

УДК 622

## **ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ**

В.С. Сытников, магистрант гр. ГБмэ-241, I курс

Научный руководитель: А.Ю. Игнатова, доцент кафедры аэрологии, охраны труда и природы, к.б.н.

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачёва, г. Кемерово

В XXI веке цифровизация стала определяющей тенденцией в развитии промышленности. Горнодобывающая отрасль не является исключением, сталкиваясь с вызовами, посвященными обеспечению эффективности и безопасности ведения горных работ. Интеграция цифровых технологий в управленческие и производственные процессы позволяет решать эти задачи, создавая условия для повышения уровня безопасности и снижения себестоимости добычи полезных ископаемых.

Актуальность темы обусловлена необходимостью отвечать на современные вызовы, такие как повышение экологической безопасности, минимизация социального воздействия на регионы добычи, дефицит квалифицированных трудовых ресурсов, а также обеспечение устойчивости и конкурентоспособности горнодобывающих предприятий. Традиционные методы управления и обеспечения безопасности нередко оказываются недостаточными в условиях высокой сложности горных работ и увеличивающихся требований к устойчивому развитию. Инновационные технологии позволяют не только повысить уровень автоматизации процессов, но и снизить вероятность аварий и человеческих ошибок, что делает их внедрение критически важным для современной индустрии.

Согласно Указу Президента РФ от 06.05.2018 № 198 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу»: «развитие и внедрение информационных технологий, позволяющих осуществлять взаимодействие с эксплуатирующими организациями, оптимизировать процесс получения, хранения и анализа информации о производственном контроле за соблюдением требований промышленной безопасности, о системах управления промышленной безопасностью, об авариях и инцидентах на промышленных объектах» [1].

Среди ключевых направлений цифровой трансформации выделяются внедрение систем мониторинга, автоматизации процессов, интернет вещей (IoT) и применения инновационных подходов, таких как виртуальная реальность (VR), дополненная реальность (AR) и экзоскелеты.

1. Интернет вещей (IoT) – технология обеспечивает предприятия новыми возможностями, включая:

- автоматизацию процессов, что снижает затраты на рабочую силу;
- сокращение отходов и повышение эффективности производственных операций;
- улучшение принятия решений за счет доступа к оперативным и точным данным.

IoT внедряется в добывающие предприятия для автоматизации процессов добычи полезных ископаемых и мониторинга оборудования. Согласно исследованиям компании Inmarsat, в горнодобывающей отрасли 65% предприятий уже реализовали хотя бы один проект на основе IoT, а 33% находятся на стадии пилотных проектов. Это говорит о стремительном росте популярности IoT, который за несколько лет превратился из перспективной идеи в стандартное решение.

Примером успешного применения IoT является RCT Connect – гибкая беспроводная сеть Wi-Fi, обеспечивающая надежное соединение даже в условиях подземных работ. Система поддерживает роуминг, позволяя технике перемещаться между участками без потери связи [4].

2. Автоматизация горных работ: автономные системы и цифровые технологии.

Автоматизация горных процессов представляет собой переход от традиционного ручного труда и работы с бумажной документацией к цифровым платформам, которые объединяют различные системы и технологии, что позволяет значительно улучшить производственные показатели, снизить затраты, повысить безопасность и минимизировать человеческий фактор.

Автономная (самоуправляемая) техника становится неотъемлемой частью этого процесса. Она помогает исключить нестабильность в производственных показателях, вызванную различиями в навыках водителей и стилях их работы. Например, использование автономных машин позволяет устранить такие проблемы, как неравномерный износ шин, нестабильный объем перевозки горной массы и внеплановые простои, что значительно улучшает планирование горных работ. Одним из ярких примеров успешной автоматизации является внедрение RCT ControlMaster – системы, которая позволяет управлять разнотипной техникой на рудниках и карьерах. Эта система обеспечивает несколько ключевых функций [4]:

- Multiple Machine Control (Управление несколькими машинами): Один оператор может управлять несколькими машинами одновременно, что повышает эффективность работы и уменьшает потребность в большом количестве персонала;
- Multiple Machine Selection (Выбор разных типов техники): Оператор может управлять машинами разных типов с одной станции, что дает гибкость в управлении и увеличивает производительность;
- Multiple Fleet Control (Управление всем парком техники): Один оператор может контролировать весь парк техники, включая шахтные и карьерные машины, а также вспомогательную технику, что упрощает управление и координацию работы на производственном участке.

Таким образом, одним из ключевых преимуществ системы RCT ControlMaster является ее способность к бесшовной интеграции с широким спектром цифровых платформ, таких как системы диспетчеризации, геолокации и детектирования объектов и персонала. Подобная синергия позволяет не только оптимизировать производственные процессы, но и значительно снизить риски возникновения аварийных ситуаций и столкновений на рабочих площадках.

3. VR/AR-технологии применяются для обучения сотрудников, ремонта оборудования и управления производственными процессами. Среди отечественных компаний-разработчиков на рынке VR/ AR-решений присутствуют VR Concept, Modum Lab, HoloGroup, Intelligent Ideas, Сибур и др. VR-системы позволяют моделировать аварийные ситуации, обучая сотрудников правильным действиям, а AR-технологии с помощью различных устройств («умных очков», планшетов, смартфонов) предоставляют визуальные подсказки и цифровые данные в реальном времени. AR позволяет управлять оборудованием с помощью голосовых команд, получать информацию о его характеристиках и истории эксплуатации по штрихкодам, а также обеспечивать эффективную коммуникацию между специалистами различных подразделений, в том числе удаленными экспертами, для решения сложных технических задач. Внедрение AR-технологий способствует повышению эффективности, точности и скорости выполнения операций, снижению вероятности ошибок и минимизации потерь, связанных с простоем оборудования. Такие технологии повышают эффективность обучения в 1,5-2 раза за счет наилучшего использования образной памяти.

#### 4. Системы промышленной видеоаналитики.

Одним из эффективных инструментов являются системы промышленной видеоаналитики, такие как CenterVision, которая интегрирует камеры с высоким разрешением и искусственный интеллект для обеспечения мониторинга в реальном времени. Эта система позволяет не только отслеживать рабочие процессы, но и контролировать использование средств индивидуальной защиты (СИЗ). Одним из ее главных преимуществ является способность уведомлять о потенциальных опасных ситуациях с задержкой всего 2,4 секунды, что существенно повышает оперативность реакции на возможные угрозы [2].

CenterVision обладает функциями анализа данных и подготовки отчетности, достигая высокой точности распознавания объектов и ситуаций до 98%, что способствует улучшению качества принятия управленческих решений и минимизации рисков.

5. Аппаратно-программные комплексы «Гудвин-Нева» и VG Work&Safety – предлагают интегрированные решения, которые включают контроль состояния здоровья работников (пульс, давление, уровень кислорода в крови), мониторинг рабочих процессов и использование СИЗ. Система автоматически оповещает руководство о нарушениях и позволяет принимать своевременные меры для исправления ситуации. Важной функцией «Гудвин-Нева»

и VG Work&Safety является формирование электронных наряд-допусков и согласование производственных задач, что упрощает процесс планирования работ, позволяет контролировать их выполнение и обеспечивает прозрачность всех операций. Система также предоставляет возможность оперативного оповещения персонала о потенциальных угрозах и чрезвычайных ситуациях. Аппаратно-программные комплексы активно используются рядом крупных российских компаний, включая ПАО «Норникель», АО «Металлоинвест», ПАО «Северсталь» и других ведущих предприятий, что подтверждает высокую степень доверия и эффективность этих технологий в обеспечении безопасности на рабочих местах [2].

6. Центры удаленного управления (ROC) – позволяют организовать централизованное управление горными работами без физического присутствия на месте. ROC подключается к глобальным сетям связи, обеспечивая видеотрансляции и цифровые инструменты для управления процессами в реальном времени, включая удаленные районы, что снижает расходы на командировки, повышает гибкость распределения рабочих задач и улучшает безопасность, так как снижает количество персонала, физически находящегося на объекте.

Примером успешной реализации такого проекта является сотрудничество компаний RCT и Northern Star Resources, которые внедрили центр дистанционного управления для шахтного погрузчика на проекте по добыче золота East Kundana Joint Venture (EKJV). Этот проект продемонстрировал, как технология удаленного управления может повысить эффективность и открыть новые возможности для трудоустройства работников, не имеющих доступа к традиционным рабочим местам на рудниках [4].

Цифровизация горнодобывающих предприятий Кузбасса – важная часть трансформации всей отрасли в России. Регион, известный своими угольными и другими полезными ископаемыми, активно внедряет цифровые технологии для повышения производительности, безопасности и эффективности.

На таких шахтах Кузбасса как «Алардинская», «Грамотеинская», «Осинниковская», «Сибиргинская» используют автоматизированные системы контроля и управления технологическими объектами (АСКУ ТО) шахты, которая система включает в себя два уровня:

- нижний уровень – подземное оборудование для управления и сбора информации от технологических объектов шахты;
- верхний, наземный уровень – центральный вычислительный комплекс с рабочими местами дежурных диспетчеров

В рамках цифровизации «Кузбассэнергоуголь» внедряет системы для удаленного управления работой техники. В частности, это касается карьерных экскаваторов и большегрузных машин, которые могут управляться с удаленных диспетчерских станций. Система мониторинга в реальном времени помогает улучшить безопасность и сократить время простоя оборудования. На некоторых угольных шахтах Кузбасса внедряются автономные транспортные средства для транспортировки угля, что способствует повышению производительности и снижению рисков для здоровья работников.

В некоторых угольных шахтах Группы компаний «РУСАЛ» используются сенсоры для мониторинга состояния оборудования и окружающей среды в реальном времени, что позволяет быстро выявлять неисправности и оптимизировать работы по добыче угля. В частности, благодаря IoT удастся отслеживать такие параметры, как температура и влажность, что важно для безопасности работы в условиях подземных шахт.

Кузбасс остается одним из лидеров в России по внедрению цифровых технологий в горнодобывающей отрасли, что помогает ему оставаться конкурентоспособным на мировом рынке. Так, 24 апреля 2024 года на площадке MiningWorld Russia состоялась церемония награждения победителей «Горная индустрия 4.0». В номинации «Цифровизация открытых горных работ» победителем стала компания «АЛРОСА». Специальным призом был отмечен проект «КРУ-Взрывпром», крупнейший производитель промышленных массовых взрывов в России, играющий ключевую роль в разработке месторождений твердых полезных ископаемых в Кузбассе [3].

Примеры успешной реализации цифровизации в Кузбассе и других регионах России подтверждают, что инновационные решения не только помогают повысить производительность и безопасность, но и способствуют улучшению условий труда.

Таким образом, цифровизация позволяет эффективно решать проблемы, связанные с повышением безопасности, оптимизацией процессов, снижением затрат и улучшением качества управления.

### Список литературы:

1. Указ Президента РФ от 06.05.2018 № 198 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_297389/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297389/) (дата обращения: 18.12.2024).
2. Зиновьева О.М. Цифровизация систем управления промышленной безопасностью в горном деле / О.М. Зиновьева, Д.С. Кузнецов, А.М. Меркулова, Н.А. Смирнова // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2021. — № 2. — С. 113–123.
3. Конкурс «Горная индустрия 4.0»: объявлены проекты-победители: сайт. MiningWorld Russia. [Электронный ресурс]. URL: <https://mining-world.ru/ru/media/news/2024/april/24/gornaya-industriya-2024/> (дата обращения: 18.12.2024).
4. Цифровая трансформация в горнодобывающей отрасли: сайт RCT. [Электронный ресурс]. URL: [https://assets.rct-global.com/uploads/2020/11/RCT\\_Digitisation-in-Mining](https://assets.rct-global.com/uploads/2020/11/RCT_Digitisation-in-Mining) (дата обращения: 18.12.2024).