

Многофункциональная система безопасности: диспетчер и шахтер

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

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

✉kinfo@granch.ru

Резюме: В работе рассмотрены особенности построения системы определения местоположения (позиционирования) и системы аварийного оповещения людей в горных выработках угольной шахты как составляющих МФСБ применительно к вопросам о точности позиционирования и наличии оперативной связи диспетчер – шахтер. Показано, что практическая значимость систем позиционирования зависит от точности определения координат местоположения людей. В системах с высокой точностью позиционирования полезным фактором является наличие двусторонней связи диспетчер-шахтер, организуемой между АРМ диспетчера и индивидуальным устройством шахтера и обеспечиваемой при наличии сплошного радиополя (Wi-Fi) в горных выработках. Сделан вывод, что в силу конструктивных особенностей не все системы данного назначения, находящиеся в работе на шахтах, отвечают требованиям актуальных ФНП «Правила безопасности в угольных шахтах» и должны быть модернизированы или заменены.

Ключевые слова: вызов, выработка, диспетчер, координаты, местоположение, оповещение, правила, система, шахта, шахтер

Для цитирования: Новиков А.В., Паневников К.В., Писарев И.В. Многофункциональная система безопасности: диспетчер и шахтер. *Горная промышленность*. 2021;(2):00–00. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-2-00-00..

Multifunctional Safety System: Traffic Operator and Miner

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

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

✉kinfo@granch.ru

Abstract: The paper examines specific features of designing a positioning and an emergency alert systems for people in underground coal mines as components of a multifunctional safety system in relation to the positioning accuracy and availability of operational communication between the traffic operator and a miner. It is shown that the practical value of a positioning system depends on the accuracy in defining people positions. In systems with high positioning accuracy, availability of two-way communication between the traffic operator and a miner is a useful feature. Such communication is arranged between the traffic operator's workstation and the miner's individual device and is supported by an uninterrupted radio field (Wi-Fi) inside the mine. A conclusion is made, that due to their design features not all of such systems that are currently used in mines meet the requirements of current Federal Norm and Rules, i.e. "Rules of safety in coal mines", and need to be updated or replaced.

Keywords: call, mine excavation, traffic operator, coordinates, location, alerts, rules, system, mine, miner

For citation: Novikov A.V., Panevnikov K.V., Pisarev I.V. Multifunctional Safety System: Traffic Operator and Miner. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2021;(2):00–00. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2021-2-00-00.

Введение

Вопросы, связанные с разработкой, внедрением и эксплуатацией многофункциональной системы безопасности (МФСБ) в угольных шахтах, не теряют своей актуальности и с утверждением в декабре прошлого года новой редакции Федеральных норм и правил по промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» (ПБ). Требования к системам, составляющим МФСБ, не претерпели существенных изменений. Исключение из этого «правила»:

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

Этой части МФСБ было уделено повышенное внимание на протяжении всего периода действия предыдущих ПБ. Редакция требований рассматривалась на уровне Ростехнадзора с привлечением производителей – угольщи-

ков и производителей систем безопасности. В итоге состав требований к системам в актуальных ПБ имеет некоторое отличие по отношению к ранее действовавшим с учетом всех вносимых изменений.

Представляется полезным некоторые аспекты требований рассмотреть с точки зрения реализации их на практике, что можно считать целью настоящей работы.

Сущность требований

к рассматриваемым системам в изложении ПБ

Согласно п. 23 ПБ все требования к системам определения местоположения и оповещения людей сводятся к следующему:

«Информация о местоположении людей должна выводиться в диспетчерский пункт с периодом обновления не более пяти секунд. Диспетчер должен иметь возможность оповещать людей и получать оповещение о приеме сигнала вызова».

Требования к системе поиска и обнаружения людей, застигнутых аварией, впервые прозвучавшие в письме Ростехнадзора от 06.05.2008 г. №13-06/1266, достаточно конкретны: «... должна иметь возможность обеспечивать поиск людей в течение не менее тридцати шести часов от начала возникновения аварии, через слой породы толщиной не менее 20 м с разрешением не менее 2 м».

Логичен вопрос: способны ли обеспечить выполнение этих требований системы, находящиеся в эксплуатации?

Анализ готовности действующих систем к реализации требований ПБ

Местоположение каждого человека в шахте, то есть в горных выработках, должно оцениваться с помощью координат. Вопрос о «координатах» является одним из основных при оценке различий между системами определения местоположения людей (позиционирования).

Как бы это резко ни звучало, традиционно горняки выбирают «путь наименьшего сопротивления», а это в данном случае означает минимизацию затрат: отдается предпочтение технологии зонального позиционирования, в которой за координаты местоположения принимается участок горных выработок. Основным элементом таких систем являются считыватели, монтируемые, как правило, в устьях и на сопряжениях горных выработок шахты. Принципиальных препятствий для обеспечения требования по предоставлению в диспетчерский пункт обновленной информации о местоположении людей через каждые пять секунд в этих системах не должно быть. Но здесь очевиден вопрос о ценности такой информации, поскольку реальное обновление данных о местоположении человека происходит при попадании его индивидуального устройства с радиометкой в зону действия очередного считывателя на маршруте следования по горным выработкам. Поскольку расстояние между считывателями в шахте преодолевается за время, существенно большее пяти секунд, то весь массив информации о местоположении людей будет состоять из многократно повторяющихся данных. Таким образом, подобные системы способны к выполнению одного из основных требований ПБ только формально – без практической пригодности.

Совершенно по-иному обеспечивается требование об обновлении информации с периодом в пять секунд в системах, позволяющих получать в режиме реального времени информацию о координатах местоположения работников с отображением на масштабной схеме шахты с разреше-

нием в ± 20 м. Здесь каждый очередной сигнал из шахты информативен и практически пригоден как обеспечивающий действительную новизну данных о координатах.

Описание одной из таких систем – системы «SBGPS» – представлено в ряде наших предыдущих работ [1–4], что освобождает от изложения подробностей в настоящей.

Теперь рассмотрим особенности выполнения требования о получении диспетчером в диспетчерском пункте подтверждения о приеме вызова (например, аварийного оповещения).

На ряде угольных шахт одновременно с системой зонального позиционирования смонтирована еще и система аварийного оповещения. По своему техническому устройству принять сигнал (подтверждение) от человека о получении вызова диспетчера такая система не в состоянии. Поэтому разработчики нашли выход из положения путем модернизации систем зонального позиционирования – человек после получения вызова диспетчера должен незамедлительно направиться к ближайшему считывателю (если он в данный момент – вне зоны действия считывателей), чтобы отправить подтверждение, используя индивидуальное устройство (головной светильник), также доработанное под новые требования.

Является ли такое решение приемлемым для горняков? Не убеждены. При потере под воздействием, например, аварийных факторов способности к передвижению, человек не отправит ответ диспетчеру, поскольку может оказаться вне досягаемости считывателей.

В случае же с системой «SBGPS» задача решается успешно. Сигнал (вызов) с автоматизированного рабочего места (АРМ) диспетчера поступает в подземную инфраструктуру связи и затем на мобильное индивидуальное устройство оповещения (с функциями головного светильника) (рис. 1).



Рис. 1
Индивидуальное устройство оповещения шахтера из состава системы «SBGPS»

Fig. 1
Miner's personal alerting device as part of the SBGPS system

Немедленно на АРМ диспетчера с устройства оповещения автоматически отправляется подтверждение о получении сигнала, а затем и непосредственно от горняка (при нажатии на кнопку включения устройства), как свидетельство об осознании сути команды.

Вопрос о «координатах» также уместен и применительно к системе поиска людей, застигнутых аварией.

Имеются принципиальные различия между системами зонального позиционирования и системами, обеспечивающими определение координат местоположения с разреше-

шением в ± 20 м в режиме реального времени, относительно использования полученных в этих системах данных о местоположении людей.

В системах, работающих с точностью позиционирования до участка горных выработок, информация о местоположении человека на начало возможной аварии не будет иметь какой-либо конкретности – «где-то в выработке на участке между считывателями». Поэтому поиск может начинаться от ближайшего считывателя по ходу продвижения горноспасателей с применением прибора поиска, что не обеспечит необходимую оперативность.

В системе «SBGPS» поиск предполагается к реализации в два этапа:

- на первом – определяются координаты местоположения людей по данным на момент начала развития аварии с учетом разрешения в ± 20 м, отображаемые графически на масштабной схеме шахты, то есть достигается определенная их локализация;

- на втором – выполняется поиск на основе полученных данных на первом этапе – с применением технических средств (прибор поиска).

Такой подход к решению задачи, по нашему мнению, является более предпочтительным.

Отличительные свойства системы «SBGPS»

В целом, как следует из вышеизложенного, целесообразно рассмотреть более подробно технологию реализации требования по подтверждению получения вызова диспетчера в системе «SBGPS», показав при этом и другие ее отличительные свойства.

Система «SBGPS», наряду с выполнением основных функций, имеет, по сравнению с аналогами, принципиальные отличительные качества, в числе которых наиболее важными являются следующие:

- определение координат местоположения людей в горных выработках с разрешением ± 20 м с отображением на масштабной схеме шахты в режиме реального времени;

- наличие постоянной двусторонней связи: диспетчер – шахтер, что позволяет работнику отправить на АРМ диспетчера запрос о помощи (сигнал «Тревога») в случае возникновения нештатной ситуации (авария, несчастный случай), а диспетчер имеет возможность подать работнику произвольную речевую команду (указание), определяемую производственной необходимостью;

- осуществление непрерывного контроля физического состояния людей в горных выработках – в движении человек находится или под воздействием каких-то факторов оказался без движения – необходимая информация передается на пульт горного диспетчера как аварийный сигнал из шахты;

- наличие сканирующего газового контроля – встроенный в фару устройства оповещения модуль измерительный передает с периодичностью в одну секунду на АРМ диспетчера данные о содержании метана по маршруту передвижения шахтера и в местах работы в горных выработках, что является важным дополнением к данным о состоянии рудничной атмосферы, получаемым в системе АГК стационарными средствами;

- возможность оперативного развертывания мобильного комплекса, разработанного на принципах построения системы «SBGPS», для организации передачи данных (местоположение и оповещение персонала, связь) с передвижных механизмов при проходке выработок и на участках буровзрывных работ с отсутствием стационарной сети,

обеспечения спасательных работ видео- и аудиосвязью;

- наличие на момент разработки и первых внедрений на шахтах обширного комплекса функций и свойств, позволяющего обеспечивать соответствие ПБ, по мере внесения изменений по тематике МФСБ, без дополнительного вложения средств;

- анализ, на основе данных о координатах местоположения людей в горных выработках в прошлом времени, различных производственных ситуаций (отклонение от маршрута следования, определенного нарядом, нарушение требований по ПК и ОТ, выполнение работ, не определенных нарядом и др.).

Реализация оперативной двусторонней связи диспетчер – шахтер

Радиосвязь в шахтах с применением радиостанций практикуется в ряде систем рассматриваемого назначения. Но по некоторым причинам, включая экономические, повсеместное оснащение подземного персонала такими средствами связи в качестве индивидуальных затруднительно. Поэтому имеет смысл рассмотреть, в какой мере связь между диспетчером и шахтером может быть реализована исходя из наличия штатных средств – головных светильников и компонентов системы определения местоположения и системы вызова.

Наличие односторонней связи «диспетчер – шахтер» свойственно многим системам аварийного оповещения, работающим в комплексе с системами позиционирования, имеющими точность определения местоположения людей до участка горных выработок. В этих системах диспетчер со своего пульта подает сигнал, который по сети, включающей радиоканал, поступает на головной светильник шахтера, где реализуется путем кратковременных снижений светового потока с определенной последовательностью, определяемой его (сигнала) сутью.

Обратная связь от шахтера к диспетчеру здесь отсутствует.

Новое требование в ПБ об отправке диспетчеру оповещения «о приеме сигнала вызова» обязывает разработчиков систем найти приемлемые решения для его реализации. Выше нами было сделано предположение, что в этом случае могут быть привлечены считыватели системы определения местоположения людей, являющиеся ее обязательными компонентами. У человека появляется возможность отправить подтверждение о получении сигнала вызова, осуществив на упрощенном уровне обратную связь: «шахтер – диспетчер».

В разделе об отличительных свойствах системы «SBGPS» были показаны примеры двусторонней связи диспетчер – шахтер. Сигналы, отправляемые диспетчером, по инфраструктуре связи (кабельные и беспроводные каналы) доставляются на индивидуальные устройства оповещения, где озвучиваются в режиме произвольных речевых фраз или, в некоторых случаях, шаблонных («Авария, выйти из шахты», «Свяжитесь с диспетчером»). В дополнение к автоматическому подтверждению с устройства оповещения о доставке сигнала каждый человек однократным нажатием единственной (для исключения путаницы в критической ситуации) кнопки включения устройства в работу подтверждает получение сигнала, что указывает на факт его осмысления. При этом оба подтверждения, доставленные на АРМ диспетчера, отображаются на мониторе соответствующим образом, что крайне важно для оценки оперативной обстановки в целом по шахте.



Рис. 2
АРМ диспетчера,
укомплектованное
микрофоном и аудиопультом

Fig. 2
Traffic controller's
workstation, complete with
microphone and audio
handset

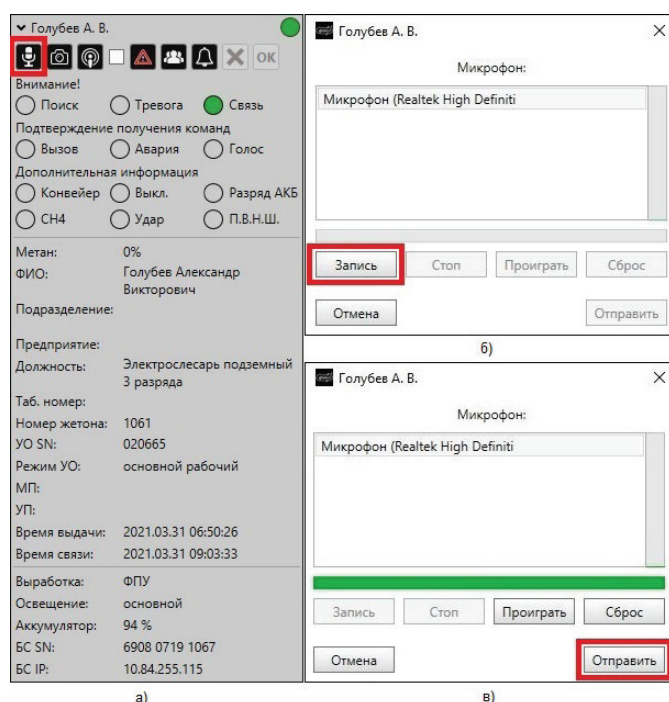


Рис. 3
Методика отправки сообщений
шахтеру с применением АРМ
диспетчера:
а) развёрнутая
информационная панель
работника – выделен
описываемый символ;
б) окно для записи диспетчером
речевого сообщения – действие
«Запись»;
в) окно для записи диспетчером
речевого сообщения – действие
«Отправить»

Fig. 3
Procedure for sending
messages to a miner using
the traffic operator's workstation:
а) Expanded worker's
dashboard – the described
symbol is highlighted;
б) window for voice message
recording by the traffic
operator – the recording
action;
в) window for voice message
recording by the traffic
operator – the sending action

Для отправки речевых команд (аудиосигналов) АРМ диспетчера укомплектовывается микрофоном и аудиопультом (стационарным телефоном) (рис. 2). Методика отправки голосовых сообщений состоит в следующем. Диспетчер выбирает щелчком ЛКМ на мониторе АРМ диспетчера ФИО нужного человека в списке работников, находящихся в шахте. В открывшейся информационной панели (рис. 3, а) щелчком ЛКМ на символе микрофона раскрывает панель отправки голосовых сообщений, содержащую активные кнопки «Запись» и «Отмена» (рис. 3, б). На панели щелчком

ЛКМ нажимает кнопку «Запись» и проговаривает сообщение. При этом становятся доступными кнопки «Проиграть», «Сброс» и «Отправить» (рис. 3, в). После нажатия на кнопку «Отправить» выполняется отправка сообщения на индивидуальное устройство оповещения выбранного работника.

Диспетчер имеет возможность прослушать записанное сообщение перед отправкой – для проверки качества и корректности, а также выполнить перезапись при необходимости.

Передача речевых фраз имеет обратную связь и отдельный индикатор, разбитый на три секции, позволяющий диспетчеру определить текущий статус сообщения: Отправлено-Доставлено-Осознано работником (рис. 4).

Человек в шахте получает голосовое сообщение, прослушивает его и подтверждает получение однократным нажатием кнопки включения устройства оповещения (рис. 5).

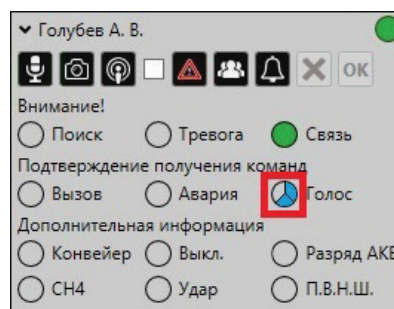


Рис. 4
Пример отображения
контрольных индикаторов на
информационной панели
работника (выделен
описываемый индикатор)

Fig. 4
Example of control indicators
displayed on the worker's
dashboard (the described
indicator is highlighted)



Рис. 5
Пример отправки
подтверждения о получении
вызова диспетчера
(однократное нажатие на
кнопку включения устройства
оповещения)

Fig. 5
Example of sending a receipt
confirmation of the traffic
operator's call (single pressing
of the activation button on the
alerting device)

Далее действует в соответствии с полученными инструкциями.

Применение такого варианта двусторонней связи между диспетчером и шахтерами дает основания считать, что в системе «SBGPS», в дополнение к функциям по обеспечению промышленной безопасности, сформировалась новая функция – управленческая.

Заключительные положения

1. Введение в ПБ требований к системам определения местоположения людей и системам оповещения как составляющим МФСБ по обновлению данных о местоположении людей в горных выработках с периодом в пять секунд и отправки сообщения о получении вызова диспетчера ставит перед угледобывающими предприятиями задачу по замене или модернизации эксплуатируемых систем с целью

придания дополнительных функций, способных обеспечить соответствие основному нормативному документу для угольных шахт.

2. Системы, строящиеся на оптимальном сочетании беспроводных (радио) и кабельных каналов связи, подземная инфраструктура которых организует непрерывную связь индивидуальных устройств через узлы связи с сервером, обеспечивают выполнение вновь введенных требований на основе исходной расширенной функциональности.

3. Наличие постоянной связи диспетчер – шахтер с отображением местоположения каждого человека на масштабной схеме шахты, реализуемой в современных системах наблюдения и оповещения из состава МФСБ, является эффективным организационным фактором, способствующим решению управленческих задач.

Список литературы

1. 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
2. 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
3. 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
4. Новиков А.В., Паневников К.В., Писарев И.В. О применении индивидуальных газоанализаторов в шахте. *Горная промышленность*. 2020;(2):99–103. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-2-99-103

References

1. 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. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2018-2-138-93-98
2. 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. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2019-1-143-37-40
3. Novikov A.V., Panevnikov K.V., Pisarev I.V. Safety rules for underground coal mines. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2019;(2):42–46. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2019-2-144-42-46
4. Novikov A.V., Panevnikov K.V., Pisarev I.V. Application of individual gas analyzers in underground mines. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2020;(2):99–103. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-2-99-103

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: 02.04.2021

Поступила после рецензирования: 09.04.2021

Принята к публикации: 12.04.2021

Information about the authors

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: 02.04.2021

Revised: 09.04.2021

Accepted: 12.04.2021