

УДК 004

Рышков Николай Михайлович,

аспирант,

базовая кафедра «Аналитика больших данных и методы видеоанализа»,

Институт радиоэлектроники и информационных технологий – РТФ,

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

г. Екатеринбург, Российская Федерация

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ РЕШЕНИЙ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК ЧАСТЬ ESG-ПОВЕСТКИ

Аннотация:

В статье исследуется интеграция цифровых решений в горнодобывающей промышленности в контексте ESG-повестки. Рассмотрено моделирование буровзрывных работ для снижения разубоживания, оптимизации использования ресурсов и уменьшения выбросов CO₂. Промежуточные результаты показывают, что использование цифровых технологий способствует более эффективному управлению процессами добычи, что позитивно влияет на устойчивое развитие отрасли.

Ключевые слова:

ESG, цифровые технологии, принятие решений, горнодобывающая промышленность, моделирование, устойчивое развитие.

Введение

Интеграция цифровых решений в горнодобывающей промышленности, особенно для моделирования буровзрывных работ в целях снижения разубоживания, уменьшения выбросов и минимизации негативного влияния на природные и социальные системы, представляет собой применение практик устойчивого развития, соответствующих целям ESG-повестки. По мере увеличения глобального спроса на устойчивые методы добычи полезных ископаемых, цифровые технологии, такие как автоматизация, обмен данными в реальном времени и внедрение цифровых двойников, все чаще используются для повышения операционной эффективности, безопасности и охраны окружающей среды в процессе буровзрывных работ [1, 2].

Этот сдвиг в мышлении направлен не только на оптимизацию производства, но и на решение критических вопросов ESG-повестки, включая сокращение выбросов, вовлечение сообщества горнодобытчиков для решения экологических проблем и повышения прозрачности управления и принятия решений на предприятиях. Исторически горнодобывающий сектор полагался на традиционные методы принятия решений, которые часто игнорировали интеграцию таких цифровых технологий, ограничивая оптимизацию основных производственных операций, например, таких как буровзрывные работы. Однако осознание отраслью целей ESG стало катализатором изменений, перейдя от оптимизации изолированных задач к более целостному подходу, включающему интеграцию цифровых решений [3].

Цифровые технологии играют решающую роль в оптимизации буровзрывных работ в горнодобывающей промышленности, значительно повышая как безопасность, так и эффективность процесса. Внедрение цифровых решений в буровзрывных работах улучшает безопасность на месте проведения буровзрывных работ, прогнозируя ряд параметров, из которых мы можем узнать, выемку каких зон необходимо проводить во время экскавации. Визуальные представления, такие как карты и изображения с беспилотников или аппаратов для маркшейдерской съемки, обработанные в специальном программном обеспечении, делают эти параметры доступными для операторов на местах. Такая интеграция помогает сделать результаты буровзрывных работ более предсказуемыми, что является ключевой целью для повышения безопасности в одном из самых опасных процессов в отрасли [2].

Горнодобывающая промышленность находится под давлением государственных служб, требующих сокращения выбросов и внедрения устойчивых методов. Цифровые технологии могут помочь минимизировать воздействие буровых и взрывных работ на окружающую среду за счет оптимизации использования ресурсов и сокращения отходов, которые попадают в отвалы из-за неверной оценки содержания полезного материала в руде. Так, например, передовое программное обеспечение для моделирования процесса буровзрывных работ способствует более эффективным планам бурения. Тенденция к декарбонизации подталкивает горнодобывающие компании к интеграции цифровых решений, которые поддерживают их программы устойчивого развития [1].

В особых экономических условиях, в которых сейчас оказалась Российская Федерация, для поддержания ESG-повестки необходимо использовать специализированные отечественные программные продукты, такие как ПО «ГЕОМИКС» (рисунок 1).

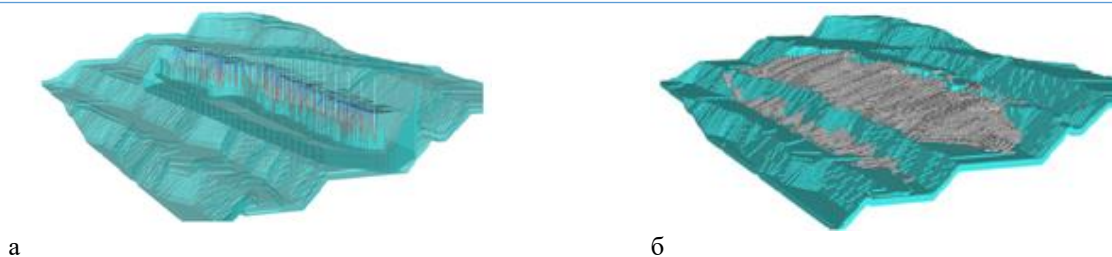


Рисунок 1 – Блочная модель буровзрывного блока а) до взрыва; б) после взрыва [4]

Материалы и методы

Методология данного исследования включает анализ данных по физико-механическим свойствам пород, распределению зарядов и координатам буровых скважин, а также калибровку параметров модели для достижения точности прогнозов. На начальном этапе исследования была собрана информация о прочностных и структурных характеристиках пород в выбранных блоках. Эти данные используются для построения модели смещения породы, которая позволит планировать добычу с минимальным разубоживанием. Моделирование технологического процесса в случае использования ПО подобного типа разделено на ряд этапов (рисунок 2).

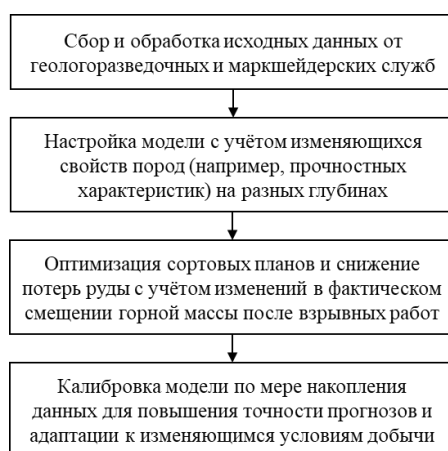


Рисунок 2 – Схема этапов технологического процесса моделирования

Результаты и обсуждение

Предварительные результаты анализа поверхности карьера № 1, проведенного до и после взрыва (рисунок 3), демонстрируют, что учет смещения породы может способствовать сокращению разубоживания в процессе планирования экскавации и транспортировки горной массы на горнообогатительные комбинаты. По предварительным расчетам, использование такого подхода может снизить содержание пустой породы на обогатительной фабрике на 10–15%, что, в свою очередь, улучшит эффективность последующих этапов переработки.

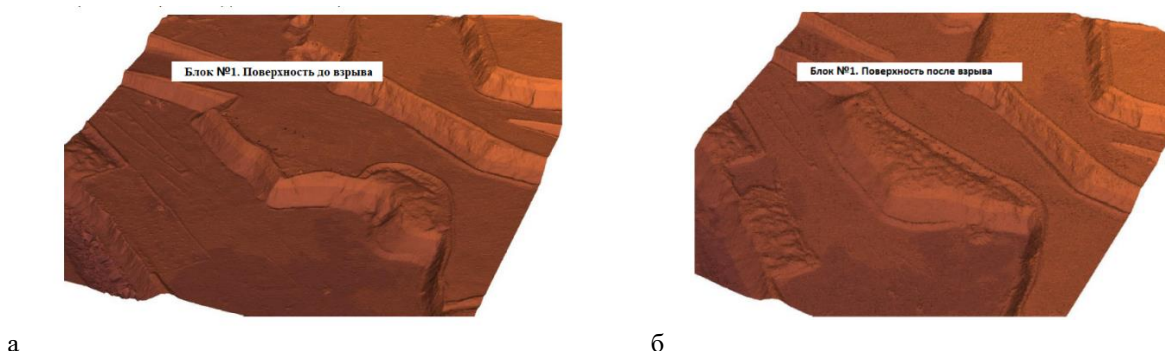


Рисунок 3 – Поверхность участка карьера с БВР блоком №1 а) до взрыва; б) после взрыва

На текущем этапе исследования было проанализировано распределение полезных компонентов до взрыва (рисунок 4) с применением геостатистического моделирования и блочного анализа. Результаты позволяют оценить долю меди и других целевых компонентов с высокой точностью, обеспечивая более точное прогнозирование содержания полезных элементов в руде.

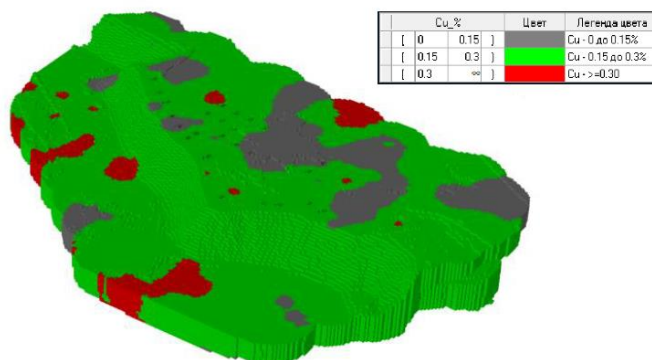


Рисунок 4 – Блочная модель с исходным распределением содержаний полезных компонентов (Cu) БВР блока № 1

На следующем этапе планируется оценка изменений в распределении полезных компонентов на блочной модели участка карьера после взрыва, что позволит оценить степень изменения в содержании руды в блоке. Проведение такой оценки может привести к снижению энергозатрат и выбросов CO₂ путем оптимизации моделирования буровзрывных работ. Кроме того, предлагаемая методика способствует уменьшению расходов на этапах переработки шихты за счет увеличения содержания полезного компонента (меди) в руде, что, по прогнозам, снизит себестоимость переработки относительно текущих значений на 7–8%.

Заключение

Промежуточные результаты подтверждают, что моделирование процессов буровзрывных работ поддерживает ESG-цели горнодобывающих компаний, предлагая условия для более экологически и экономически ответственного управления ресурсами. Ожидается, что в следующих этапах исследования, после проведения дополнительных испытаний, удастся повысить точность модели и провести окончательную верификацию данных. Это позволит подтвердить долгосрочный ESG-эффект от внедрения данного подхода и, возможно, сформулировать рекомендации по его применению на других объектах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Cranford, R. (2023). Conceptual application of digital twins to meet ESG targets in the mining industry. *Frontiers in Industrial Engineering*, Volume 1, Article 1223989. <https://doi.org/10.3389/fieng.2023.1223989>
2. Bain & Company. Mining for the future to deliver on an ESG agenda. Retrieved from <https://www.bain.com/insights/mining-for-the-future-to-deliver-on-an-esg-agenda/>. Accessed November 4, 2024.
3. Mining automation: Drilling and blasting. Retrieved from https://mine.nridigital.com/mine_apr24/mining-automation-drilling-blasting. Accessed November 4, 2024.
4. Кабелко, С. Г. Компьютерное моделирование развала буровзрывного блока и распределения содержания полезных компонентов во взорванной горной массе // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. 2010. № 13(84). Вып. 15/1. С. 84–92.

Ryshkov Nikolai Mikhailovich,

postgraduate student,

department of big data analytics and video analysis methods,

Engineering School of Information Technologies, Telecommunications and Control Systems,

Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin

Yekaterinburg, Russian Federation

APPLICATION OF DIGITAL SOLUTIONS IN THE MINING INDUSTRY AS PART OF THE ESG AGENDA

Abstract:

This article explores the integration of digital solutions in the mining industry within the framework of the ESG agenda. The modeling of drilling and blasting operations is examined to reduce dilution, optimize resource usage, and decrease CO₂ emissions. Preliminary results indicate that the use of digital technologies contributes to more effective management of mining processes, positively impacting the sustainable development of the industry.

Keywords:

ESG, digital technologies, decision-making, mining industry, modeling, sustainable development.