

## Позиционирование персонала и машин при помощи системы PORTAS

*В настоящей статье представляется специфика правовых, функциональных и технических вопросов, связанных с системами позиционирования персонала, и логистики материалов для подземной горной промышленности с особым акцентом на специфику угольной горной промышленности. Примером выполнения сложных и многогранных требований является система PORTAS производства фирмы ООО СЫБЕТ, которая специализируется в технологии радиочастотной идентификации (RFID) и других радиотехниках для горной промышленности. Рассматривается также роль системы PORTAS в области управления риском. Указываются примеры интеграции системы позиционирования с системами сигнализационно-вещательной связи и портативной метанометрии.*

### 1. ВВЕДЕНИЕ

---

Используемые в подземных выработках шахт системы мониторинга охватывают все новые и новые сферы. Относится к ним, несомненно, мониторинг местонахождения горнорабочих и машин. Особенно первый аспект очень важен в случае подземных шахт, в которых существуют зоны повышенной опасности, например, опасности по горным ударам, метановой, пожара или опасности, связанной с ведением работ или спасательных операций. Второй аспект, в свою очередь, способствует повышению безопасности на транспортных путях и эффективности. Поэтому уже несколько компаний предлагают свои системы мониторинга для поддержки функционирования подземного движения персонала и машин. В данной статье представляются новейшие решения в этой области.

### 2. ФУНКЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ PORTAS

---

Система позиционирования персонала в подземной горной промышленности предназначена для обеспечения безопасности труда тремя различными способами. Одной из стратегий, принимаемых в отношении риска, является его принятие. Происходит это в отношении риска, веро-

ятность и последствия которого были снижены доступными способами. В этих случаях система позиционирования персонала позволяет вести надзор за подверженностью риску. Она становится инструментом для контроля в области превышения максимального числа людей и времени их пребывания в районе опасности. Таким образом индивидуальный риск горнорабочего сводится к минимуму.

Второй областью воздействия системы позиционирования является ограничение вероятности возникновения риска. Система выполняет данную стратегию в рамках диспетчерского надзора за локальным управлением оборудованием путём отдалённого предоставления доступа (например, для включения транспортной линии), блокировки автоматического движения оборудования (например, лавной крепи) и автоматического отключения устройств (например, дробилки).

Третьей областью воздействия является ограничение последствий риска. Примером может являться автоматический контроль процесса эвакуации: подсчет числа людей в районе опасности и лиц, выведенных из опасной зоны, а также тех, кто выехал на поверхность. Поддержка при определении района опасности и постов является еще одним примером развития систем позиционирования. Является ним также надзор за спасательным отрядом, осуществляемый при помощи переносного устройства, которое указывает местонахождение членов спасательного отряда и позволяет искать в дыме людей, потерявших сознание.

### 3. СИСТЕМА PORTAS В ОТНОШЕНИИ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ

Система PORTAS соответствует специфическим нормативным требованиям. В качестве системы безопасности имеет разрешение Госгортехнадзора Польши для использования в горных предприятиях. Электронные устройства системы отвечают требованиям электронной совместимости. Радиоустройства приёма-передачи соответствуют требованиям телекоммуникационного права. Все оборудование, входящее в состав системы PORTAS, работающее во взрывоопасном пространстве, имеет сертификат ATEX, предоставляющий право на непрерывную работу при любой концентрации метана. Электрические цепи имеют уровень защиты «ia», а оптическое оборудование – «ор is».

Светильники со встроенными идентификаторами системы PORTAS получили положительную оценку Центральной горноспасательной станции, которая подтвердила, что функционирование идентификатора в светильнике не нарушает правильную работу системы GLON/GLOP.

#### 3.1. Специфические функциональные требования

Не стоит забывать, что система позиционирования для подземной горной промышленности дол-

жна отвечать определённым функциональным требованиям. Влияют они на проектные условия системы. При более близком анализе оказывается, что ряд этих требований является достаточно специфическим и отличается от многих других применений, типичных системам RFID. Первым, самым важным требованием является надёжность подсчёта, т.е. регистрации проходов идентификаторов возле считывателей системы. Это очень важный параметр, от которого зависят все функции безопасности системы. Второе требование заключается в большой пропускной способности, т.е. максимальном числе людей в зоне действия считывателя, в связи с необходимостью подсчёта горнорабочих в вагонетках подвесных или напочвенных дорог, на платформах. Другим важным требованием является высокая точность в определении границ зон, так как некоторые опасные зоны очень малых размеров (30-50 м).

Следует также помнить о том, что система подвергается частым изменениям конфигурации, особенно в районах проведения добычи, и должна быть приспособлена к легкой переустановке считывателя. PORTAS запроектирована и выполнена с учётом простой эксплуатации. Клиент может без ограничений использовать все её функции. Существует возможность самостоятельного изменения конфигурации при продвижении лавы и самостоятельной установки в новых выработках – пример показан на рисунке 1.

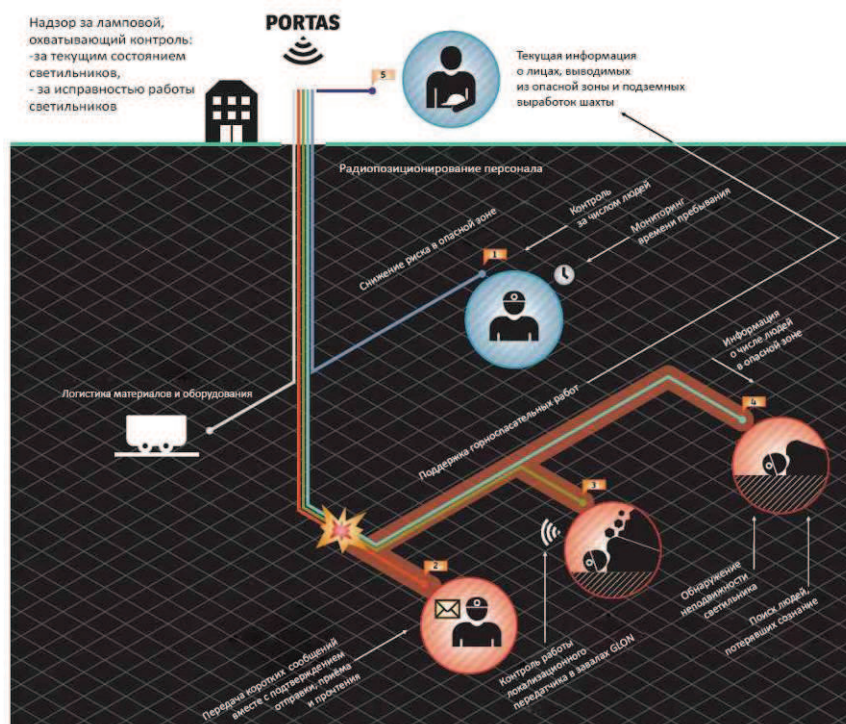


Рис. 1. Пример функциональных возможностей системы PORTAS (собственная разработка)

Функциональные требования приводят к необходимости использования активной технологии RFID, так как пассивные или полупассивные системы не обеспечивают надежности и соответствующей пропускной способности. В пассивных решениях точность достигается за счет сокращения диапазона действия и, в результате, надежности. Кроме того, даже минимальный необходимый рабочий диапазон требует больших затрат энергии, что в условиях взрывоопасных пространств создаёт дополнительные проблемы. Активные устройства излучают с мощностью, превышающей допустимые значения.

### 3.2. Технические условия системы PORTAS

Выбор активной технологии приводит к необходимости использования для системных идентификаторов собственного источника питания. Для этой цели наиболее подходят шахтные светильники, уход за которыми легко обеспечить путём приписания их конкретным сотрудникам. С другой стороны, это создает необходимость сотрудничества с производителями светильников и повторной сертификации светильников, оснащённых идентификаторами системы. Другим фактором, влияющим на использование шахтных светильников, является наличие передатчика GLON, который является относительно сильным передатчиком, передающим в диапазоне частот 4-6 кГц, с сильными свойствами, вызывающими помехи. Проблемой становится не только бесперебойная работа системы GLON, система позиционирования также должна характеризоваться соответствующей устойчивостью и электромагнитной совместимостью с системой GLON.

Важным фактором является также привязка данных системы позиционирования с личными данными. В шахтах существуют системы, в которых хранится актуальная информация о трудоустроенных сотрудниках и присвоенных им номерах и светильниках. Самым лучшим решением проблемы единности и актуальности личных данных системы позиционирования является использование данных из существующей базы личных данных. Это решение требует сотрудничества с администратором и зачастую поставщиком программного обеспечения, управляющего личными данными сотрудников предприятия.

Естественным местом, в котором доступны данные системы PORTAS, является диспетчерская. Можно определить отдельный пост или подключить данные к главной существующей диспетчерской системе шахты.

Поскольку диапазон действия системы PORTAS охватывает территорию практически всей шахты, важно использовать существующую телекоммуникационную инфраструктуру – как для волоконно-оптической, так и проводной передачи данных и автоматического оповещения.

В системе PORTAS соединение считывателей позиционирования может происходить с помощью оптического или медного кабеля. Станция считывателя оснащена двумя типами портов: 100Base-LX и RS485is [1]. В случае волоконного световода рабочим телом являются два одномодовых оптических волокна. В случае медного кабеля можно использовать отдельный кабель или существующие линии связи [5].

Благодаря своей открытой архитектуре и использованию стандартных механизмов доступа к базе данных SQL, система PORTAS может работать практически с любой диспетчерской системой. Некоторые данные о местоположении персонала и транспорта, а также состоянии работы оборудования и сети передачи могут передаваться для презентации в другую компьютерную систему через компьютерную сеть или выделенный канал передачи. Эти же механизмы предоставляют возможность совместной работы с системой сигнализационно – вещательной связи, например, фирмы ТЕЛЬВИС, с целью автоматической передачи предупредительных сообщений и сигналов о состоянии персонала или времени пребывания в зонах ограниченного пребывания. Применение механизмов идентификации создаёт также дополнительные возможности для системы связи, такие как: автоматическая идентификация лица, пользующегося телефоном, или обнаружение и идентификация лиц, находящихся в непосредственной близости.

Благодаря гибкой конструкции программного обеспечения системы можно легко настроить режим обмена информации к требованиям других компьютерных систем, не предоставляющих стандартные, открытые протоколы передачи. Так как все программное обеспечение системы PORTAS выполняется фирмой СЫБЕТ, то адаптация диапазона и режима обмена информации даже в случае очень специфических условий не является проблемой. Это обеспечивает максимальную интеграцию с другими системами и использование всех функциональных возможностей такого соединения.

### 4. УСТРОЙСТВА СИСТЕМЫ PORTAS

UltraTAG-L является радиоидентификатором системы, произведённым в виде компонента

шахтного светильника. Он оборудован разъёмом питания и разъёмом для передачи данных. Кроме основной функции позиционирования предоставляет возможность вспомогательной передачи данных, измерения передатчика GLON, измерения напряжения питания, измерения температуры, определения положения и движения/неподвижности [9].

**UltraTAG-B** является идентификатором с собственным аккумуляторным питанием, которое обеспечивает работу идентификатора в течение 3-5 лет в зависимости от выполняемых функций. Идентификатор предназначен для обозначения транспортных средств, более важных материалов или мест [8].

**PORTAL** является станцией, которая выполняет функцию обработки данных в пределах одного считывателя системы и обеспечивает редундантную передачу данных с использованием оптоволоконного или медных соединений. Устройство имеет собственную, аккумуляторную поддержку питания, функционирующую не менее 8 часов [1].

**RFnode** является радиоузлом считывателя системы, предназначенным для работы со станцией PORTAL. В зависимости от конфигурации считывателя необходимо от 6 до 9 радиоузлов, подключенных к станции [1][2].

**WireNode** является вспомогательным радиоузлом, который обеспечивает реализацию функции доступа к обслуживанию пульта, расширение радиодиапазона системы или реализацию т.н. линейного считывателя, растянутого вдоль выработки [6].

**WireNode-IO** является вспомогательным модулем входов/выходов системы, предназначенным для реализации вспомогательных блокировок или локального управления [7].

**OPIS** является восьмипортовым волоконно-оптическим концентратором взрывобезопасного строения с собственным корпусом. Предназначен для выполнения радиальной структуры передачи данных в системе [3].

Искробезопасный линейный блок питания **ExLPS** предназначен для питания компонентов системы. Его параметры оптимизированы с точки зрения искробезопасности, надёжности и экономичности системы PORTAS. Предоставляет возможность отдалённого мониторинга работы, напряжения и нагрузки [4].

Переносное многофункциональное устройство **TagScanner** предназначено для поиска лиц, потерявших сознание, надзора за спасательным отрядом, регистрации загрузки/разгрузки материалов и контроля исправности работы элементов системы.

## 5. ИНФРАСТРУКТУРА, СТРОЕНИЕ И РАБОТА СИСТЕМЫ PORTAS

Система PORTAS использует активную технологию RFID для регистрации перемещения идентификаторов в зоне действия локализационных считывателей. Это создает возможность одновременного отслеживания большого количества идентификаторов, обеспечивает высокую надежность регистрации прохода в зоне действия считывателя и широкий диапазон радиосвязи для дополнительных функций. PORTAS, в отличие от систем предотвращения столкновений, использующих технологию RFID, была разработана с учётом специфики функции позиционирования персонала. В случае использования активных идентификаторов UltraTAG-L от горнорабочих не требуется никаких дополнительных действий, связанных с необходимостью подтвердить свое присутствие (например, путём приближения карты идентификатора к считывателю). Установка идентификатора в шахтном светильнике, который является обязательной частью оснащения каждого шахтера, исключает возможность забыть, потерять или демонтировать его работником.

Система PORTAS использует активные личные идентификаторы (транспондеры UltraTAG-L), которые являются компонентами шахтных светильников. После установки идентификатора UltraTAG ID-L в светильнике происходит его привязка к светильнику, благодаря чему он однозначно идентифицирует горнорабочего, который его использует. Конструкция идентификатора UltraTAG ID-L создана таким образом, что его можно установить в большинстве шахтных светильников, доступных на мировых рынках. Сигнал, посылаемый персональными идентификаторами, принимается радиоузлами локализационных считывателей, размещённых на границе определённых зон. Задачей считывателя является идентификация прохода горнорабочего из одной зоны в другую. Размещение считывателей зависит от определенных зон и имеет большое значение для эффективного функционирования всей системы позиционирования персонала. Конфигурация радиоузлов зависит от типа подземного сопряжения, на котором находится локализационный считыватель, а также от точности информации, которая должна создаваться.

Для системы позиционирования PORTAS предлагается конфигурация, в которой каркас системы передачи данных построен на основе волоконно-оптической инфраструктуры. Однако на остальной территории, в частности в районах добычи,

передача выполняется с использованием медного кабеля. Таким образом используется высокая пропускная способность волоконно-оптической магистрали и простота соединения и сервисного обслуживания медных соединений.

Локализационные считыватели, объединенные в любых конфигурациях, соединяются с находящейся на поверхности шахты станицей системы, которая интегрирована с локальной сетью клиента.

PORTAS является системой безопасности, поэтому она должна отвечать требованиям, установленным для систем с повышенным уровнем надёжности. С этой целью было предпринято несколько технических мер. Активный резерв использовано для магистральных соединений, которые могут одновременно прокладываться параллельно двумя различными магистралями: волоконно-оптической и медной. Система имеет встроенный протокол QoS, который позволяет отслеживать правильную текущую работу всего оборудования и каналов передачи. В случае повреждения одного канала, система, действуя непрерывно, информирует о повреждении, которое следует устранить. Для каждой установки определяется также пассивный резерв запасных устройств вместе с процедурами их установки. PORTAS также защищена от перебоев питания. Устройства имеют

собственные буферы, достаточные для независимой поддержки работы до 12 часов. Все электронные устройства соответствуют требованиям искробезопасности и имеют конструкцию, усиленную в связи с использованием в тяжелых промышленных условиях. Конструкция обеспечивает водо- и пыленепроницаемость, термическую, химическую и механическую стойкость.

## 6. ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ

Основная функция системы заключается в подсчете числа людей в определенных зонах. Система предоставляет текущую информацию о личном составе в каждой зоне. Возможен также просмотр истории данной зоны, а также выбранного горнорабочего. В случае возникновения аварии автоматический подсчет становится функцией, помогающей надзор за процессом эвакуации. Если число людей в зоне превышает допустимую норму, то система автоматически предупреждает горнорабочего о запрете на вход в данную зону при помощи транспарантов или сигнализаторов. Данная информация также доступна в диспетчерской, пример показан на рисунке 2.



Рис. 2. Пример визуализации местонахождения горнорабочих (собственная разработка)

Второй функцией является подсчет времени пребывания каждого горнорабочего в данной зоне. В случае если время пребывания будет превышено, выдаётся предупреждение в диспетчерской системе, а если горнорабочий попадёт в зону действия сигнализатора или транспоранта, высветится предупреждение.

При использовании специальных светильников, оснащенных дисплеем, могут передаваться короткие текстовые сообщения к выбранному светильнику. Светильник может также передавать горнорабочему определённую информацию, изменяя цвет света, мигая или загорая соответствующий светодиод. Подтверждение о прочтении сообщения происходит при помощи кнопки на светильнике. Система позволяет отправлять индивидуальное сообщение одному горнорабочему, группе или горнорабочим в выбранной зоне.

Идентификаторы UltraTAG оснащены функцией обнаружения неподвижности/движения и положения. В случае обнаружения неподвижности в течение фиксированного периода времени (обычно 20 секунд), система выдает предупреждение, которое отображается в диспетчерской. Информация о неподвижности может соотноситься с положением светильника – можно запрограммировать реакцию системы таким образом, чтобы вертикальное положение светильника не вызывало предупреждения.

Каждый идентификатор UltraTAG имеет встроенный датчик поля, генерируемого передатчиком GLON. Измерение частоты передатчика выполняется с точностью до 1 Гц, таким образом известны частоты всех передатчиков GLON, находящихся в зоне. Благодаря этому решению контроль передатчика GLON происходит в момент входа в зону. Если обнаруживается неисправность передатчика GLON, генерируется предупреждение для работника при входе в зону и в диспетчерской.

Оснащение светильников идентификаторами UltraTAG также предоставляет возможность осуществления или поддержки системы контроля светильников в ламповой. Система автоматически подсчитывает светильники, находящиеся в сумках. Для некоторых светильников также может контролироваться процесс зарядки. Кроме этого система обеспечивает непрерывный контроль исправности работы передатчика GLON.

В случае потери сознания горнорабочим и неподвижности идентификатора, можно начать поиск при помощи портативного многофункционального устройства. В поисках пропавшего горнорабочего, особенно в тяжёлых условиях горноспасательных работ, полезными являются такие

функции, как измерение силы сигнала или звуковая сигнализация.

Кроме того система обеспечивает возможность удалённо предоставлять доступ к включению/выключению устройств. Пульт с размещённым радиоузлом предоставляет информацию о том, кто находится вблизи. Если в непосредственной близости от пульта находится лицо, которое имеет доступ, установленный диспетчером, тогда блокировки, осуществляемые компонентами системы, предоставляют возможность управлять устройством. Доступ устанавливается диспетчером в диспетчерской системе на поверхности. Это уменьшает риск, возникающий при неправильном запуске устройств, особенно транспортных линий.

PORTAS работает с системой SAT, сигнализаторы-телефоны которой могут оснащаться выделенными радиоузлами. Обеспечивают они идентификацию вызывающего абонента, а также автоматический вызов горнорабочего, разыскиваемого диспетчером (если находится в близости какого-либо сигнализатора).

Другим применением системы является совместная работа с портативными метанометрами фирмы СЕВИТЕЛЬ, результаты измерений которых могут передаваться по беспроводной связи в радиодиапазоне системы в диспетчерскую систему. Кроме того, существует возможность соотносить измерения с местами, которые обозначены радиометками. Данная функция позволяет осуществлять надзор за выполняемыми измерениями.

## 7. ЛОГИСТИКА МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ PORTAS

Система логистики материалов построена на основе той же инфраструктуры. Основное отличие в функционировании заключается в том, что система регистрирует перемещение материалов. Шахта является объектом со сложной логистикой, и контроль за ней является желательной функцией. Система логистики материалов позволяет ответить на вопрос, где находится зарегистрированный материал, благодаря этому также можно распечатать список материалов, расположенных в определенной зоне. В памяти системы хранятся данные о том, когда, где и кем товар был отправлен и разгружен. Это позволяет распечатать историю трассы данного материала.

Функции логистики могут осуществляться двумя способами. Одним из них является маркировка транспортных средств (вагонеток, контейнеров) и регистрация погрузки и разгрузки товаров, вторым - маркировка самих товаров. Регистрация погрузки/разгрузки происходит с помощью компьютерных постов на поверхности и под землёй у диспетчеров, которые пользуются портативными устройствами TagScanner.

## 8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

В современной системе PORTAS учитываются факторы, связанные с повышением как безопасности персонала, так и эффективности добычи угля.

Важными сферами мониторинга, осуществляемыми системой PORTAS, являются:

- контроль подверженности горнорабочих рискам, связанным с уровнем существующей опасности,
- снижение вероятности риска при помощи диспетчерского надзора за локальным управлением оборудованием и удаленного установления доступа,
- снижение последствий риска с помощью автоматизированного надзора за эвакуацией (в том числе подсчет числа людей, находящихся в опасной зоне, выведенных из опасной зоны, и тех, которые выехали на поверхность).

Система PORTAS предназначена также для поддержки сложной системы логистики путем регистрации перемещения материалов.

### Литература

1. Концентратор PORTAL, ООО СЫБЕТ, Технично-эксплуатационная документация (Инструкция по эксплуатации), февраль 2013.
  2. Зонд RFnode, ООО СЫБЕТ, Технично-эксплуатационная документация (Инструкция по эксплуатации), февраль 2013.
  3. Искробезопасный коммутатор OPIS, ООО СЫБЕТ, Технично-эксплуатационная документация (Инструкция по эксплуатации), февраль 2013.
  4. Искробезопасный линейный блок питания ExLPS-XXX/YY, ООО СЫБЕТ, Технично-эксплуатационная документация (Инструкция по эксплуатации), февраль 2013.
  5. Системный кабель SYBET-DLF, ООО СЫБЕТ, Технично-эксплуатационная документация (Инструкция по эксплуатации), февраль 2013.
  6. WireNode, ООО СЫБЕТ, Технично-эксплуатационная документация (Инструкция по эксплуатации), май 2012.
  7. WireNode-Ю, ООО СЫБЕТ, Технично-эксплуатационная документация (Инструкция по эксплуатации), январь 2013.
  8. Транспондер UltraTAG-B, ООО СЫБЕТ, Технично-эксплуатационная документация (Инструкция по эксплуатации), июль 2012.
  9. Транспондер UltraTAG-L, ООО СЫБЕТ, Технично-эксплуатационная документация (Инструкция по эксплуатации), апрель 2012.
-