

УДК 614.8.084

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЦИФРЕ

Д.С. Комаров, студент гр. ГОс-201.2.1, 4 курс
Мамаева Мария Сергеевна, Старший преподаватель кафедры информацион-
ных технологий, машиностроения и автотранспорта
ФГБОУ ВО Кузбасский государственный технический университет имени
Т.Ф. Горбачева, филиал в г. Прокопьевске
г. Прокопьевск

Аннотация: В данной статье рассматриваются информационные технологии, применение которых значительно повысит промышленную безопасность и эффективность производства подземного рудника «Интернациональный». Дается характеристика и описываются преимущества внедряемого проекта, состоящего из комплекса контроля позиционирования персонала системы TETRA, роботизированной самоходной установки, с дополнительным оборудованием. К такому оборудованию относятся: промышленный пылеанализатор, промышленный тепловизор и георадар. Произведен расчет необходимого количества оборудования и стоимость инвестиционных вложений.

Ключевые слова: Бастет, пылемер МИК-01, георадар-моноблок МГ250/700МЗ, тепловизор iRayHT600, позиционирование персонала TETRA.

Введение

Лидирующие мировые позиции по объему добычи алмазов занимает российская компания АК «АЛРОСА». Одним из предприятий по добыче алмазов, расположенным в Республике Саха (Якутия) является подземный рудник «Интернациональный» (входит в АК «АЛРОСА»).

Ознакомившись с технологией подземной добычи на руднике «Интернациональный», были выявлены участки, подверженные наибольшему производственному риску и распределены по уровню риска, начиная от несущественных рисков, заканчивая критическими рисками 1 и 2 уровня.



Рисунок 1 Производственные участки рудника «Интернациональный»

В табл. 1. представлено распределение уровней производственного риска по рангам.

Таблица 1

Распределение уровней производственного риска по рангам

Уровень риска	Относительный ранг риска (балл)	Относительный ранг риска (цвет)
Критический I уровня	9-10	
Критический II уровня	8	
Существенный	5-7	
Несущественный	2-3	

Из рис. 1. и табл. 1., видно, что наибольшему производственному риску подвергаются подразделения: участок очистных и горно-подготовительных работ; участок пылевентиляционной службы и взрывных работ; участок закладочных работ; участок подъемов и поддержаний шахтных стволов.

Должности с наибольшим производственным риском:

1. Проходчик
2. Горнорабочий очистного забоя
3. Горнорабочий
4. Горный мастер
5. Машинист конвейера (подземный)
6. Стволовой (подземный)
7. Крепельщик
8. Водитель погрузчика

Наименьшему производственному риску подвергается производственное бюро: горный диспетчер, энергодиспетчер.

Для снижения вероятности возникновения внештатных ситуаций и минимизации их последствий предлагается разработка системы автоматизированного контроля производственной безопасности, которая будет включать в себя: роботизированную систему контроля состояния горных выработок и системупозиционирования персонала.

Система позиционирования работников включает в себя:

1. Контроль уровней доступа горнорабочих;
2. Контроль местоположения горнорабочих;
3. Контроль рабочего времени и уровней доступа персонала;
4. Аварийное оповещение горнорабочих;
5. Эвакуация персонала и обнаружение горнорабочих, застигнутых аварией.

Основная часть (решение).

Роботизированная система контроля состояния выработок рудника представляет роботизированную самоходную установку, с дополнительно установленным оборудованием. К такому оборудованию относятся: промышленный пылеанализатор, промышленный тепловизор и георадар. Перечисленное оборудование предназначено для различных целей. Пылеанализатор своевременно подаст сигнал о повышении предельно допустимой концентрации частиц пыли в воздухе. Тепловизор в связке с системой позиционирования работников облегчит поиск попавших в чрезвычайную ситуацию горнорабочих. Георадар окажет помощь в выявлении и предотвращении обводнений, которые являются основной проблемой на алмазодобывающих предприятиях.

Самоходная установка была разработана в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете имени В.И. Ульянова и была презентована только в сентябре 2023 года. Этот мобильный робот под названием «Бастет» является универсальной мобильной платформой, предназначенной для перемещения грузов в помещениях с персоналом и закрытых специально оборудованных территориях (без лестниц).

Рассмотрим основные характеристики установки «Бастет».

Таблица 2

Основные характеристики установки «Бастет»

Наименование	Показатель
Максимальная скорость, км/ч	5
Бортовая сеть питания, В	36
Размер (ДхШхВ), см	1200/600/450
Емкость АКБ, Ач	78
Допустимая масса оборудования, кг	100
Максимальная снаряженная масса, кг	200

Из табл. 2. видно, что малые габариты установки «Бастет» и высокая маневренность позволяют ему перемещаться по территориям, не адаптированным к использованию роботов. На базе данной платформы возможно разместить все необходимое оборудование, так как грузоподъемность робота 100 кг.

К преимуществам установки «Бастет» относятся: повышенная мобильность, маневренность, скорость обработки информации, высокая проходимость, малые габариты. Система управления позволяет установке осуществлять перемещение без помощи оператора.

Самоходная установка отлично работает при условиях:

- множество препятствий;
- повышенное содержание углекислого газа и метана;
- плохая видимость;
- повышенная влажность;
- высокая температура.

Система автоматизированного позиционирования персонала позволяет в режиме реального времени определять местоположение (позиционировать) горнорабочих и горной техники, а также осуществлять функцию предотвращения столкновений, голосовой связи, передачи данных и телеметрии.

Рассмотрим более подробно комплекс контроля позиционирования персонала транкинговой системы наземной радиосвязи TETRA.

Таблица 3

Основные параметры транкинговой связи

Показатель	
Зона покрытия	5-80 км
Тип вызова сети	индивидуальный /групповой
Режим радиосвязи	полудуплекс /дуплекс
Роуминг	есть
Количество абонентов на канал (среднее)	50-100

Система TETRA предоставляет надежную, скоростную цифровую связь. Статус системы связи – открытый, что позволяет совмещать оборудование различных производителей. Возможный диапазон рабочих частот: 138-174 МГц; 403-423 МГц; 450-470 МГц; 806-870 МГц. Время установления канала связи

0,2 секунды, тогда как установка связи сотовыми системами 5 секунд. Скорость передачи информации в канале 7,2 Кбит/с. Типы вызова сети: индивидуальный, групповой, широковещательный, приоритетный и аварийный [1]. Транкинговый формат радиосвязи обеспечивает подавление шумов и помехоустойчивость в сложных производственных условиях. Имеется возможность оперативной передачи данных о местоположении карьерного транспорта и иных объектов (определение местоположения от системы GPS) в диспетчерскую службу.

Применение данной информационной технологии способствует:

- обеспечению безопасности ведения работ;
- повышению оперативности, точности, качеству и надежности работ в сложных условиях производства;
- повышению эффективности производства.

Система автоматизированного позиционирования персонала (на основе системы TETRA) позволяет в режиме реального времени определять местоположение (позиционировать) горнорабочих и горной техники, а также осуществлять функцию предотвращения столкновений, голосовой связи, передачи данных и телеметрии.

Ориентировочная стоимость оборудования - от 8 млн.руб.

При использовании технологии на 30% сокращаются простои оборудования.

Данная система связи отлично себя зарекомендовала в работе горнодобывающих предприятий.

Рассмотрим основные технические характеристики георадара-моноблока МГ-250/700МЗ.

Таблица 4.

Основные технические характеристики георадара-моноблока
250/700МЗ

Центральные частоты, МГц	250 и 700
Скорость записи	512 точек/сек
Максимальная глубина зондирования	8 м (250 МГц) + 3 м (700 МГц)
Размер (ДхШхВ), см	74×45×26
Масса, кг	11
Разрешающая способность по глубине	0,25 м (250 МГц) + 0,1 м (700 МГц)

Таблица 5.

Основные технические характеристики пылемера МИК-01

Дисперсный состав пыли, мкм	0,5-150
Диапазон измерений объемной доли метана, %	0-100
Размер (ДхШхВ), мм	226х203х83
Масса, кг	3
Диапазон относительной влажности	30 – 98%
Диапазон измерений массовой концентрации пыли мг\м ³	0-2000

Таблица 6.

Основные характеристики тепловизора iRay HT 600

Диаметр объектива, мм	13
Угол зрения, градусов	28,2х21,3
Разрешение микроболометрической матрицы, пикс	640х512
Палитры, шт	18
Калибровка	автоматическая
Масса, кг	0,7

Из табл. 4, 5 и 6 видно, что все рассматриваемые системы (оборудование) георадара-моноблока МГ-250/700М3, пылемера МИК-01, тепловизора iRay HT 600 обладают хорошими техническими характеристиками и разнообразными функциональными возможностями.

Заключение (итоги и результаты внедрения)

В табл. 7. произведем расчет необходимого количества оборудования и стоимость инвестиционных вложений в проект.

Таблица 7

Количество оборудования и стоимость инвестиционных вложений в проект

Оборудование	Количество, шт	Стоимость единицы оборудования, млн.руб.	Итого, млн.руб.
Самоходная роботизированная установка «Бастет»	5	1,2	6
Георадар-моноблок МГ-250/700М3	5	0,96	4,82
Тепловизор iRay HT 600	5	0,53	2,66
Пыле анализатор МИК-01	5	0,62	3,13
Комплекс контроля позиционирования персонала система связи TETRA	1	8	8
Всего	21	11,32	24,62

Инвестиции в проект, с учетом приобретения всего оборудования (самоходная роботизированная установка «Бастет», георадар-моноблок МГ-250/700М3, пылемер МИК-01, тепловизор iRay HT 600, комплекс контроля позиционирования персонала системы TETRA), доставки, монтажа, установки, наладки, тестирования и иных непредвиденных расходов (увеличение объема работ при установке и наладке и т.п.) составят 28,225 млн.руб. Учитывая масштабы добычи предприятия и его годовую прибыль, окупаемость проекта составит всего 1 год.

Производственные риски при внедрении проекта:

- использование технологий самоходной роботизированной установки «Бастет» и георадаров слабо распространено в РФ;

- радар не является полностью независимым. Могут возникнуть технические вопросы. Для работы необходимы специалисты, прошедшие специальное обучение;

- отсутствие нормативно -методической базы по применению радаров в РФ.

На рис. 2. изображены основные преимущества от внедрения проекта.

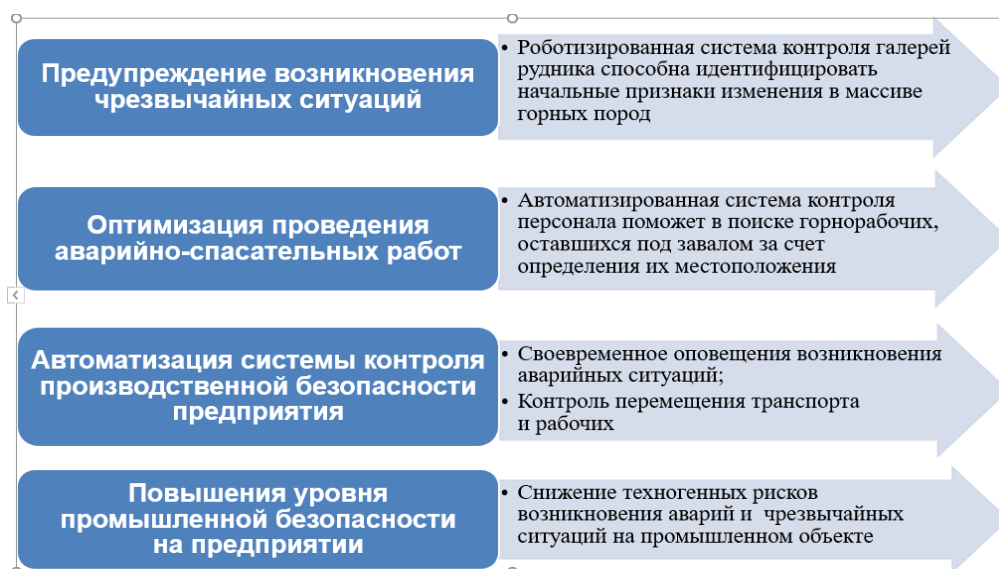


Рисунок 2. Преимущества от внедрения проекта

Таким образом, внедрение на руднике «Интернациональный» самоходной роботизированной установки «Бастет», георадара-моноблока МГ-250/700М3, пылемера МИК-01, комплекса контроля позиционирования персонала системы TETRA, тепловизора iRay HT 600 имеет широкую область применения и может быть полезным для обеспечения безопасности производственного процесса и повышение эффективности производства.

Список литературы

1. Комаров, Д.С. Информационные технологии в решении задач обеспечения безопасности человека и предприятия в горнодобывающей промышленности/ Д.С. Комаров, М. С. Мамаева // Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы (секьюритология): материалы V международной научно-практической конференции, г. Новокузнецк, 2-3 декабря 2021 г. – Кемерово: ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева», филиал КузГТУ в г. Новокузнецке, 2021. – с. 49-53. – ISBN 978-5-00137-267-7.
2. Попков, Ю.Н. Информационные технологии в горном деле: Учеб. пособие/ Ю.Н. Попков, А.Ю. Прокопов, М.В. Прокопова. -Шахтинский ин-т (филиал) – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2007. – 202 с. - ISBN978-5-88998-739-0 – URL: clck.ru/36dQWE (дата обращения: 22.10.2023). - Текст: электронный.
3. Соколов, А.В. Альтернатива сотовой связи: транкинговые системы/ А.В. Соколов, В.И. Андрианов. – СПб.: БХВ-Петербург; Арлит, 2002.- 448с. - ISBN 5-94157-235-2–Текст: непосредственный.
4. Усенко, В.И. Освоение методов организации инновационного развития горнодобывающего предприятия / В.И. Усенко, Н.В. Колесников, Л.В. Лабунский, А.С. Довженок.— М.: Горная книга, 2012. — 48 с. – ISSN 0236-1493 - URL: clck.ru/36dQbj (дата обращения: 23.10.2023). – Режим доступа: Российская государственная библиотека- Текст: электронный.