



МФСБ – связь, оповещение и определение местоположения персонала в угольных шахтах

А.В. Новиков, канд. техн. наук, директор по внедрению ООО НПФ «Гранч»

К.В. Паневников, начальник отдела анализа и внедрения ООО НПФ «Гранч»

И.В. Писарев, начальник группы проектирования и создания АСУТП ООО НПФ «Гранч»

Введение

Системы, обеспечивающие связь, оповещение и определение местоположения персонала в угольных шахтах, являются составляющими многофункциональной системы безопасности, что формулируется в Правилах безопасности в угольных шахтах (Правила) [1]. С момента вступления в силу этого, не будет ошибкой сказать, основного нормативного документа, определяющего требования промышленной безопасности и безопасности ведения горных работ в угольных шахтах, в инженерной среде, имеющей отношение к данной тематике, не прекращается обсуждение вопроса о том, насколько целесообразно наличие конкретных требований по параметрам и функциям данной группы систем. Кстати, равно как и для всех остальных систем, составляющих многофункциональную систему безопасности (МФСБ).

В исходной редакции [1] требования по этой группе систем включали только их названия:

- система определения местоположения персонала в горных выработках шахты;
- система поиска и обнаружения людей, застигнутых аварией;
- система оперативной, громкоговорящей и аварийной подземной связи, и аварийного оповещения.

В дальнейшем в [1] были внесены соответствующими приказами Ростехнадзора изменения, конкретизирующие требования по системам путем введения пороговых значений по ряду параметров, не затрагивая при этом технологию методов их достижения.

Несмотря на различие в функциональности и, что верно, сущности всех трех систем, применительно к ним получил распространение в упрощенном виде термин «позиционирование», под которым понимается не только определение местоположения, то есть позиционирование как таковое, но и оповещение персонала, и поиск застигнутых аварией, который далее в некоторых случаях будет употреблен и нами.

В настоящей работе приводится краткий анализ аргумен-

тации в пользу конкретизации требований по безопасности производства работ в угольных шахтах за счет введения пороговых значений контролируемых параметров и функций в системах «позиционирования», показаны варианты практических решений по реализации технологии беспроводной связи, как принципиальной основы системы, и рассмотрены направления развития рассматриваемой группы систем.

О характере требований в нормативных документах

В большинстве своем противники введения конкретных требований к системам «позиционирования» относятся к числу представителей фирм-производителей систем данного назначения, созданных в основном за рубежом на исходе прошлого столетия, и угольных шахт, где подобные системы уже развернуты или планируются к приобретению. Отличительная особенность таких систем, известных как системы «контроля доступа» (зональный метод), состоит в том, что местоположение персонала в шахте определяется с точностью до участка горных выработок – от нескольких десятков метров до нескольких километров.

Сторонники другой позиции, опережая время и инерцию многого и многих, опираются на современные технические достижения и предлагают, путем назначения в нормативных документах требований по соответствующим параметрам (кажущихся, на первый взгляд, избыточными), обеспечить решение задач по повышению безопасности труда в угольных шахтах. В представляемых ими системах реализуется непрерывный контроль за местоположением персонала по мере продвижения каждого работника в горных выработках. Разрешающая способность методов по определению местоположения персонала зависит от принятых технологий, но в каждом случае она существенно превышает получаемую в системах «контроля доступа».

С согласия наших читателей в настоящей работе мы не станем анализировать аргументацию первой группы специалистов (преимущественно продавцов и покупателей уста-

ревших систем), оставив им возможность сделать это самостоятельно, например, на страницах данного журнала.

Представители противоположной точки зрения расценивают основополагающий нормативный документ [1] не как сборник идей и рекомендаций по направлениям деятельности в целях обеспечения безопасности, а как документ, определяющий конкретные требования по параметрам технических устройств, обязательные к исполнению организациями и отдельными работниками, перечисляемыми в п. 2 документа, выполнение которых минимизирует риски аварий, либо полностью их исключает. В целом, Правила – рабочий документ, устанавливающий запрет на применение в угольных шахтах технических устройств и процессов с устаревшими и небезопасными параметрами и функциями.

На момент вступления в силу [1] только по порядку построения и эксплуатации систем аэрогазового контроля (АГК) излагались конкретные требования [2]. Всеми, имеющими отношение к теме, то есть к разработке, построению и эксплуатации систем АГК, это воспринималось и принималось как само собой разумеющееся, подлежащее исполнению. Если не рассматривать отдельно п. 22, как он был изложен в первоначальной редакции [1], то и в Правилах содержится большой набор требований по обеспечению конкретных параметров, например, электротехнических, по составу рудничной атмосферы и других. Шахтеры понимают такие требования как обязательные к исполнению – без попыток устроить ревизию принятым решениям.

Применительно к системам «позиционирования» важно иметь ответ на вопрос, с какой целью шахта должна быть оборудована системой определения местоположения персонала и системой аварийного оповещения (?). В [1] указывается: «Состав МФСБ определяется проектной документацией с учетом установленных опасностей шахты». Понятно, ни та, ни другая системы не направлены на предотвращение какой-либо конкретной опасности. Сущность в том, что в нормальных режимах работы шахты принципиальной необходимости в системе «позиционирования» нет, как это кощунственно ни звучит. Они создаются на случай аварии, чтобы своевременно и обязательно предупредить подземный персонал об угрозе аварии, оказать помощь при выходе (выводе) людей из шахты, найти застигнутых аварией. Поэтому система «позиционирования» должна всегда быть в «боевой готовности» и работать (выполнить свою миссию) в критической ситуации.

Уверены в том, что лучший результат в решении данной задачи может быть получен при следующих обязательных условиях:

- горный диспетчер должен иметь подтверждение в получении работниками аварийного оповещения (кто не подтвердил – тот не получил или оказался не в состоянии подтвердить получение);
- координаты местоположения персонала в выработках шахты на момент начала развития аварии должны быть известны и обозначены на масштабной схеме шахты с максимально доступной точностью;
- наличие двухсторонней связи между горным диспетчером и работником в шахте.

Допускаем, что первый «постулат» не вызывает возражений.

Что же касается второго, то знание «географии» распределения (нахождения) людей в горных выработках, в дополнение к информации по персоналу, получившему (и подтвердившему) аварийное оповещение, служит основанием для оптимизации (лучше – минимизации) спасательных

работ по времени и затратам (усилиям). Разумеется, – на основании Плана ликвидации аварии (ПЛА) и с учетом степени влияния факторов аварии, способных внести «коррективы» в реальное местоположение людей, застигнутых аварией. И стоит ли здесь говорить о «местоположении» вообще и о каком-то на него «влиянии» для случая системы с параметром точности местоположения «до участка горных выработок»? Вряд ли.

Но, поскольку наша аргументация строится преимущественно на логических умозаключениях – без привлечения математических и иных инженерных расчетов, то считаем, что заключительное слово в этом обсуждении могло бы быть за горноспасателями!(?)

Требование об обеспечении двухсторонней связи между шахтером и диспетчером исходит не только из соображений безопасности, но и диктуется задачей совершенствования процесса управления персоналом, то есть процессом организации работ в шахте.

Важно также учитывать и моральный аспект – человек не остается наедине с самим собой в случае получения наряда на выполнение работы в группе с минимальным количеством работников или в некотором отрыве от группы.

О функциях и параметрах системы «позиционирования»

В прошедший период времени – с момента вступления в силу [1] и до сегодняшнего дня – требования к параметрам рассматриваемых систем получили развитие по приказам Ростехнадзора: № 450 от 31.10.2016 [3] и № 459 от 25.09.2018 [4].

В [3], отчасти с учетом изложенных выше аргументов, определялось в качестве обязательного применение национального стандарта ГОСТ Р 55154–2012 [5] в объеме раздела 6. Таким образом в [1] были внесены очень важные и своевременные изменения, согласно которым одно из требований, в частности, состояло в том, что «система определения местоположения персонала должна непрерывно в режиме реального времени отображать на мнемосхеме шахты местонахождение каждого спустившегося в шахту работника с разрешением ± 20 м».

Следующие – [4] – изменения в [1] вносились путем редактирования непосредственно пункта 22 Правил с учетом основных положений 6-го раздела национального стандарта [5].

Подробное изложение сущности изменений, вносимых в [1] согласно [3], было показано в [6]. Там же было дано описание одной из современных систем – системы «SBGPS», функциональность и параметры которой максимальным образом удовлетворяют новым требованиям, определенным [3]. Сейчас мы считаем целесообразным повторить в более краткой форме основные функции, которыми обладает система «SBGPS» с учетом полученных в недавнее время улучшений:

- непрерывное определение координат местоположения персонала в горных выработках шахты с отображением позиции, направления и скорости передвижения каждого человека на схеме (модели) шахты в режиме реального времени с разрешением до (3 ± 1) м; период обновления данных о местоположении всех работников – 5 с, не более;

– контроль за состоянием каждого человека в шахте – в движении или без движения;

– прием на пульте диспетчера сообщения об аварии (просьбы о помощи), передаваемого работником из шахты посредством «Тревожной кнопки», с отображением на схеме шахты местоположения передающего;

– телефонная мобильная связь между работниками, находящимися под землей, друг с другом и с горным диспетчером, а также – с выходом в телефонную сеть шахты, включая возможность групповой связи (конференц-связь);

– аварийное оповещение людей, находящихся под землей (всем, группе или отдельному работнику), с автоматическим (контроль доставки) и ручным (контроль осознания) подтверждением получения оповещения каждым человеком;

– подземная навигационная система – расчет безопасных маршрутов выхода людей из шахты; сопровождение людей во время движения с голосовой передачей навигационных указаний по безопасному маршруту выхода из шахты в автоматическом режиме согласно ПЛА;

– оперативный поиск людей, застигнутых аварией, на основании данных о последнем их местоположении перед аварией и сигналов (свет, звук), передаваемых от индивидуальных устройств в течение 36 ч в послеаварийный период.

Такие результаты достигаются за счет применения в подземной инфраструктуре системы в оптимальном сочетании беспроводных каналов связи с кабельными (ВОЛС и медные проводники).

Отличительной особенностью рассматриваемой системы является наличие в подземной инфраструктуре высокоскоростного канала связи – мощного «путепровода» информационных потоков. «Путепровод», помимо исполнения основных функций безопасности, способен передать на верхний уровень, то есть на пульт горного диспетчера, разноплановую информацию других систем из состава МФСБ и АСУТП. В частности, на ряде шахт в системе «SBGPS» уже реализован полноценный сканирующий (динамический) газовый анализ, то есть контроль и передача в режиме реального времени данных измерений метана на пульт диспетчера с газоанализатора, встроенного в головной светильник. Также получает развитие технология телеметрии рабочих параметров самоходного подземного транспорта в движении с передачей на-гора данных о местоположении в непрерывном режиме.



Рис. 2 Базовая станция системы «SBGPS»

Назначение:

построение подземной инфраструктуры связи: кабельной и/или беспроводной и реализация функций АСУТП

Беспроводная связь:

диапазон рабочих частот, МГц	от 2400 до 2483,5
дальность связи, м (определяется свойствами выработки)	от 150 до 300
скорость передачи данных, Мбит/с	до 100

Кабельная связь:

длина линий: оптоволоконная, км	до 20
проводная, км	до 4
скорость передачи данных, Мбит/с	1000

Опционально:

канал связи с интерфейсом RS-485, шт	1
выходной коммутирующий канал "сухой контакт", шт	1

Срок службы, лет 10

Маркировка взрывозащиты - PO Ex ma ia op is IMa X

На рис. 1 и 2 показаны фото основных узлов подземной инфраструктуры системы: контроллера питания базовых станций и базовой станции, соответственно. Конструкция этих устройств имеет антивандальное исполнение, что обеспечивает достаточно высокую сопротивляемость внешнему силовому воздействию – преднамеренному или случайному. Также полезной отличительной особенностью базовых станций является наличие встроенного резервного источника питания, содержащего аккумуляторы. Это очень важно с точки зрения надежности системы в целом, поскольку обеспечение устойчивым (непрерывно) сетевым электропитанием всех активных элементов структуры связи – далеко не самая простая задача в условиях шахт.

О надежности системы «позиционирования»

Важным свойством, характеризующим технический уровень и полезность автоматизированной системы, является, в дополнение к функциональности, ее надежность. В общем случае надежность – комплексное свойство технического устройства, которое оценивается вероятностью безотказной его работы в течение определенного времени или наработки в заданных режимах и условиях применения.

Учитывая заинтересованность каждого покупателя (заказчика) в получении действительно функционального и надежного технического устройства, считаем возможным сформулировать основные принципы, которыми полезно руководствоваться при выборе на «рынке» системы «позиционирования»:

– оценка заявляемых параметров с точки зрения соответствия их канонам науки и техники – например, утверждение, что электромагнитные волны частотой от 900 до 2400 МГц распространяются на расстояния, превышающие 300 м в условиях угольных шахт, явно не соответствует действительности;

– цифровые технологии предпочтительнее аналоговых, поскольку позволяют передавать существенно большее количество информации с более высо-



Рис. 1 Контроллер питания базовых станций системы «SBGPS»

Назначение:

обеспечение искробезопасным питанием базовых станций в составе системы «SBGPS»

Основные характеристики:

номинальное напряжение, В	127
количество искробезопасных линий питания «60 В», шт	20
потребляемая мощность, Вт, не более	370
режим работы	24/7

Срок службы, лет 10

Маркировка взрывозащиты - PX Ex d ia [ia] I

Таблица 1 Свойства современных систем «позиционирования»

Наблюдение	Оповещение	Поиск	Конструктивные особенности
Определение в режиме реального времени координат местоположения людей в горных выработках в местах их сосредоточения с разрешением (3±1) м	Аварийное оповещение с гарантированной доставкой, то есть с подтверждением из шахты о получении (автоматическим, то есть аппаратным, и личным – осознание)	Оперативный поиск людей в завалах по прецизионным координатам местоположения, зафиксированным на начало аварии, – во время аварии и в течение 36 ч по ее окончании с применением специальных устройств поиска	Высокая устойчивость к внешним силовым воздействиям – механическим и воздушно-динамическим
Осуществление мобильного (с фары головного светильника) видеонаблюдения в режиме видеорегистратора или в режиме «Online»	Обеспечение оперативной двухсторонней мобильной связи: горный диспетчер – шахтер		Оптимальное сочетание кабельного и беспроводного каналов связи (скорость – 100 Мбит/с, не менее)
Оптимальное сочетание индивидуальных переносных газоанализаторов и головных светильников со встроенными датчиками газов (передача данных в систему АГК в режиме реального времени и с идентификацией мест замеров)	Применение элементов навигации по ПЛА при аварии для вывода людей из шахты с использованием штатных средств системы и индивидуальных устройств связи		Обеспечение продолжительности работы подземной инфраструктуры по беспроводному каналу в течение 24 ч при потере сетевого питания и повреждении кабельных линий связи

ким качеством при всех прочих равных условиях;

- системы, построенные на технологиях компьютерных сетей, имеют более высокие показатели надежности, благодаря наличию узлов связи с автоматической оптимизацией путей доставки, шифрования и гарантией доставки информации;

- системы с надежным резервированием питания критических (активных) узлов инфраструктуры связи имеют более высокие показатели надежности;

- системы с резервированием каналов связи между узлами системы на основе различных (проводных/беспроводных) технологий также имеют более высокие показатели надежности;

- системы на основе стандартных универсальных протоколов обмена данными имеют более высокие показатели контактности с подобными системами – в отличие от систем на основе специализированных протоколов;

- системы с «распределенным интеллектом», то есть с устройствами, принимающими решения «на месте», имеют более высокие показатели надежности.

С учетом изложенного приняты к реализации принципы обеспечения надежности системы «SBGPS»:

- оптимальная инфраструктура комплексной (радио, кабель) связи;

- передача информации по беспроводным каналам Wi-Fi (IEEE802.11b/g/n/i) со скоростью до 100 Мбит/с;

- организация связи по беспроводному каналу в случае обрыва проводного – автоматически;

- сохранение работоспособности при обрыве в подземной инфраструктуре линий связи и потере сетевого питания – в течение 24 ч, не менее;

- кольцевая организация инфраструктуры связи;

- динамическая маршрутизация – система восстанавливается при одном или нескольких независимых отказах; передача данных автоматически переводится на альтернативные маршруты;

- высокая антивандальная устойчивость – все корпусные элементы узлов инфраструктуры связи выполнены из листовой стали и имеют высокую стойкость к силовым (механические и воздушно-динамические) воздействиям.

Направления развития систем «позиционирования»

Принятые согласно [3, 4] изменения в [1] явились основанием для развития технической сущности систем позиционирования – функциональности, параметров и конструк-

тивного устройства. Но, как показывает практика, движение вперед на этом не останавливается – шахтам предлагаются новые устройства и функции. Во многих случаях – в основе изменений – головной светильник, – устройство, без наличия которого пока не мыслится работа в шахте, по крайней мере, в проходке и в очистном забое. Основные направления развития системы «позиционирования», как это оценивается нами, показаны в табл. 1.

Заключение

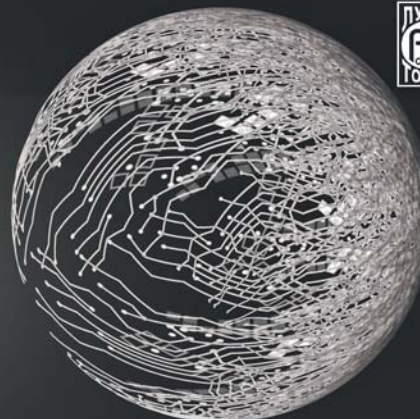
1. Введение требований по параметрам систем определения местоположения и аварийного оповещения, составляющих МФСБ угольных шахт, в Правила безопасности в угольных шахтах способствует повышению функциональности и надежности систем и, соответственно, промышленной безопасности и безопасности производства работ в шахте при их применении.

2. Основой в обеспечении практической пригодности системы определения местоположения персонала является выполнение требований по непрерывному наблюдению за местоположением персонала в горных выработках и определению координат местоположения с разрешением на уровне ±20 м или более высоким.

3. Подземная инфраструктура системы определения местоположения персонала должна строиться с применением узлов связи, содержащих источники резервного питания, – для поддержания работоспособности системы в течение времени не менее 24 ч в случае потери сетевого питания.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 05. Вып. 40. – М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2014. – 200 с.
2. Положение об аэрогазовом контроле в угольных шахтах. Серия 05. Вып. 23. – М.: ЗАО «НПЦ АТБ», 2012. – 110 с.
3. Приказ Ростехнадзора от 31.10.2016 N 450 О внесении изменений в некоторые приказы Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, устанавливающие требования в области промышленной безопасности при добыче угля подземным способом (Зарегистрировано в Минюсте России 29.11.2016 N 44482).
4. Приказ Ростехнадзора от 25.09.2018 N 459 О внесении изменений в отдельные федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности, устанавливающие требования при добыче угля подземным способом (Зарегистрировано в Минюсте России 17.10.2018 N 52445).
5. ГОСТ Р 55154-2012 «Оборудование горно-шахтное. Системы безопасности угольных шахт многофункциональные. Общие технические требования»: введ. 22.11.2012. – М.: Стандартинформ, 2013.
6. Новиков А.В., Паневников К.В., Писарев И.В. Многофункциональная система безопасности угольных шахт – практика применения систем определения местоположения и определения персонала // Горная промышленность. – 2018. – № 2. – С. 93–98.



Многофункциональная Система Безопасности **УМНАЯ ШАХТА®**

цифровая платформа горной индустрии

1 Полное соответствие функциональности систем определения местоположения и аварийного оповещения требованиям ФНП "Правила безопасности в угольных шахтах" с учетом изменений, внесенных приказами Ростехнадзора № 450 от 31.10.2016 и № 459 от 25.09.2018.

2 Уникальные свойства :

- оптимальное сочетание беспроводных и кабельных видов связи с широким применением ВОЛС, обеспечивающих передачу информационных потоков под землей с фантастическими скоростями;
 - устойчивость к потере сетевого питания за счет укомплектования узлов подземной инфраструктуры связи резервными источниками питания - автономная работоспособность в течение не менее 24 ч;
 - повышенная стойкость к силовым воздействиям (механическим и воздушно-динамическим) на узлы подземной инфраструктуры связи, благодаря применению стальных взрывозащищенного исполнения оболочек.
- 3 Сканирующий (динамический) газовый контроль с передачей данных измерений на пульт горного диспетчера (в систему АГК) в режиме реального времени, обеспечиваемый газоанализатором, встроенным в устройство оповещения - головной светильник.

20-21 МАРТА 2019 г.



Ямало-Ненецкий автономный округ

г. НОВЫЙ УРЕНГОЙ

Межрегиональная специализированная выставка

ГАЗ. НЕФТЬ. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – КРАЙНЕМУ СЕВЕРУ

Выставка пройдет в рамках
 Новоуренгойского газового форума

Организатор выставки:
 Администрация г. Новый Уренгой
 Оператор выставки:

СИБ EXPO SERVICE

ООО "Выставочная компания Сибэкспосервис",
 г. Новосибирск
 Тел.: (383) 335 63 50 – многоканальный,
 e-mail: vkxes@yandex.ru, www.ses.net.ru

