

О местоположении шахтера в подземных выработках шахты

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

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

✉ info@granch.ru

Резюме: Для обеспечения промышленной безопасности и безопасности производства горных работ правилами безопасности в угольных шахтах предусматривается применение ряда комплексов и систем, объединяемых в multifunctional safety systems. Эти автоматизированные системы предусматривают участие людей в управлении технологическими процессами. Цель работы – оценить, как требования правил безопасности в угольных шахтах согласуются с другими нормативными документами применительно к современным системам безопасности угольных шахт. Для достижения поставленной цели сделан краткий анализ соответствия системы определения местоположения (позиционирования) и системы аварийного оповещения людей в горных выработках угольной шахты требованиям национального стандарта к multifunctional safety systems угольных шахт. Показано, что действующим требованиям к системам позиционирования отвечают системы с высокой точностью определения координат местоположения людей. Высказано предположение, что системы позиционирования зонального типа должны быть модернизированы в направлении увеличения количества считывателей для доведения их до требований правил безопасности в угольных шахтах или заменены.

Ключевые слова: вызов аварийный, горная выработка, диспетчер, координаты, местоположение, национальный стандарт, оповещение, правила, система автоматизированная, станция базовая, шахта, шахтер

Для цитирования: Новиков А.В., Паневников К.В., Писарев И.В. О местоположении шахтера в подземных выработках шахты. *Горная промышленность*. 2021;(4):00–00. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-4-00-00.

On Miner's Location in Underground Mines

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

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

✉ info@granch.ru

Abstract: To ensure industrial and mining safety the established safety rules for coal mines envisage the use of a number of complexes and systems, combined into multifunctional safety systems. These automated systems provide for people to be involved in the management of technological processes. The purpose of this paper is to assess how the coal mine safety requirements are aligned with other regulatory documents as they apply to modern safety systems in coal mines. To achieve this goal, the personnel location (positioning) and emergency alert systems in coal mine workings are analyzed for compliance with the requirements of the national standard for multifunctional safety systems in coal mines. It is shown that the current requirements for positioning systems are met by systems that have high accuracy in determining the location coordinates of people. It is suggested that positioning systems of the zonal type should be either upgraded to increase the number of readout devices to bring them up to the requirements of safety regulations in coal mines or replaced.

Keywords: emergency call, mine workings, traffic operator, coordinates, location, national standard, alerting, rules, automated system, base station, mine, miner

For citation: Novikov A.V., Panevnikov K.V., Pisarev I.V. On Miner's Location in Underground Mines. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2021;(4):00–00. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2021-4-00-00.

Введение

Правилами безопасности в угольных шахтах (ПБ) для обеспечения промышленной безопасности и безопасности производства горных работ предусматривается применение ряда комплексов и систем, объединяемых в многофункциональные системы безопасности угольных шахт (далее – МФСБ). Системы имеют характер автоматизированных, что предусматривает участие людей (операторов) в управлении технологическими процессами. Во многих системах в роли оператора выступает горный диспетчер, контролирующий, наряду с автоматикой, процессы по обеспечению свойственных угольной шахте видов безопасности. В составе МФСБ имеются системы, объектом управления в которых являются люди, находящиеся в опасных зонах – в горных выработках. В их числе:

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

Ранее нами было показано, что в таких системах при оценке их полезности очень важным фактором является точность определения координат местоположения людей и наличие двухсторонней связи между человеком в горных выработках и диспетчером [1–5].

В настоящей работе ставится цель оценить, как требования ПБ согласуются с другими нормативными документами применительно к современным системам данного назначения, как составляющим МФСБ.

О действующих требованиях

На первый взгляд, требования в ПБ к системам определения местоположения и системам аварийного оповещения людей достаточно просты: «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»¹.

Об обновлении данных о местоположении

Следует надеяться, что требование об обновлении информации с периодом в пять секунд не является формальным – представляемые в диспетчерский пункт данные о координатах местоположения людей должны иметь практический смысл. И такое возможно только при условии, что у горного диспетчера информация о координатах местоположения каждого человека в горных выработках будет иметь конкретную форму – непрерывное отображение (представление) координат с минимально возможным разрешением или дискретные значения с учетом минимизации участков горных выработок.

В угольных шахтах России применяются две группы систем данного назначения. Первая из них – на основе беспроводной подземной инфраструктуры связи с непрерывным определением и представлением диспетчеру точных координат местоположения людей в режиме реального времени, а вторая – зонального типа с применением считывателей, устанавливаемых в узловых точках шахты, относительно которых формируется знание о местоположении каждого человека.

В системах, позволяющих получать в режиме реального времени информацию о координатах местоположения

работников с отображением на масштабной схеме шахты не хуже, чем с разрешением в ± 20 м, требование об обновлении информации с периодом в пять секунд обеспечивается. Здесь каждые очередные данные по координатам информативны и практически пригодны.

Сложнее задача решается в системах, построенных с применением технологии зонального позиционирования, в которых основным и важным элементом являются считыватели, монтируемые, как правило, в устьях и на сопряжениях горных выработок шахты. Здесь очевиден вопрос о ценности информации, поступающей на пульт диспетчера каждые пять секунд, поскольку, по-настоящему, обновление данных о местоположении человека происходит только при попадании его индивидуального устройства с радиометкой в зону действия очередного считывателя на маршруте следования. Поскольку расстояния между считывателями в шахте преодолеваются за время, намного превышающее пять секунд, то массив информации о местоположении людей во многом будет состоять из многократно повторяющихся данных с указанием считывателей, из зоны действия которых работники уже вышли, но еще не попали в зону действия следующих ближайших считывателей. Из этого следует, что в существующем виде системы способны к выполнению требований лишь формально.

Поэтому для придания практического смысла обновлению данных о местоположении в системах зонального типа на основе считывателей должны исключаться условия, при которых работник в горной выработке оставался бы «невидимым» для системы более пяти секунд. Расстановка считывателей должна выполняться таким образом, чтобы зона возможного поиска работника, застигнутого аварией, была не более 20 м. При этом расстояние между считывателями не может превышать 40–60 м. Такой подход согласуется с национальным стандартом ГОСТ Р 55154–2019 в части пункта 6.3.9.3, в котором сформулировано: «Подсистема должна в режиме реального времени (период обновления данных о местонахождении всех работников не более 5 секунд) определять местоположение каждого спустившегося в шахту работника с отображением на масштабной схеме шахты в диспетчерской с разрешением не хуже ± 20 м».

Об аварийном оповещении

В упомянутом выше стандарте сформулированы требования к системам аварийного оповещения (п. 6.3.10.1):

«Подсистема общешахтного аварийного оповещения в горных выработках должна обеспечивать оповещение об аварии работников, находящихся в поддерживаемых горных выработках, независимо от их местонахождения до, во время и после аварии с автоматическим (контроль доставки) и ручным (контроль осознания) подтверждением получения сигнала об оповещении каждым шахтером при сохранении линии связи».

О способности рассматриваемых систем обоих типов к реализации данного требования было подробно изложено в нашей предыдущей работе [1].

В краткой форме сущность состоит в следующем.

Системы с непрерывным позиционированием, обеспечиваемым за счет генерируемого сплошного радиополя в горных выработках, справляются с настоящей задачей успешно.

Разработчики систем зонального типа находят выход из положения путем их модернизации, смысл которой в том,

¹ Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Режим доступа: <https://sudact.ru/law/prikaz-rostekhnadzora-ot-08122020-n-507-ob-federalnye-normy-i-pravila-v/iii/>



Рис. 1.
 Базовая станция – основной компонент для организации подземной инфраструктуры связи (кабельной и беспроводной) в системе наблюдения, оповещения и поиска людей, застигнутых аварией, «SBGPS»:
 а) – вид общий;
 б) – технические характеристики

чтобы человек после получения вызова диспетчера незамедлительно направился к ближайшему считывателю (если он в данный момент находится вне зоны действия считывателей), чтобы отправить подтверждение, используя доработанное под требования индивидуальное устройство (головной светильник).

Характерно, что в обоих случаях просматривается тенденция к реализации и развитию двухсторонней связи диспетчер – шахтер. Особенная результативность достигается при наличии сплошного радиополя, например, по технологии Wi-Fi, в горных выработках с применением доработанных соответствующим образом индивидуальных головных светильников, находящихся всегда с шахтером.

Есть основания считать, что в скором времени наличие получаемой таким методом связи между диспетчером и шахтером станет обязательным требованием нормативных документов, не исключая ПБ.

О том, как выполняется данная функциональность в системе «SBGPS», было рассказано в [5].

В этой системе основными компонентами являются базовые станции (рис. 1), генерирующие радиополе в горных выработках, и индивидуальные устройства оповещения с функциями головного светильника, которыми оснащаются все работники, спускающиеся в шахту.

Система находится в постоянном развитии. Преимущественное развитие получают именно базовые станции. Недавняя модернизация станций за счет доукомплектования наружными искробезопасными модулями питания от сети в 127 В позволяет минимизировать комплектность

б) Характеристики:

Питание: – от электросети переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением, В; – встроенный блок аккумуляторный, В	от 105 до 170 от 5 до 12
Продолжительность работы от блока аккумуляторного, ч, не менее	24
Масса, кг, не более	22,5

Параметры связи

Беспроводная:	
IEEE 802.11 b/g/n/i – диапазон рабочих частот, МГц	от 2400 до 2490
дальность связи (определяется параметрами выработок), м	150 – 300
скорость передачи данных, Мбит/с	до 50

Кабельная (опция):

длина канала связи: – оптоволоконный, км; – проводной (Eth), м	
	до 20 до 100
скорость передачи данных, Мбит/с	до 100

Срок службы – 10 лет

Fig. 1
 A base station is the main component of the underground communication infrastructure (wired and wireless) in the monitoring, alerting and locating of people caught in an accident, the SBGPS system:
 а) – general view;
 б) – technical specifications

подземной инфраструктуры связи до одного наименования. Массивные источники искробезопасного питания прежних базовых станций – в прошлом. Характеристики новой базовой станции – показаны на рис. 1. Станцией контролируются следующие параметры:

- серийный номер;
- IP-адрес;
- версия ПО;
- список проводных и беспроводных интерфейсов с идентификационными данными и текущим состоянием;
- время работы;
- входные и выходные напряжения и силы токов источника питания;
- напряжение, сила тока и остаточный заряд аккумулятора;
- режим работы аккумулятора;
- количество станций, находящихся в зоне видимости, с указанием уровня Wi-Fi сигналов;
- количество подключенных абонентских устройств с идентификационными данными;
- состояние модулей позиционирования повышенной точности.

Данная информация выводится на АРМ пользователя, что позволяет своевременно оценивать работоспособность основных элементов подземной инфраструктуры связи системы. Это дает возможность практически все операции по настройке станций выполнять дистанционно – без спуска в горные выработки, что делает эксплуатацию системы малозатратной и, соответственно, привлекательной для потребителя.

Заключительные положения

1. Системы, строящиеся на оптимальном сочетании беспроводных (радио) и кабельных каналов связи, подземная инфраструктура которых организует непрерывную связь индивидуальных устройств через узлы связи с сервером, характеризуются функциональностью и параметрами, соответствующими требованиям национальных стандартов к МФСБ.

2. Системы автоматизированные позиционирования и аварийного оповещения получают развитие в направлении расширения участия работников, спустившихся в шахту, в управлении системами за счет применения двухсторонней связи диспетчер–шахтер.

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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2020-2-99-103>
5. Новиков А.В., Паневников К.В., Писарев И.В. Многофункциональная система безопасности: диспетчер и шахтер. 2021;(2):81–85. *Горная промышленность*. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2021-2-81-85>

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.) <https://doi.org/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.) <https://doi.org/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.) <https://doi.org/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.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2020-2-99-103>
5. Novikov A.V., Panevnikov K.V., Pisarev I.V. Multifunctional safety system: traffic operator and miner. 2021;(2):81–85. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2021-2-81-85>

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

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

Информация о статье

Поступила в редакцию: 12.07.2021

Поступила после рецензирования: 03.08.2021

Принята к публикации: 05.08.2021

Article info

Received: 12.07.2021

Revised: 03.08.2021

Accepted: 05.08.2021