

УДК 622.62**РЕШЕНИЕ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ
«УМНАЯ ШАХТА»**

Е.В. Иванов, студент гр. ГО-19-1, 5 курс;
ФГБОУ ВО «Иркутский Национальный исследовательский технический
университет»
г. Иркутск.

Аннотация: на основе полученных исходных данных с рудника «Интернациональный» был проведен анализ. В ходе поиска ответов на имеющиеся задачи кейса, командой были предоставлены различные решения, впоследствии предоставлены к сравнению по оптимальным критериям эффективности решения. После него был составлен комплекс готовых наработок для оптимизации автоматизации мониторинга безопасности сотрудников в шахте.

Ключевые слова: рудник, безопасность, датчики, автоматизация, контроль, нейросети, предсказывание, прогнозирование.

Введение

На данном руднике «Интернациональный» принята слоевая система разработки с нисходящим порядком выемки слоев и полной закладкой выработанного пространства. Слои отрабатываются полностью без оставления рудных целиков. Очистная выемка заключается в последовательной отработке очистных лент на слое с оставлением целика между отработанными лентами не менее чем две ширины ленты в разрезных слоях и одной или две ширины ленты в рядовых слоях.

Вскрытие же эксплуатационных горизонтов осуществляется клетевым стволом, скиповым стволом, вентиляционно-вспомогательным стволом, выработками околоствольного двора, квершлагами, камерами, транспортными уклонами, штреками.

Взрывные работы при проходке выработок производятся в межсменный перерыв по паспортам БВР, утвержденным главным инженером рудника.

Схема проветривания рудника – центральная, способ проветривания – всасывающий. Свежий воздух поступает в рудник по клетевому стволу, а исходящая

Основные осложняющие факторы:

- Стесненность рабочих зон;
- Повышенная запыленность, влажность, недостаточное освещение;
- Значительный уровень шума и вибрации;
- Высокая опасность труда
- Опасность взрыва мета и горных ударов;

Наиболее подверженные риску профессии:

- Подземный горнорабочий
- Горнорабочий очистного забоя
- Машинисты горной техники
- Горные мастера
- Крепильщики
- Проходчик

Самые опасные участки: подготовительных и горных работ, пылевентеляционной службы и взрывных работ, закладочных работ. Это связано с тем, что данные участки больше всего подвергнуты опасности взрыва, так как при бурении, не взирая на одновременное смачивание горной породы, образуется пыль. Данная пыль попадает в дыхательные пути и образует профессиональные заболевания. К тому же сами взрывные работы опасны, так как работа ведется непосредственно с самими взрывчатыми веществами.

Основная часть (решение).

В процессе генерации идей для решения задач поставленными кейсом, были составлены критерии для выявления наилучшего и наиинтереснейшего решения.

Используемые критерии:

1. Гибкость и масштабируемость: Система контроля должна быть гибкой и адаптивной к изменяющимся условиям производства и требованиям пользователей. Она должна легко расширяться и интегрироваться с другими системами.
2. Эргономичность: Система должна быть простой и понятной в использовании для персонала, который будет работать с ней. Обучение и поддержка пользователей должны быть минимальными.
3. Точность и надежность: Система должна обеспечивать высокую точность и надежность измерений, а также стабильность работы в различных условиях.
4. Безопасность: Система должна соответствовать стандартам безопасности и обеспечивать защиту данных от несанкционированного доступа.
5. Соответствие требованиям законодательства и стандартов: Система должна отвечать всем требованиям законодательства, стандартам и нормам, которые применяются в вашей отрасли.
6. Производительность и быстродействие: Система должна обладать высокой производительностью и быстродействием, чтобы успевать обрабатывать большие объемы данных и реагировать на изменения в реальном времени.

Предложения для сравнения:

- Изменение технологии разработки;
- Цифровой двойник;
- Перевод персонала на дистанционное управление процессами;

- «Умная шахта»;
- Повышение штата работников по контролю безопасности для инспекций;
- Привлечение подрядных организаций.

Изменение технологии разработки не соответствует нашим критериям, так как это колоссальные капитальные затраты на перестроение всех процессов под другой способ отработки, что не является гибким и надежным решением.

Цифровой двойник, уже используется на предприятии в той или иной мере, поэтому интереса не представляет.

Перевод персонала на дистанционное управление процессами хоть и обеспечивает безопасность рабочих, является не таким гибким и эргономичным.

Повышение количества инспекций, как и подрядные организации дадут результат лишь на короткой дистанции, при работе на дальней дистанции необходимо будет решать ту же самую проблему, сформировавшуюся до внедрения дополнительных сотрудников.

Система контроля и анализа «Умная шахта» подходит по всем критериям.

Ключевое направление для увеличения безопасности персонала стало – мониторинг ситуации в шахтном пространстве с последующей возможностью по уже имеющимся данным получать точные прогнозы. Данные предположения должны быть ориентированы на то, что уже происходило в прошлые разы, то есть предшествующие опасные ситуации, несчастные случаи и аварии.

По полученной информации из прошлого и получаемых данных в настоящий момент времени программа, нейронные сети, опирающийся на логику и математический анализ прогнозирует возможность тех или иных событий. В нашем случае предсказания направлены на предотвращение аварий, горных ударов, а также на принятие мер обеспечивающие безопасную работу на руднике.

Комплекс решений «Умная шахта» включает в себя:

- HUB – центр принятия решений и регулирования экосистемы шахты;
- «Робот- пылесос» - робот, собирающий данные в реальном времени;
- Модификация СИЗ;
- Датчики сбора данных на более стабильных участках;
- «Умные» переключатели.

Данная система – это буквально аналог умного дома. Где есть центр управления домом, робот-помощник, регулируемые повседневные вещи и различные сценарии, зависящие от повседневных задач.

HUB – непосредственно та система, которая проводит сбор данных с датчиков и передвижного робота и впоследствии анализирует полученную информацию сопоставляя с предшествующими событиями, прогнозируя возможные угрозы и их источник.

«Робот- пылесос» - робот на гусеничном ходу обрабатывает периодически маршрут по всем опасным местам и другим выработкам, собирая фактические данные с датчиков замера освещения, шума, запыленности, содержание вредных

или допустимых шахтных примесей. Параллельно выстраивая 3D карту выработанного, рабочего шахтного пространства.

Умные переключатели отвечают за регулирование освещения в шахте, в очистных и иных выработках, например, проводят взрывные работы – в секторе с их проведение загорается определенный сигнал, оповещающий рабочих о опасности нахождения в данной зоне. А также регулирования шахтной вентиляции. При превышении вредных примесей в шахтном воздухе, подается сигнал, и система увеличивает подачу свежего воздуха, для разбавления

Модификация СИЗ – добавление в униформу рабочих или в каску умной метки, которая сообщает, где находится рабочий, как в реальном времени, так и по запросу контролирующего. Но учитывая, что это похоже на вторжение в личное пространство рабочего, поэтому метка может передавать данные местоположения только по запросу. Это позволяет при аварии быстро и легко сориентировать рабочего если он дезориентирован или же облегчить работу тем, кто занимается ликвидацией последствий аварий и поиске пострадавших.

Так же добавление на каску креплений под наушники с активным шумоподавлением, для работников, находящихся на рабочем месте, где постоянно громко и шумно. Активное шумоподавление в наушниках работает, по системе погашения звуковой волны, микрофон улавливает звук шума, шум будет иметь положительную частоту, и процессор в наушниках воспроизводит этот же звук с отрицательной частотой создавая погашение этого источника шума, что уменьшает получаемый урон при постоянной работе рядом с источником вреда слуховой системы.

Заключение (итоги и результаты внедрения)

При внедрении данного комплекса придется модернизировать имеющуюся систему оповещения, освещения, мониторинга пыли и газов. Систему по передаче сигнала связи на много сотни метров под землю (wi-fi).

Придется внедрить технологию (нейросети), которые активно развиваются скачкообразно каждый день. А также обучить сотрудников для работы и обслуживания системы «Умная шахта».

Предполагаемые положительные последствия от внедрения:

- Повышение безопасности;
- Уменьшение влияния происшествий, происходящие случайно, заставляя врасплох сотрудников предприятия;
- Возможность рассредоточение сотрудников по всей выработке;
- Уменьшение влияния шума на специалистов;
- Автоматический мониторинг за параметрами шахты.

Появляются возможности прогнозирования опасных ситуаций (аварий, горных ударов, запыленности), отслеживания в реальном времени содержаний газов, пыли, влажности и освещения, а также Управления экосистемы шахты: изменение напряжения вентиляционных установок для увеличения подачи свежего воздуха.