

Рудник и многофункциональная система безопасности

А.В. Новиков✉, К.В. Паневников, И.В. Писарев

ООО Научно-производственная фирма «Гранч», г. Новосибирск, Российская Федерация

✉ info@granch.ru

Резюме: В статье рассмотрены нормативные документы, определяющие порядок оснащения опасных производственных объектов системами безопасности в угольной отрасли и при ведении горных работ подземным способом в рудниках. Особое внимание уделено системам позиционирования, построение которых ведется в угольных шахтах при соблюдении определенных условий, показанных в ряде предыдущих работ. Показано, что многие функции автоматизированных систем управления промышленной безопасностью реализуются при их работе в режиме реального времени с высокоточным определением местоположения персонала. Это особенно важно с учетом того, что у работников, укомплектованных индивидуальными средствами современных систем позиционирования и оказавшихся без движения (застигнутых аварией или травмированных по другим причинам), присутствует возможность подать аварийный сигнал на пульт горного диспетчера, как запрос о помощи. В статье сделан вывод, что при наличии прецизионных координат местоположения людей в горных выработках возможно внедрение технологии подземной навигации для персонала. Сформулированы основные принципы успешного применения в рудниках прецизионных систем позиционирования.

Ключевые слова: навигация, оповещение, подземный персонал, позиционирование, правила, промышленная безопасность, рудник, система, точность, угольная шахта

Для цитирования: Новиков А.В., Паневников К.В., Писарев И.В. Рудник и многофункциональная система безопасности. Горная промышленность. 2019;(5):04–09. DOI: 10.30686/1609-9192-2019-05-04-09.

Underground Mines and Multifunctional Safety Systems

A.V. Novikov✉, K.V. Panevnikov, I.V. Pisarev

LLC Scientific and Production Firm "Granch", Novosibirsk, Russian Federation

✉ info@granch.ru

Abstract: The paper discusses regulatory documents that determine the procedure for equipping hazardous production facilities with safety systems in the coal industry and during mining operations in the underground mines. Attention is mainly paid to positioning systems, the construction of which is carried out in coal mines, subject to certain conditions shown in a number of previous works. It is shown that many functions of such industrial safety control systems are realized when they work in real time with high-precision positioning of personnel. This becomes particularly important because if personnel equipped with individual advanced positioning means remain motionless (injured due to an accident or other reasons), they can send an emergency signal to the central control room requesting for help. It is concluded that in the presence of precision coordinates of the location of people in mine workings, the introduction of underground navigation technology for personnel is possible. The components of successful application of precision positioning systems in mines are formulated.

Keywords: navigation, alerts, mine personnel, positioning, regulations, Industrial Safety, mine, system, accuracy, coal mine

For citation: Novikov A.V., Panevnikov K.V., Pisarev I.V. Underground Mines and Multifunctional Safety Systems. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2019;(5):04–09. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2019-05-04-09.

Введение

О полезности объединения комплекса систем и средств, обеспечивающих организацию и осуществление безопасности ведения горных работ, контроль и управление технологическими и производственными процессами в нормальных и аварийных условиях, в многофункциональную систему безопасности (МФСБ) в угольных шахтах¹ ни у кого, из имеющих отношение к угольной отрасли, сомнений не возникает.

Накопленный шахтерами опыт эксплуатации автоматизированных систем управления (АСУ) промышленной безопасностью в составе МФСБ постепенно начинает распространяться и на другие опасные производственные объекты – с внесением изменений в соответствующие Федеральные нормы и правила (ФНП):

- при обогащении и брикетировании углей²;
- при разработке нефтяных месторождений шахтным способом³.

Некоторая задержка присутствует с «продвижением» МФСБ в рудники: при ведении горных работ подземным способом на объектах ведения горных работ и переработки негорючих, твердых полезных ископаемых, где пока нет требований о построении именно МФСБ⁴.

О содержании требований к составляющим системам МФСБ

Наиболее развернутый состав МФСБ содержится в ФНП «Правила безопасности в угольных шахтах»¹, который определяется перечнем (видом) установленных опасностей шахты. Близкое к этой формулировке определение требований по составу МФСБ выдерживается в ФНП «Правила промышленной безопасности при разработке нефтяных месторождений шахтным способом»³ – для оборудования в горных выработках нефтяных шахт систем противоаварийной защиты, противопожарной защиты и аэрологической защиты, объединяемых в МФСБ. Состав МФСБ определяется проектной документацией с учетом анализа опасностей и оценки риска аварий на опасном производственном объекте. В более упрощенной форме диктуются требования к объектам, на которых производится обогащение и брикетирование углей²: комплекс систем и средств, обеспечивающий организацию и осуществление безопасности ведения работ по обогащению, контроль и управление технологическими и производственными процессами в нормальных и аварийных условиях, должен быть объединен в МФСБ; состав указанных систем и средств определяется с учетом установленных опасностей конкретной фабрики.

При имеющемся разнообразии АСУ из состава МФСБ представляется полезным отдельно рассмотреть порядок и состав требований к системам определения местоположения и аварийного оповещения персонала – к системам позиционирования. Важно также изложить соображения по направлениям развития этих систем на объектах горной промышленности при ведении работ подземным способом.

1 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 5. Вып. 40. М.: ЗАО НТЦ ПБ; 2019. 198 с.

2 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при обогащении и брикетировании углей». Серия 5. Вып. 56. М.: ЗАО НТЦ ПБ; 2018. 120 с.

3 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при разработке нефтяных месторождений шахтным способом». Серия 8. Вып. 33. М.: ЗАО НТЦ ПБ; 2017. 252 с.

4 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых». Серия 3. Вып. 78. М.: ЗАО НТЦ ПБ; 2019. 302 с.

Наибольшее развитие требований к рассматриваемым АСУ получили ФНП «Правила безопасности в угольных шахтах»¹. Первоначально данный документ содержал лишь названия систем. Затем приказами Ростехнадзора проведена определенная конкретизация⁵. В итоге с 2020 г. в силу вступят основные требования:

«Информация о текущем местоположении персонала должна выводиться в диспетчерский пункт шахты с периодом обновления не более пяти секунд. Диспетчер должен иметь возможность вызывать персонал с использованием системы определения местоположения персонала, при этом система должна оповещать диспетчера о приеме работником сигнала вызова»⁶.

Особенностью требований является отсутствие указаний на то, с какой точностью должно определяться местоположение персонала. Но одновременно с этим актуальными и аргументированными остаются требования: по периоду обновления информации о местоположении в пределах 5 с, что с некоторым приближением указывает на режим реального времени; по гарантированности доставки аварийного оповещения до каждого работника в шахте!

Таким изменениям в ФНП «Правила безопасности в угольных шахтах» в полной мере отвечает показанная ранее многофункциональная система связи, наблюдения, оповещения и поиска людей, застигнутых аварией, «SBGPS» [1–4].

Требованиям в большей своей части соответствуют «определяющие условия» по функциональности АСУ данного типа, как было изложено в [3], реализация которых призвана обеспечить основное назначение систем определения местоположения и аварийного оповещения персонала в горных выработках – сокращение времени и издержек на поиск людей, застигнутых аварией.

Отставив для последующей работы обсуждение одного из обязательных, по нашему мнению, условий (горный диспетчер и работники в шахте должны иметь двухстороннюю связь), считаем необходимым в настоящей статье аргументировать обязательность применения требования по точности позиционирования:

«координаты местоположения персонала в горных выработках на момент начала развития аварии должны быть известны и обозначены на масштабной схеме шахты с максимально доступной точностью (разрешение – (3 ± 1) м, не хуже)».

В настоящее время в угольных шахтах и рудниках России преобладают системы определения местоположения персонала зонального типа, строящиеся на основе считывателей, устанавливаемых в горных выработках таким образом, чтобы определять местоположение людей «с точностью до участка горных выработок» [4]. В некоторых таких системах на неплохом уровне решены вопросы по организации мобильной голосовой связи с применением радиостанций (MRS, Талнах и др.). Но на этом, если не рассматривать экономическую составляющую, положительные моменты заканчиваются – мобильная телефония не применяется, информационные каналы по пропускной способности сравнительно «скромны», ограничена роль при реализации мероприятий по плану ликвидации аварий (ПЛА), что уже может быть отнесено к разряду недостатков, учитывая уровень

5 Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31.10.2016 № 450. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти от 12 декабря 2016 г. № 50

6 Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 сентября 2018 г. № 459. URL: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 02.10.2019 г.).

развития современных технологий по данной тематике.

О рудных шахтах

ФНП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» с учетом внесенных изменений по приказу Ростехнадзора формулируют требования по рассматриваемым системам следующим образом:

«для оповещения лиц, занятых на подземных горных работах, кроме телефонной связи должна быть оборудована специальная сигнализация аварийного оповещения» (п. 70)⁷;

«шахты должны быть оборудованы системами позиционирования и поиска работников, позволяющими контролировать их местонахождение и осуществлять поиск в действующих горных выработках, через завалы горных пород, в том числе при отсутствии электроэнергии. Система позиционирования и поиска работников должна обеспечивать обнаружение местонахождения человека во всех горных выработках с передачей информации диспетчеру и на командный пункт объекта в режиме реального времени...» (п. 75)⁷.

В приведенных формулировках, так же как в Приказе Ростехнадзора от 25 сентября 2018 г. № 459⁶, нет указания по точности координат, с которой должно определяться местонахождение работников. Поэтому можно предположить, что, не видя острой необходимости в чем-то более функциональном, рудники будут, как и в настоящее время, оснащаться системами зонального типа, краткая сущность которых была изложена выше.

О прецизионных координатах местоположения персонала

Вопрос в том, насколько в рудниках могут быть востребованы более совершенные системы с развитым применением беспроводных каналов связи и обеспечением прецизионного разрешения в определении координат местоположения работников в шахте, как это имеется в системе «SBGPS» рудничного исполнения (?).

По нашему мнению, знание точных координат местоположения людей в выработках позволит успешнее справиться с задачей предотвращения наезда техники (транспорт, передвижное оборудование) на людей и столкновений этой техники друг с другом, которая становится обязательной по приказу Ростехнадзора⁷. Не может быть проигнорирован вопрос по передаче параметров работы такого оборудования на-гора в режиме реального времени за счет применения специальных технических устройств, обеспечивающих непрерывную связь по беспроводным каналам с подземной инфраструктурой системы «SBGPS-R». Эти устройства в настоящее время успешно эксплуатируются в комплекте с дизель-гидравлическими локомотивами на ряде угольных шахт.

Не является исключением также процесс поиска людей, застигнутых аварией (или травмированных по другим причинам), который, наверняка, может быть результативнее при знании точного местоположения подземного персонала в горных выработках на момент начала развития аварии. Это особенно важно с учетом того, что у работников, укомплектованных индивидуальными средствами современных систем позиционирования – устройствами оповещения (УО) и оказав-

⁷ Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 21 ноября 2018 г. № 580. URL: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 02.10.2019 г.).

шихся без движения, присутствует возможность подать аварийный сигнал (тревожная кнопка) на пульт горного диспетчера, как запрос о помощи.

О технологиях подземной навигации

Поскольку многие виды опасностей, характерные для угольных шахт, присущи и рудникам, где ведется подземная добыча полезных ископаемых, то представляется вполне обоснованным предложить горнякам присмотреться к достигнутым в угольной отрасли результатам по созданию технологии подземной навигации для персонала.

Подземная навигационная система «Навигация» представляет собой программно-аппаратный комплекс, работающий за счет интеграции системы подземного позиционирования «SBGPS»⁸ и программного комплекса «Вентиляция 2»⁹.

Система «SBGPS» осуществляет непрерывно в режиме реального времени определение местоположения человека в шахте с разрешением (3 ± 1) м с возможностью передачи данных на сервер системы по каналам связи, организованным с использованием беспроводных технологий и волоконно-оптических линий (ВОЛС).

Оператор ПК «Вентиляция 2» загружает с сервера «SBGPS» модель шахты с актуальным расположением базовых станций (БС), подключается к системе позиционирования и инициирует работу системы навигации. При этом рассчитывается распределение воздуха в шахте, указывается место обнаружения дыма или очага пожара, определяются маршруты выхода горнорабочих, после чего запускается навигация людей по горным выработкам до выхода из шахты. Маршрут движения и пункт назначения могут определяться для каждого человека как в автоматическом, так и в ручном режиме.

В процессе навигации ПК «Вентиляция 2» выполняет мониторинг положений людей и для каждого человека, в зависимости от совокупности факторов, передает на его УО очередные навигационные команды, меняя при необходимости частоту их выдачи.

Этапы навигации:

1. Начало навигации обозначается голосовой командой УО: «Авария! Выйти из шахты!»

2. Далее выдаются голосовые навигационные команды, определяющие направление движения, – для однозначности выбора маршрута эвакуации человека в сложной сети горных выработок, включая условия плохой видимости (при задымлении).

3. Основная часть навигации сопровождается указаниями о движении человека и данными о расстоянии (при необходимости) до мест (точек) изменения направления движения.

4. При получении голосового сообщения УО: «Вы отклонились от маршрута» – производится корректировка маршрута.

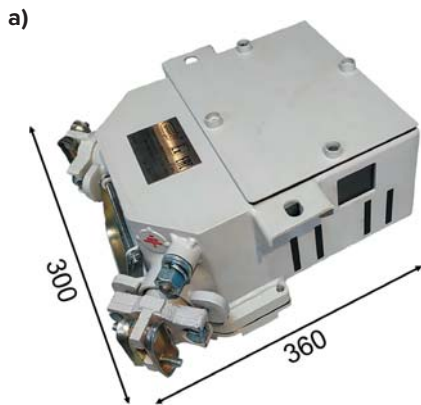
5. Далее отправляется голосовое сообщение УО: «Маршрут перестроен» – и начинают поступать голосовые команды ориентации.

6. Навигация завершается по инициативе оператора или достижении человеком точки назначения.

7. Завершение навигации обозначается двойной выдачей голосовой команды УО: «Дальше двигайтесь самостоятельно».

⁸ Производитель ООО НПФ «Гранч», г. Новосибирск.

⁹ Производитель ООО «Шахтэксперт-Системы», г. Кемерово.



б) Назначение:

обеспечение кабельными и беспроводными каналами связи АСУ промышленной безопасности (определение местоположения и аварийное оповещение)

Основные характеристики:

напряжение питания (частота 50 Гц), В	от 105 до 170
продолжительность работы от блока аккумуляторного, ч, не менее	16
масса, кг, не более	15
беспроводная связь:	
диапазон рабочих частот, МГц	от 2400
до 2483,5	
скорость передачи данных, Мбит/с	до 100
кабельная связь:	
длина линий: оптоволоконная, км	до 20
проводная, км	до 4
скорость передачи данных, Мбит/с	до 1000
Срок службы – 10 лет	

Рис. 1
Базовая станция – узел подземной инфраструктуры связи системы «SBGPS-R»: а – вид общий; б – технические характеристики

Fig. 1
Base station – a node in the underground communications infrastructure of the SBGPS-R System

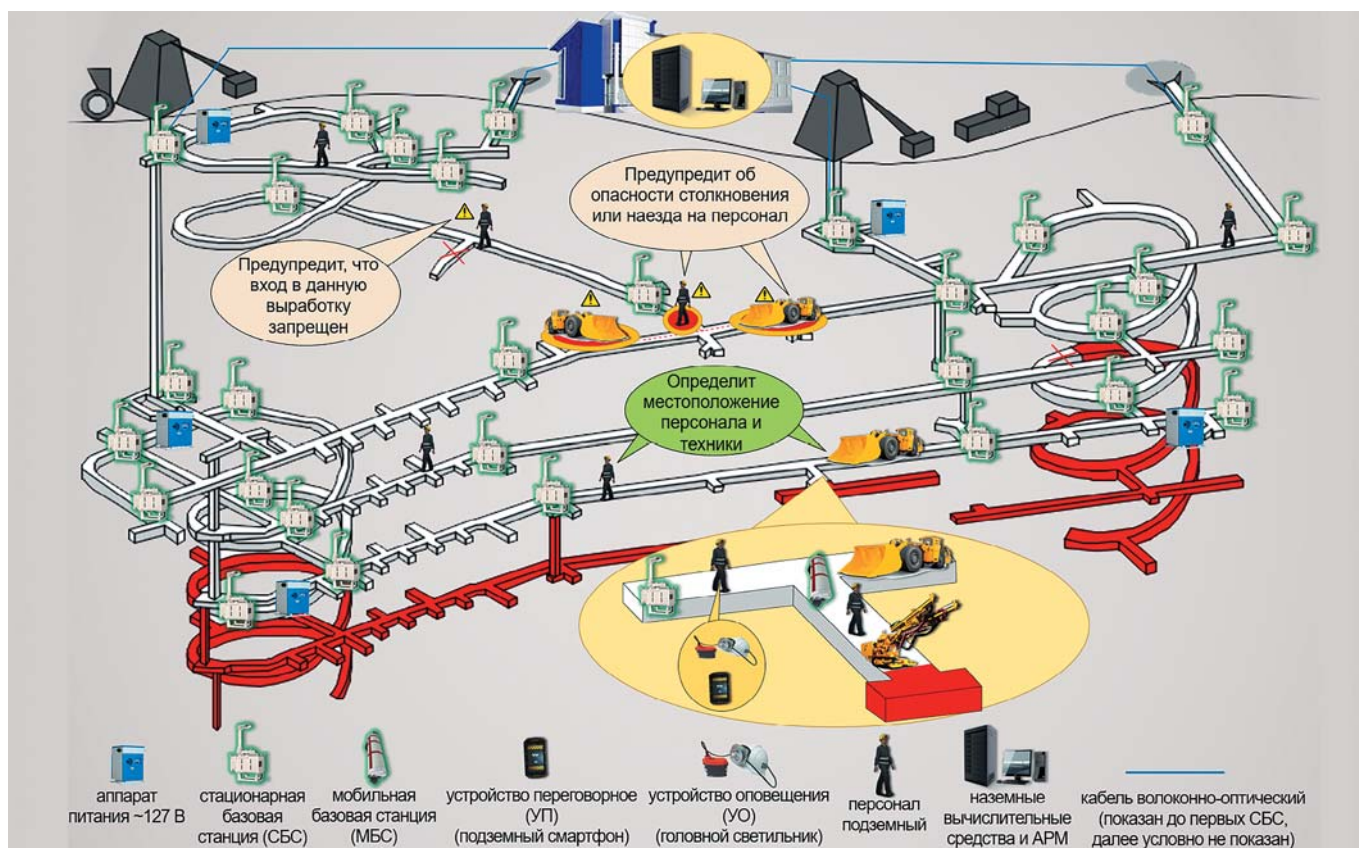


Рис. 2
Презентационный план развертывания системы «SBGPS-R» на руднике

Fig. 2
Presentation layout of the SBGPS-R System deployment in the mine

В настоящее время проводится проверка технологии подземной навигации для организации в автоматическом режиме управления движением человека при выходе из шахты во время аварии по маршрутам согласно ПЛА с целью оценки адекватности восприятия работниками шахты голосовых указаний системы подземной навигации и точности математического моделирования вентиляционных сетей, с использованием ПК «Вентиляция 2».

О построении системы «SBGPS» в руднике

Основные принципы построения системы определения местоположения персонала с функциями аварийного оповещения и поиска людей, застигнутых аварией (система

«SBGPS-R»), в рудных шахтах сохраняются те же, что и для угольных шахт.

Система содержит подземную и наземную части; для организации инфраструктуры связи используются проводные линии и ВОЛС.

Основные отличия состоят в конструктивном исполнении узлов связи подземной инфраструктуры (применен прочный стальной корпус – рис. 1) и обеспечении их электропитанием (переменный ток, 127 В).

Установка оборудования такой системы в шахте выполняется с учетом гипсометрии и особенностей магистральных выработок, подготовительных и очистных забоев (рис. 2).

Для построения подземной инфраструктуры связи по-



Рис. 3
Базовая станция мобильная – узел подземной инфраструктуры связи системы «SBGPS-R»: а – вид общий; б – технические характеристики

б) Назначение:

построение подземной инфраструктуры связи на локальных технологических участках; оперативное восстановление повреждённых участков стационарных систем, в том числе при ликвидации аварий и проведении спасательных операций

Основные характеристики:

питание	АКБ
продолжительность работы без подзарядки, ч	24
масса, кг	5
беспроводной канал:	
диапазон рабочих частот, МГц	от 2400 до 2483,5
скорость передачи данных, Мбит/с	до 50
Срок службы – 10 лет	

Fig. 3
Mobile base station – a node in the underground communication infrastructure of the SBGPS-R system

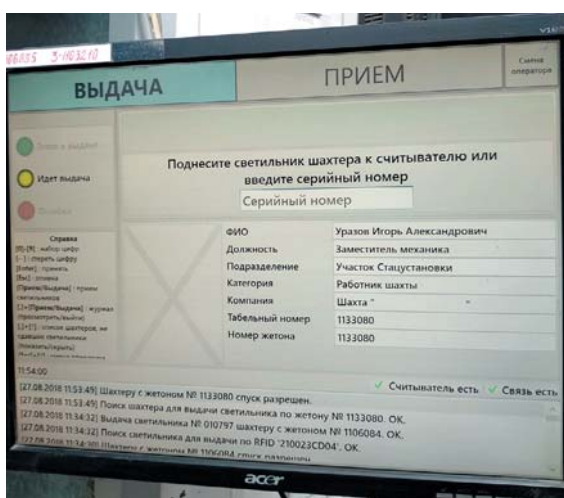


Рис. 4
Информационная панель пульта выдачи УО в системе «SBGPS-R»

Fig. 4
Dashboard of a command panel in the SBGPS-R System

мимо стационарных применяются мобильные базовые станции (рис. 3), как для оперативного восстановления связи на поврежденных участках, так и на ряде технологических участков, где применение стационарных станций нерационально или затруднительно.

Для выдачи головных светильников – устройств оповещения (УО), применяются специальные Пульты выдачи, (рис. 4) которые позволяют в ламповой закреплять за каждым работником по соответствующему номеру конкретный светильник. Мобильная телефонная связь между подземным персоналом и горным диспетчером (оператором системы) в выработках, оснащенных инфраструктурой системы, ведется с применением переговорных устройства (телефон, смартфон) – рис. 5.

Наблюдение за местоположением подземного персонала осуществляется в режиме реального времени с представлением на схеме шахты координат (графически) с разрешением на уровне (3 ± 1) м.

Заключение

1. Расширены требования о применении МФСБ на ряде других объектов помимо угольных шахт – на углеобогажительных фабриках; при разработке нефтяных месторождений шахтным способом.

2. Развитие функциональности систем позиционирования на угольных шахтах осуществляется в направлении применения технологии подземной навигации в соответствии с ПЛА.

3. Развитие систем позиционирования в рудниках целесообразно в направлении обеспечения функции определения координат местоположения подземного персонала с высоким разрешением.



Рис. 5
Переговорное устройство (смартфон) для обеспечения мобильной телефонной связи в системе «SBGPS-R»: а – вид общий; б – технические характеристики

б) Назначение:

беспроводная мобильная телефонная связь; фото- и видеосъемка в видимом диапазоне; фото- и видеосъемка в инфракрасном диапазоне; обмен информацией в шахте для решения управленческих и технических задач; передача на-гора фото-, видеофайлов

Основные характеристики:

время разговора, ч, не менее	2,5
время работы в режиме ожидания, ч, не менее	10
интерфейсы	Wi-Fi 802.11n; Bluetooth 4.0; USB
масса, кг	0,5
Срок службы – 6 лет	

Fig. 5
Intercom equipment (smart phone) to provide mobile telecommunication in the SBGPS-R System

Список литературы

1. Новиков А.В., Паневников К.В., Писарев И.В. МФСБ – связь, оповещение и определение местоположения персонала в угольных шахтах. *Горная промышленность*. 2019;(1):37–40. DOI: 10.30686/1609-9192-2019-1-143-37-40
2. Новиков А.В., Паневников К.В., Писарев И.В. Правила безопасности в угольных шахтах. *Горная промышленность*. 2019;(2):42–46. DOI: 10.30686/1609-9192-2019-2-144-42-46
3. Новиков А.В., Паневников К.В., Писарев И.В. МФСБ – состояние дел (движение вперед или остановка!). *Уголь*. 2019;(6):41–45. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-6-41-45
4. Новиков А.В., Паневников К.В., Писарев И.В. Многофункциональная система безопасности угольных шахт – практика применения систем определения местоположения и оповещения персонала. *Горная промышленность*. 2018;(2):93–98. DOI: 10.30686/1609-9192-2018-2-138-93-98

References

1. Novikov A.V., Panevnikov K.V., Pisarev I.V. MFSS – communication, warning and positioning of the personnel in underground coal mines. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2019;(1):37–40. DOI: 10.30686/1609-9192-2019-1-143-37-40 (In Russ.)
2. Novikov A.V., Panevnikov K.V., Pisarev I.V. Safety rules for underground coal mines. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2019;(2):42–46. DOI: 10.30686/1609-9192-2019-2-144-42-46 (In Russ.)
3. Novikov A.V., Panevnikov K.V., Pisarev I.V. Multifunctional Safety System (MSS): the moving forward or stopping!?. *Ugol = Russian Coal Journal*. 2019;(6):41–45. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-6-41-45 (In Russ.)
4. Novikov A.V., Panevnikov K.V., Pisarev I.V. Multifunctional safety systems for coalmines – operational experience in indoor positioning subsystem and personnel alerting subsystem. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2018;(2):93–98. DOI: 10.30686/1609-9192-2018-2-138-93-98 (In Russ.)

Информация об авторах

Новиков Александр Владимирович – кандидат технических наук, директор по внедрению, ООО Научно-производственная фирма «Гранч», г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: info@granch.ru

Паневников Константин Владимирович – заместитель директора по внедрению, начальник отдела анализа и внедрения, ООО Научно-производственная фирма «Гранч», г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: info@granch.ru

Писарев Игорь Валериевич – начальник группы проектирования и создания АСУТП ООО Научно-производственная фирма «Гранч», г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: info@granch.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 10.09.2019

Одобрена рецензентами: 17.09.2019, 20.09.2019

Принята к публикации: 23.09.2019

Information about the author

Aleksandr V. Novikov – Candidate of Science (Engineering), Integration Director, LLC Scientific and Production Firm «Granch», Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: info@granch.ru

Konstantin V. Panevnikov – Deputy Integration Director, Head of Analysis and Integration Department, LLC Scientific and Production Firm «Granch», Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: info@granch.ru

Igor V. Pisarev – Chief of Design and Development Team for automatic process control systems, LLC Scientific and Production Firm «Granch», Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: info@granch.ru

Article info

Received: 10.09.2019

Reviewed: 17.09.2019, 20.09.2019

Accepted: 23.09.2019



Тел/факс: +7 (383) 233-35-12
E-mail: info@granch.ru
http://www.granch.ru



Автоматизированная Система безопасности,
связи и управления персоналом

«УМНАЯ ШАХТА»[®]

цифровая платформа угольной шахты и рудника

1 Многофункциональность:

- определение в режиме реального времени местоположения персонала в горных выработках с представлением прецизионных координат;
- контроль маршрутов и скорости передвижения персонала;
- аварийное оповещение персонала с подтверждением о доставке;
- поиск людей, застигнутых аварией, с учетом мест нахождения персонала в горных выработках на момент начала развития аварии;
- контроль за состоянием работника - в движении или неподвижен (контроль ЧП);
- отправка из шахты персонального сигнала о помощи - «Тревожная кнопка»;
- мобильная телефонная связь на основе смартфона со встроенным тепловизором;
- двухсторонняя оперативная связь горный диспетчер - работник;
- контроль работы подземного транспорта - передача на верхний уровень данных о местоположении в динамике и параметрах работы.

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.

Внимание! «Умная шахта» наилучшим образом выполняет актуальные требования Федеральных норм и Правил к системам позиционирования и аварийного оповещения - как для угольных шахт, так и для рудников!