

DOI: 10.17747/2311-7184-2021-10-296-300
УДК 656.1



Экономический эффект от внедрения цифровых технологий в горнодобывающей отрасли

С.А. Евлашкина, магистрант
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»,
г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы внедрения цифровых технологий в горнодобывающей отрасли и их экономический эффект. Обосновываются преимущества использования 3D-моделей, систем «smart ear», «Blast movement technology». Определено, что Индустрия 4.0 открывает новые перспективы для развития горнодобывающей отрасли, формируя возможности роста производительности с повышением безопасности труда. Благодаря внедрению геотехнологии – Майнинга 4.0 (Индустрия 4.0 в горнодобывающей отрасли), в том числе таких современных цифровых технологий, как безлюдные роботизированные комплексы горношахтного и карьерного оборудования, повсеместная цифровая телеметрия, Интернет вещей и межмашинные коммуникации, цифровое 3D-моделирование и искусственный интеллект, горнодобывающая отрасль становится высокотехнологичным производством. Автором проанализированы формы проникновения технологий Индустрии 4.0 в горнодобывающие отрасли и международный опыт использования Майнинга 4.0, показаны преимущества дальнейшего развития геотехнологии в новую технологическую эпоху и экономический эффект от их использования.

Ключевые слова: цифровая экономика, индустрия 4.0, цифровые технологии в горнодобывающей отрасли, Индустрия 4.0, Майнинг 4.0, Интернет вещей, геотехнология, производительность, цифровизация, 3D-моделирование

The economic impact of the introduction of digital technologies in the mining industry

Evlashkina S.A., Master's student
St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. This article discusses the implementation of digital technologies in the mining industry, as well as the economic effect of their implementation. The advantages of using 3D models, «smart ear» systems, «Blast movement technology» are substantiated. It was determined that Industry 4.0 opens up new prospects for the development of the mining industry, creating opportunities for productivity growth with improved labor safety. Thanks to the introduction of geotechnology – Mining 4.0 (Industry 4.0 in the mining industry), including such modern digital technologies as deserted robotic complexes of mining and quarry equipment, ubiquitous digital telemetry, the Internet of Things and machine-to-machine communications, digital 3D modeling and artificial intelligence in the mining industry becomes a high-tech production. The author analyzed the forms of penetration of Industry 4.0 technologies into the mining industries and the international experience of using Mining 4.0, showing the advantages of the further development of geotechnology in a new technological era and the economic effect of their use.

Keywords: digital economy, industry 4.0, digital transformation of industry, Industry 4.0, Mining 4.0, Internet of Things, geotechnology, productivity, digitalization.

Целью цифровых технологий, внедряемых на современном этапе в горнодобывающую отрасль, является обеспечение работы непростых производственно-экономических систем на всех этапах жизненного цикла горного предприятия – от разведки запасов полезных ископаемых до их добычи, переработки и реализации с учетом усовершенствования производительности и безопасности горных работ [1, с. 22].

Цифровые технологии помогают организовать разработку проекта горнодобывающего предприятия на этапах замысла к построению информационной модели (3D-моделирование и цифровое проектирование), выбора технологии разработки месторождения, технико-экономического обоснования конечного проекта, визуализации горнотехнической системы [2, с. 38].

В ходе построения цифровой модели месторождения при планировании горных работ целесообразно применять сведения, получаемые посредством виртуальной модели окружающего физического мира.

Использование 3D-моделей обеспечивает регулярное управление производством горных работ (рис. 1) [3, с. 18].

Рис. 1

Возможности 3D-моделей для регулярного управления горнодобывающим производством

Использование предиктивных методов анализа геологических данных

Планирование отработки запасов

Анализ альтернативных вариантов планов горных работ

Определение оптимального варианта в режиме реального времени

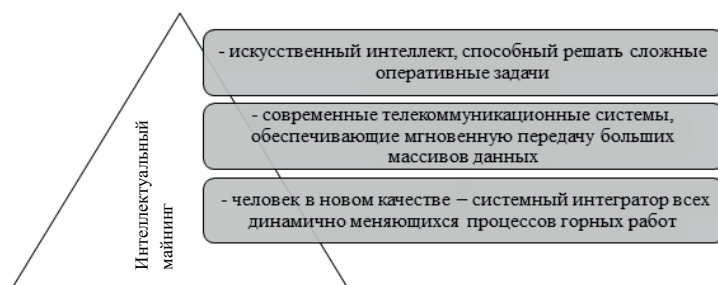
На сегодняшний день одним из нерешенных вопросов в рассматриваемой сфере является автоматизация процессов горнодобывающего производства. Для решения этой проблемы компания Komatsu разработала автоматизированный самосвал без кабины, которым управляют диспетчеры удаленно от рудника, применяя жидкокристаллические мониторы [4].

Также в качестве решения обозначенной проблемы возможно использование системы «smart ear» (электронное ухо). Она представляет собой датчик, монтируемый рядом с мельницей, с помощью которого отслеживается загрузка и все параллельные процессы. Благодаря особому сигналу оператор видит, в каких случаях мельница недозагружена, и может ускорить подачу руды. На тех предприятиях, где рассматриваемая система непосредственно связана с системой подачи руды при 100%-ном исключении человеческого фактора, увеличилась эффективность работы, скорость конвейерной ленты, скорость подачи руды в мельницу, ходимость футеровки.

Свою эффективность показала такая цифровая технология, как система Blast movement technology, посредством которой осуществляется мониторинг руды после взрыва. Данная цифровая технология способствует уменьшению потери руды, разубоживания и реклассификации руды.

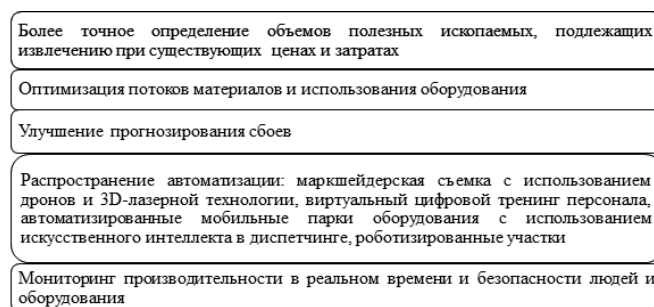
Кроме вышеописанных цифровых технологий, в горнодобывающую отрасль внедряются интеллектуальные системы добычи, называемые «интеллектуальный майнинг» [5, с. 124], который представляет собой человеко-машинную систему (рис. 2).

Рис. 2
Составляющие «интеллектуального майнинга»



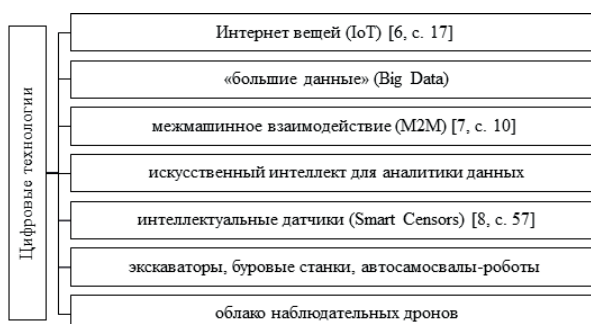
Горнодобывающему предприятию необходимы оперативные сведения о производстве, качестве, продолжительности различных циклов, состоянии машин и оборудования, а также других переменных, что обуславливает интеллектуализацию добычи с применением Индустрии 4.0. Преимущества технологии Индустрии 4.0 как основы интеллектуального майнинга представлены на рис. 3.

Рис. 3
Преимущества технологии Индустрии 4.0 как основы интеллектуального майнинга



Интеллектуальный майнинг, состоящий из цифровых и роботизированных технологий Индустрии 4.0, способствует исключению на 100% человека из буровзрывных, выемочно-погрузочных, транспортных процессов, геодезической съемки, планирования и оперативного управления процессами, как это представлено на рис. 4 [9, с. 702].

Рис. 4
Цифровые технологии, способствующие исключению человека из производственных процессов



Более того, значительная степень координации и гибкость управления процессами добычи полезных ископаемых способствует обеспечению рентабельной добычи вне зависимости от уровня цен и спроса на сырье на рынке.

На рис. 5 показаны векторы развития Майнинга 4.0 и место в нем специфических технологий.

Рис. 5

Векторы развития Майнинга 4.0 и цифровых технологий в горнодобывающей отрасли



Технологии Майнинга 4.0 в горнодобывающей отрасли можно охарактеризовать через 8 критериев, выступающих детерминантами новой геотехнологии (рис. 6) [10].

Рис. 6
Критерии технологии Майнинга 4.0

- 1) Использование дополненной реальности (AR). Например, получение обслуживающим персоналом инструкций к действию напрямую от производителей оборудования или проектировщиков. Через специальные очки, которые отправляют и принимают видеоизображение, они смогут увидеть проблему, которую возможно решить с помощью инструкций
- 2) Использование виртуальной реальности (VR) для моделирования опасных реальных ситуаций и отработки способов их предотвращения и ликвидации последствий. Например, можно поместить всю систему управления добычей и переработкой полезных ископаемых на предприятии в VR и, таким образом, сделать ее независимой от местоположения
- 3) Использование биомеханических элементов для защиты работников, увеличения их силы и выносливости
- 4) Применение носимых датчиков для мониторинга показателей, связанных со здоровьем и местоположением работников
- 5) Использование интеллектуальных персональных помощников для взаимодействия горячков с машинами, компьютерами, базами данных и другими информационными системами. Например, использование RFID-меток вместе с приложением для смартфонов для оперативного сообщения о неисправности оборудования
- 6) Совместное использование несколькими операторами роботов для выполнения повторяющихся и трудоемких задач
- 7) Использование сетей Wi-Fi и 5-6G подземного интернета для взаимодействия операторов между собой, а также между операторами и Интернетом вещей
- 8) Использование искусственного интеллекта для безлюдного анализа больших данных и обнаружения полезной информации для прогнозирования неблагоприятных событий

В рамках настоящего исследования интерес представляет международный опыт применения инноваций и технологий Индустрии 4.0 для получения конкурентных преимуществ за счет перехода на Майнинг 4.0.

В частности, канадская горнодобывающая компания «Бэррик Голд» («Barrick Gold») начала внедрять технологии искусственного интеллекта в управление процессами на руднике Кортес в США (штат Невада) вместе с американской Cisco Systems для совершенствования процесса принятия инженерных и управленческих решений, в том числе в целях увеличения производительности комплексов оборудования [11].

Южноафриканская золотодобывающая компания «Голд Филдз» («Gold Fields») регулярно вводит инновационные и технологические проекты, связанные с наземным дистанционным управлением подземным проходческим, выемочно-погрузочным и транспортным оборудованием, совершенствует технологию беспилотных летательных аппаратов для маркшейдерской съемки и мониторинга ведения работ на участках открытой добычи золота [12].

Бразильская металлургическая компания «Эс-Ай Ай-Ди» («SI ID») выступает лидером по введению цифровых технологий Интернета вещей на железных рудниках. В результате чего компания достигла одной из самых низких в мире удельных затрат при добыче железной руды. В частности, посредством инвестиций в такую технологию Майнинга 4.0, как применение безвоздушного транспортера для транспортировки руды за счет использования влажности самой руды для удаления примесей, а также ввиду автоматизации и управления комплексами шахтного и карьерного оборудования потребление воды уменьшилось на 7% [13].

Таким образом, международный опыт внедрения технологий Майнинга 4.0 показывает их высокую производственную и экономическую эффективность. На рис. 7 представлены результаты исследования затрат 30 крупнейших горнодобывающих предприятий мира, усиленно вводившие цифровые технологии Майнинга 4.0, проведенного в 2016–2018 гг (рис. 7) [14].

Рис. 7
Экономический эффект от внедрения цифровых технологий
в 30 крупнейших горнодобывающих предприятий мира в 2016–2018 гг.

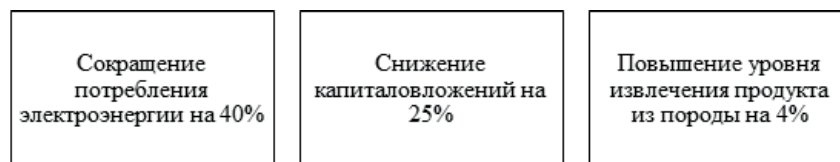
- снизили затраты на техническое обслуживание на 20–40%
- увеличили фактическую производительность комплексов оборудования на 20–30%
- сократили капитальные затраты на 5–10%
- улучшили состояние окружающей среды и безопасность труда, что выразилось в снижении экологических штрафов и платежей за нанесенный ущерб жизни и здоровью работников в 4–11 раз

Анализ, проведенный в настоящей статье, позволяет прийти к выводу, что цифровые технологии, в том числе технологии Индустрии 4.0, внедряемые в горнодобывающую отрасль, формируют новые элементы открытой и подземной геотехнологии (Майнинг 4.0). Их спецификой являются: безлюдное производство, цифровое мо-

делирование как инструмент молниеносного и прочного оперативного управления процессами горных работ, достоверной маркшейдерией и высочайшей безопасностью труда. Международный опыт внедрения технологий Майнинга 4.0 продемонстрировал существенное увеличение производительности, безопасности труда и окружающей среды, а также рентабельности добычи полезных ископаемых.

На рис. 8 представлена оценка экономического эффекта от внедрения цифровых технологий, сделанная шведским производителем горнорудного оборудования ABB [15].

Рис. 8
Экономический эффект от внедрения цифровых технологий по данным ABB



Accenture в отчете 2018 года оценивала потенциальный эффект от внедрения цифровых технологий в горнодобывающей отрасли в \$ 425 млрд в срок до 2025 года. За десятилетие сами предприятия могли получить дополнительную выгоду в форме роста стоимости в размере \$ 390 млрд, что соответствует 2,7% консолидированной выручки или 9% общей прибыли сектора [15].

В заключение отметим, что горнодобывающая отрасль должна эффективно использовать цифровые технологии в целях развития и совершенствования производственной деятельности, планирования собственных процессов, взаимодействия с поставщиками. Цифровая модель горного предприятия способствует приобретению преимуществ в таком развитии.

К 2025 году экономический эффект от применения цифровых технологий в мировой горнодобывающей отрасли может привести к снижению затрат на 17%. Цифровые технологии в рассматриваемой отрасли предоставляют возможность снижения вариативности и увеличения производительности, поэтому представляют повышенный интерес на современном этапе.

Список литературы

1. Аброськин А.С. Применение современных систем автоматизации на открытых горных работах // Известия ТПУ. 2015. № 12. С. 122–130.
2. Курцев Б. Цифровизация горнодобывающей промышленности: от руды к данным [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/214508/2021-05-17/2021-w20/cifrovizaciya-gornodobyvayuschey-promyshlennosti-rudy-k-dannym> (дата обращения: 20.07.2021)
3. Официальный сайт компании «Бэррик Голд» (Barrick Gold). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.barrick.com/English/home/default.aspx> – [20.07.2021]
4. Официальный сайт компании «Голд Филдз» (Gold Fields). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.goldfields.com> – [20.07.2021]
5. Официальный сайт компании «Эс-Ай Ай-Ди» (SI ID). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vale.com/EN/Pages/Landing.aspx> – [20.07.2021]
6. Плакиткин Ю.А. Мировой инновационный проект «Индустрия 4.0» – возможности применения в угольной отрасли России. 3. Систематизация основных элементов проекта «Индустрия 4.0 по базовым процессам горного производства / Ю.А. Плакиткин, Л.С. Плакиткина // Уголь. 2018. № 1. С. 16–24.
7. Плакиткин Ю.А. Цифровизация экономики угольной промышленности России – от «индустрии-4.0» до «общества 5.0» / Ю.А. Плакиткин, Л.С. Плакиткина // Горная Промышленность. 2018. №4. С.22–28.
8. Разоренова Е.Ю. Разработка предложений по формированию цифровой модели виртуального горного предприятия / Е.Ю. Разоренова, Д.С. Бурлака, А.В. Бабкин // XLVII «НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбПУ» Современные проблемы экономики, управления и торговли (ИПМЭИТ) Часть 2. СПб: Изд-во СПбПУ, 2018. С. 36–41.
9. Рудники переходят в цифровую реальность – практика и опыт России // Горный информационно-аналитический бюллетень [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://www.giab-online.ru/news/133> (дата обращения: 20.07.2021)
10. Antworp, L. Ten technologies with the power to transform mining // Mining Technologies. 2018. Vol. 4. P. 55–64.
11. Du Preez, S. New tech trends driving IT/OT convergence in mining in Africa // African Mining Brief. 2014. Vol. 2 (12). P. 16–22.
12. Durrant-Whyte, H. How digital innovation can improve mining productivity / H. Durrant-Whyte, R. Geraghty, F. Pujol, R. Sellschop. [Электронный ресурс]. – New York: McKinsey & Company, 2015. Режим доступа: <https://www.mckinsey.it/idee/how-digital-innovation-can-improve-mining-productivity> – [21.07.2021]
13. Löf, J. Mining 4.0 – the Impact of New Technology from a Work Place Perspective / J. Löf, L. Abrahamsson, J. Johansson // Mining, Metallurgy & Exploration. 2019. Vol. 36. P. 701–707.
14. Price Waterhouse and Coopers. Обзор горнодобывающей промышленности – 2019 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.pwc.ru/ru/mining-and-metals/assets/mine-2019-rus.pdf> – [20.07.2021]
15. Rytöft, C. Mine of the future // ABB Review. 2014. Vol. 3/14. P. 7–12.