется для комплексного управления персоналом, имуществом и материалами шахт и заводов. Технологии Blockchain используются для создания общей и совместной сети создания ценности, сосредоточенной на горнодобывающем предприятии. На стороне облака цель состоит в том, чтобы обеспечить взаимосвязь на платформе сотрудничества в облаке, назначить задачи и ресурсы в соответствии с элементами.

### Заключение

Построение новых режимов работы не может быть достигнуто одной компанией или одной командой, оно требует совместных усилий многих сторон. В целом цифровая экосистема в современном мире является одним из основных или дополняющих способов существования компании в системе социально-экономических отношений с другими фирмами и клиентами. Поэтому многие крупные компании ставят своей целью переход на существование в качестве бизнес-экосистем [10]. Ключевые моменты, которые мы предлагаем, это те, которые необходимо выстраивать шаг за шагом в процессе реализации [11, с. 298].

Во-первых, необходимо создавать инфраструктуру и платформы, а также развивать таланты. Если персонал хочет избежать суровых и опасных условий на площадке,

необходимо дальнейшее развитие технологий. Для этого требуется не только интеграция и интеллектуальная трансформация производственного оборудования, но и повышение надежности сенсорных технологий. Необходимо создать единую промышленную Интернет-платформу и использовать интеллектуальный анализ и анализ данных для повышения эффективности производства, эксплуатации и управления. Базовые инфраструктурные услуги (такие как облачная инфраструктура, хранилища ресурсов, построение сети и т. д.), системы управления данными и развертывание приложений для цифровой добычи могут предоставляться компаниями-разработчиками программного обеспечения, чтобы группы добычи могли пользоваться услугами и сосредоточиться на своем основном бизнесе.

Во-вторых, данные, программное и аппаратное обеспечение должны быть интегрированы в облако. Данные о производстве, эксплуатации и управлении собираются на терминале, оптимизируются на периферии и интегрируются в облако. Необходимо полностью использовать ценность данных для обеспечения оптимизации предприятия.

В-третьих, должны быть приняты законы и правила, а сетевая безопасность должна быть гарантирована. Удаленные методы работы и стабильность облачных серверов представляют еще большую проблему для сетевой безопасности. Обеспечение сетевой безопасности требует совместных усилий правительств, компаний-разработчиков программного обеспечения и горнодобывающих компаний, что влечет за собой непрерывную работу. Благодаря единой аутентификации прав доступа к облачной платформе предприятия могут совместно использовать ресурсы и сотрудничать с другими предприятиями.

Наконец, экосистему добычи необходимо создавать совместно. Этот режим облачных услуг состоит из нескольких сторон, таких как поставщики облачных платформ, поставщики продуктов приложений для цифровой добычи, технический и управленческий персонал группы добычи, команды по эксплуатации и техническому обслуживанию, а также поставщики услуг технологии цифровой добычи. На единой облачной платформе можно координировать бизнес, включая проектирование и производство, надзор и обслуживание, производство и маркетинг. На основе анализа данных можно понять потребности клиентов и потребности рынка. Этот новый режим открытого обмена может полностью повысить социальную эффективность. Компании цепочки поставок и производственной цепочки должны сотрудничать для создания цифровой экосистемы.

### Список литературы

1. Разоренова Е.Ю. Направление цифровой трансформации горнодобывающей отрасли. В кн.: Василёнок В.Л. (ред.) *Стратегии и инструменты управления экономикой: отраслевой и региональный аспект: материалы 8-й Междунар. науч.-практ. конф., г. Санкт-Петербург, 23 мая 2019 г.* СПб.: ООО «НПО ПБ АС»; – 2019. – С. 76–79.
2. Потапов В.П., Счастливцев Е.Л., Быков А.А., Харлампенков И.Е. Комплексное решение задач экологической безопасности предприятий горнодобывающей отрасли на основе цифровых технологий. В кн.: Андреева О.С. (ред.) *Фундаментальные и прикладные аспекты устойчивого развития ресурсных регионов: материалы 3-й Всерос. науч. конф. с международным участием, г. Новокузнецк, 7–10 декабря 2021 г.* Новокузнецк: Кемеровский гос. ун-т; 2022. С. 141–145.
3. Косяков И.А., Кашарников Д.А., Ведин Д.М., Чередниченко И.В., Петров А.А. Аддитивные технологии в горнодобывающей отрасли. В кн.: *Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Кемерово, 16 декабря 2019 г.* Кемерово: ООО «Западно-Сибирский научный центр»; 2019. С. 170–173.
4. 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>

5. Лютягин Д.В., Яшин В.П., Забайкин Ю.В., Якунин М.А. Особенности и тенденции цифровой трансформации российской горнодобывающей отрасли. *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2019;9(7-1):147–159. Режим доступа: <http://publishing-vak.ru/file/archive-economy-2019-7/16-lyutyagin.pdf>
6. Панфилов В.Д., Борзых Д.М. Цифровая трансформация горнодобывающей отрасли: проблемы перехода и методы внедрения технологий. В кн.: Козырев Н.А. (ред.). *Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Новокузнецк, 12–14 мая 2021 г.* Вып. 25. Часть 5. Технические науки. Новокузнецк: Сиб. гос. индустриальный ун-т; 2021. С. 345–350.
7. Корчагина Т.В., Потапов В.П., Счастливцев Е.Л. Цифровой мониторинг природно-техногенной среды для обеспечения экологической безопасности предприятий горнодобывающей отрасли. *Уголь*. 2022;(6):59–66. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2022-6-59-67>
8. Гилярова А.А. Оценка экономических эффектов цифровых технологий в горнодобывающем производстве. В кн.: *Цифровые технологии в горном деле: Всерос. науч.-техн. конф., г. Апатиты, 16–18 июня 2021 г.* Апатиты: Кольский научный центр РАН; – 2021. – С. 19–26.
9. Киричек К. Цифровые технологии в горнодобывающей промышленности и металлургии. *Control Engineering Россия*. 2022;(1):50–53. Режим доступа: <https://controleng.ru/wp-content/uploads/9750.pdf>
10. Селиверстова Н.С., Григорьева О.В., Зулфакарова Л.Ф., Шафигуллина Г.И. Роль стратегических альянсов в развитии цифровых экосистем. *Азимут научных исследований: экономика и управление*. 2022;11(1):31–34. [https://doi.org/10.57145/27128482\\_2022\\_11\\_01\\_06](https://doi.org/10.57145/27128482_2022_11_01_06)
11. Евлашкина С.А. Экономический эффект от внедрения цифровых технологий в горнодобывающей отрасли. *Стратегии бизнеса*. 2021;9(10):296–300. <https://doi.org/10.17747/2311-7184-2021-10-296-300>

**References**

1. Razorenova E.Yu. The direction of the digital transformation of the mining industry. In: Vasilenok V.L. (ed.) *Strategies and tools of economic management: sectoral and regional aspects: Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, May 23, 2019*. St. Petersburg: NPO PB AS; 2019, pp. 76–79. (In Russ.)
2. Potapov V.P., Schastlivtsev E.L., Bykov A.A., Kharlampenkov I.E. Integrated solution of environmental safety problems of mining industry based on digital technologies. In: Andreeva O.S. (ed.) *Fundamental and applied aspects in sustainable development of the resource-producing regions: Proceedings of the 3<sup>rd</sup> All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, Novokuznetsk, December 7–10, 2021*. Novokuznetsk: Kemerovo State University; 2022, pp. 141–145. (In Russ.)
3. Kosyakov I.A., Kasharnikov D.A., Vedin D.M., Cherednichenko I.V., Petrov A.A. Additive technologies in the mining industry. In: *Fundamental scientific research: theoretical and practical aspects: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Kemerovo, December 16, 2019*. Kemerovo: West Siberian Scientific Center; 2019, pp. 170–173. (In Russ.)
4. Rylnikov A.G., Pytalev I.A. Conditions for ensuring the multifunctional use of subsoil in the interaction of different industries. *Izvestiya Tluskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Nauki o Zemle*. 2020;(1):470–481. (In Russ.) <https://doi.org/10.46689/2218-5194-2020-1-1-470-481>
5. Lyutyagin D.V., Yashin V.P., Zabaikin Yu.V., Yakunin M.A. Features and trends of the digital transformation of the Russian mining industry. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*. 2019;9(7-1):147–159. (In Russ.) Available at: <http://publishing-vak.ru/file/archive-economy-2019-7/16-lyutyagin.pdf>
6. Panfilov V.D., Borzykh D.M. Digital transformation of the mining industry: challenges of transition and technology implementation methods. In: Kozыrev N.A. (ed.). *Science and the youth: challenges, research and solutions: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference of Undergraduate and Graduate Students and Young Researchers, Novokuznetsk, May 12–14, 2021*. Iss. 25. Part 5. Technical Sciences. Novokuznetsk: Siberian State Industrial University; 2021, pp. 345–350. (In Russ.)
7. Korchagina T.V., Potapov V.P. & Schastlivtsev E.L. Digital monitoring of the natural and man-made environment to ensure the environmental safety of mining enterprises. *Ugol'*. 2022;(6):59–66. (In Russ.) <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2022-6-59-67>
8. Gilyarova A.A. Estimation of economic effects of digital technologies in mining operations. In: *Digital technologies in mining: All-Russian Scientific and Technical Conference, Apatity, June 16–18, 2021*. Apatity: Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences; 2021, pp. 19–26. (In Russ.)
9. Kirichek K. Digital technologies in mining and metallurgy. *Control Engineering Russia*. 2022;(1):50–53. (In Russ.) Available at: <https://controleng.ru/wp-content/uploads/9750.pdf>
10. Seliverstova N.S., Grigorieva O.V., Zulfakarova L.F., Shafigullina G.I. The change in communicative processes and the productive forces under the influence of information technology. *Azimuth of Scientific Research: Economics and Administration*. 2022;11(1):31–34. (In Russ.) [https://doi.org/10.57145/27128482\\_2022\\_11\\_01\\_06](https://doi.org/10.57145/27128482_2022_11_01_06)
11. Evlashkina S.A. The economic impact of the introduction of digital technologies in the mining industry. *Business Strategies*. 2021;9(10):296–300. (In Russ.) <https://doi.org/10.17747/2311-7184-2021-10-296-300>

**Информация об авторе**

**Балашов Алексей Михайлович** – кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных систем и цифрового образования, Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-4264-2592>; e-mail: [Ltha1@yandex.ru](mailto:Ltha1@yandex.ru)

**Information about the author**

**Aleksey M. Balashov** – Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor of the Department Information Systems and Digital Education, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-4264-2592>; e-mail: [Ltha1@yandex.ru](mailto:Ltha1@yandex.ru)

**Информация о статье**

Поступила в редакцию: 03.11.2022  
 Поступила после рецензирования: 18.11.2022  
 Принята к публикации: 19.11.2022

**Article info**

Received: 03.11.2022  
 Revised: 18.11.2022  
 Accepted: 19.11.2022