

УДК 658.284

Э. А. КУБУЗОВ, Е. Ю. КУРЕНКИН, К. Б. ТОЛПАРОВ (ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»)
Х. Х. КОЖИЕВ (Северо-Кавказский горно-металлургический институт ГТУ)

ПУТИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКОВ ПАО «ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»



Э. А. КУБУЗОВ,
зам. главного инженера
по горным работам
Горно-геологического
управления



Е. Ю. КУРЕНКИН,
зам. главного инженера
по автоматизации горного
производства Горно-
геологического управления



К. Б. ТОЛПАРОВ,
зам. главного инженера –
начальник механоэнергетического
отдела Горно-геологического
управления



Х. Х. КОЖИЕВ,
декан горно-геологического
факультета,
проф., д-р техн. наук

Современную сеть передачи данных в настоящее время невозможно представить без оптоволоконных технологий. Оптоволокно позволяет передавать голос, видео, управляющую команду, информацию о состоянии того или иного оборудования. Оптоволоконный кабель прочный, долговечный, не подвержен воздействию электромагнитных полей, кроме того, его стоимость за последние годы значительно снизилась. На базе оптоволоконного кабеля на рудниках добывающих предприятий создаются современные сети передачи данных для обеспечения надежной и беспроводной связи с оборудованием и людьми, находящимися под землей. По сути, данная сеть представляет собой отдельную подсистему, не привязанную географически или функционально к тем или иным системам автоматизации и связи рудника. По стволам (клетевому или вентиляционному) оптоволоконный кабель прокладывается на все горизонты шахт. В каждом околоствольном дворе на горизонтах размещаются станции связи, включающие набор активного и пассивного сетевого оборудования и источников бесперебойного питания. Далее оптоволоконный кабель прокладывается вдоль капитальных горных выработок по всему горизонту, выбираются выработки для оборудования местных станций связи, по своему составу аналогичные околоствольным.

Рассказано о реализации проекта по созданию мультисервисной сети, поддерживающей надежную радиосвязь пользователей, работу систем теленаблюдения, сбор и передачу данных, а также контроль местонахождения и передвижения персонала и транспорта в горных выработках рудника. Определены перспективные направления использования технологий беспроводной передачи данных на рудниках ПАО «ГМК «Норильский никель».

Ключевые слова: рудники, сеть передачи данных, система дистанционного диспетчерского управления высоковольтными подземными ячейками, система позиционирования персонала и транспорта, беспроводная связь.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17580/gzh.2015.06.19>

На рудниках ПАО «ГМК «Норильский никель» применяются оптоволоконные одномодовые усиленные кабели, сетевое оборудование фирм MOXA, Hirschmann, Trolex.

Модернизация сетей передачи данных позволяет в относительно короткие сроки организовать решение важной для норильских рудников задачи — диспетчеризация подземных высоковольтных ячеек. На рудниках функционирует энергоемкое оборудование, при эксплуатации которого нередко случаются кратковременные посадки напряжения в питающей сети. Данное обстоятельство приводит к частым отключениям подземных высоковольтных ячеек. В основном это ячейки марки КРУВ с микропроцессорными блоками защиты и управления SEPAM и БЗУ-2. Также эксплуатируются более старые ячейки с релейными блоками управления. Посадка и отключение напряжения на распределительных подземных подстанциях приводят к остановке жизненно важных объектов под землей — водоотливных и буровых установок, железнодорожного и конвейерного транспорта и др., что существенно влияет на уровень безопасности ведения горных работ и повышает риски затопления горных выработок, особенно в периоды паводковой активности. К примеру, на руднике «Октябрьский» эксплуатируются сотни ячеек и, чтобы произвести включение всех ячеек, дежурному персоналу требуется значительный промежуток времени, составляющий несколько часов (более одной смены), поскольку их автоматический запуск опасен и запрещен [1].

На рудниках ПАО «ГМК «Норильский никель» частично внедрены системы дистанционного диспетчерского управления высоковольтными подземными ячейками, предназначенные для повышения оперативности управления процессами распределения электроэнергии в электрической сети, существенного сокращения

времени на восстановление электроснабжения подземных потребителей рудника после аварийных отключений, увеличения производительности труда оперативного персонала в плановых работах. Данные системы обеспечивают:

- отображение состояния ячеек подземных подстанций рудника на автоматизированных рабочих местах энергодиспетчера;
- виртуальное управление вводными, секционными и отходящими ячейками;
- контроль потребляемого тока вводных и отходящих ячеек (для ячеек, оборудованных блоками микропроцессорного управления);
- предупредительную и аварийную сигнализацию (обобщенную, срабатывания системы автоматического включения резерва), системы автоматического повторного включения, отображение срабатывания электрических защит;
- отображение информации об аварийном отключении;
- архивацию всех событий на персональных компьютерах энергодиспетчеров с возможностью вывода на печать;
- визуализацию схемы электрической сети подземной части рудника и основных контролируемых параметров на единой схеме энергоснабжения предприятия.

Технически управление высоковольтными ячейками осуществляется следующим образом. Со всех высоковольтных ячеек с микропроцессорными блоками управления посредством интерфейса RS-485 в формате протокола ModBus RTU в пределах

одной распределительной подстанции собираются данные и транслируются в проектное коммутационное оборудование, которое обеспечивает передачу данных по интерфейсу Ethernet в формате протокола TCP/IP на ближайшую станцию связи и далее на верхний уровень — в SCADA-систему рудника (рис. 1).

Таким образом, достигается возможность организации практически непрерывного энергоснабжения подземных потребителей электрической энергии рудника, измеряемого временем реакции энергодиспетчера на сообщение об отключении ячеек и скоростью его клика клавишей мыши на соответствующей кнопке мнемосхемы персонального компьютера.

Однако главным и логичным с позиции дальнейшего развития разветвленной современной рудничной сети передачи данных является создание на ее основе системы позиционирования персонала и транспорта под землей, беспроводных мультисервисных сетей передачи данных на базе протоколов Wi-Fi, ZigBee и т.д. ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» в последние годы активно занимается поиском технических решений по созданию современных и надежных систем автотабельного учета, беспроводной голосовой связи, позиционирования транспорта и персонала. На рудниках испытывались и системы на основе излучающего кабеля, и позонные системы с применением базовых станций стандарта DECT. Но наиболее перспективной и универсальной была признана система на основе стационарных считывателей с Wi-Fi-роутерами, объединенных в единую систему со специализирован-

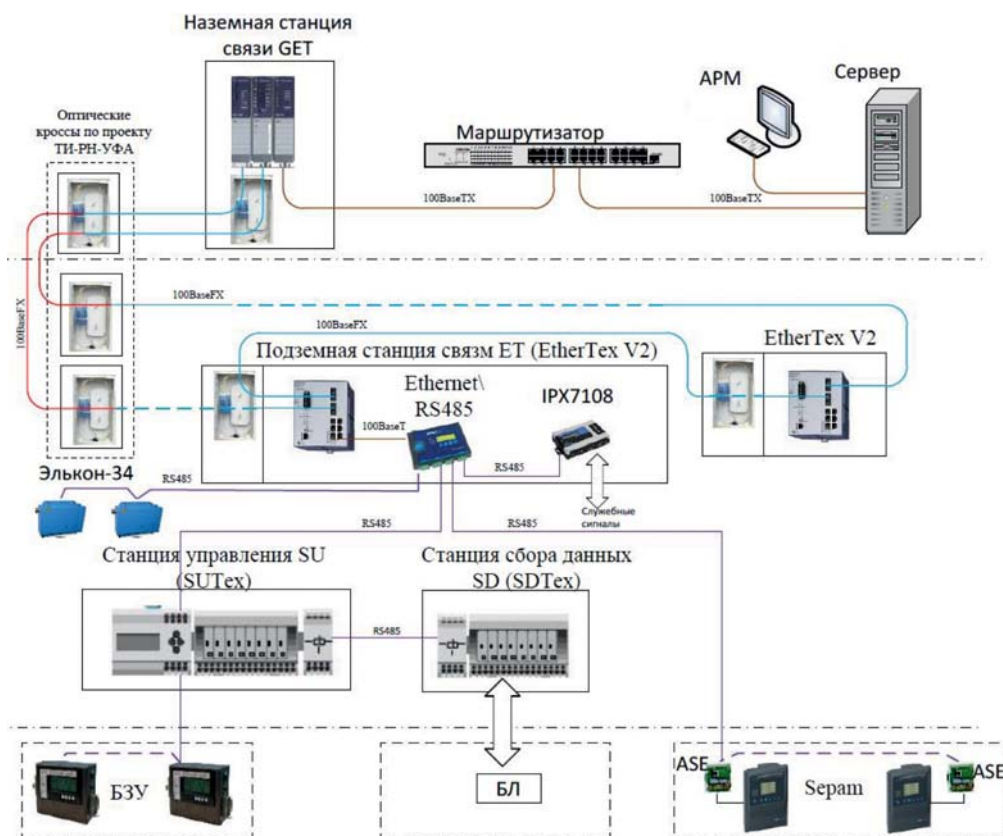


Рис. 1. Схема управления, контроля и сигнализации параметров ячеек

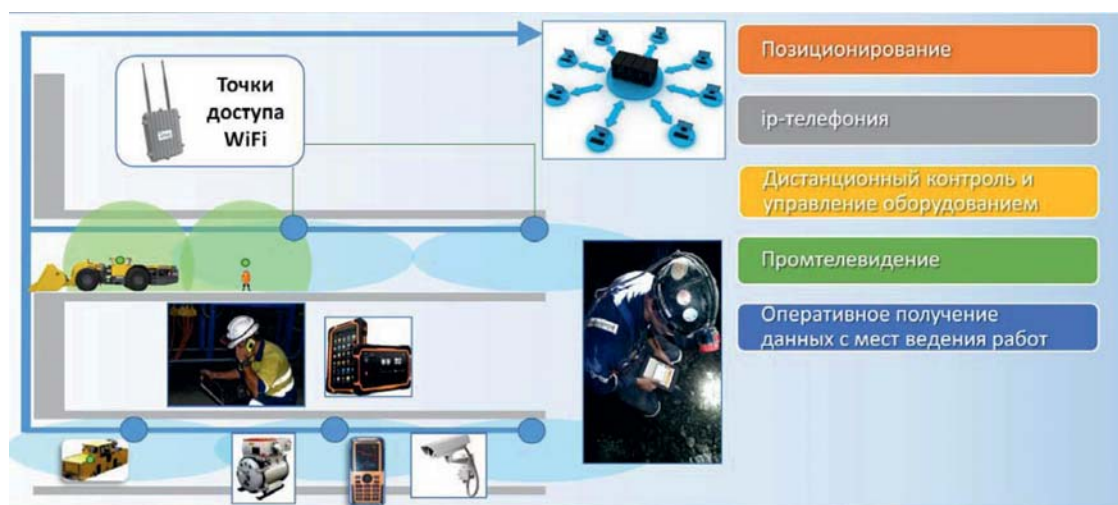


Рис. 2. Функциональная схема подземной мультисервисной сети передачи данных

ным программным обеспечением [2], позволяющая осуществить (рис. 2):

- автотабельный учет персонала рудника, включая околовствольные двory всех горизонтов рудника, запасные выходы из шахты;
- предупреждение машинистов самоходной дизельной техники о нахождении рядом персонала или другого транспорта;
- построение отчетов о количестве рейсов погрузочно-доставочных машин, самосвалов и железнодорожных составов;
- информирование диспетчера о текущем местоположении персонала и техники;
- беспроводную телефонную связь;
- возможность передачи фото-, видео- и отчетной информации (например, о выполнении наряда) с любого мобильного устройства с применением технологии Wi-Fi;
- передачу данных с бортовых компьютеров самоходного дизельного оборудования (СДО) .

В 2014 г. на горных предприятиях были проведены испытания трех систем, поддерживающих вышеуказанную функциональность, — двух иностранного и одной российского производства. По результатам испытаний Научно-техническим советом компании была выбрана система позиционирования персонала и транспорта СПГТ-41.

Реализация проекта по внедрению данной системы позволит повысить безопасность эксплуатации СДО за счет имеющейся в ней функции оповещения машиниста о нахождении в опасной зоне персонала [3]. При попадании работника в опасную зону мобильное устройство регистрации (МУР), установленное на СДО, улавливает сигнал его приемника аварийного оповещения СУБР и подает машинисту сигнал о наличии в опасной зоне человека. Приемники аварийного оповещения СУБР на сегодняшний день установлены в светильники практически всех работников рудников Норильского промышленного района. Система СПГТ-41 также позволяет контролировать, из какой очистной единицы и какой объем горной массы отгружен погрузочно-доставочной машиной

в течение смены. Также доступна информация о том, в какое время машина вышла на линию и в какое время вернулась в гараж.

Данный учет осуществляется с помощью автономных точек отметки (АТО). АТО представляет собой электронный маяк с автономным питанием, устанавливаемый в местах погрузки, разгрузки, по трассе движения и т. д. Каждая АТО имеет свой уникальный электронный номер, информация о месте установки заносится в базу данных. При проезде машины места расположения АТО мобильное устройство регистрации, установленное на машине, фиксирует номер АТО и время проезда мимо данной точки. При проезде машины мимо считывателя системы позиционирования информация с мобильного устройства регистрации в автоматическом режиме передается на сервер системы и становится доступна пользователям для анализа выполнения наряда. В перспективе при реализации проекта по внедрению АСТУ МСК (электронного диспетчерского журнала) возможна организация автоматической передачи в диспетчерский журнал данных из системы о количестве отгруженных ковшей (при объеме отгруженной руды — вводе среднего веса ковша для конкретной машины и добытого металла — при задании среднего содержания по очистной единице). Таким образом, в зависимости от мест установки стационарных считывателей, будь то участковые рудоспуски, склад горючесмазочных материалов или место стоянки машин, появляется возможность оперативного контроля качества добытой руды, выполнения наряда, объема отгруженной руды.

Следует отметить, что полная функциональность системы позиционирования позволяет также дополнительно решать задачу автоматизированного контроля выхода работников из опасной зоны при ведении взрывных работ (диспетчер в режиме реального времени видит, кто из них находится в опасной зоне), что также повышает безопасность ведения взрывных работ [4].

В целях дальнейшего развития ведения работ актуальным является внедрение беспроводных технологий передачи данных. В ходе проведенных испытаний с помощью смартфонов и специального приложения, разработанного для стандартных операци-

онных систем Android и iOS, была продемонстрирована возможность передачи данных и голоса посредством телефонного вызова в режиме абонент—абонент, абонент—диспетчер. Применение такой технологии позволит в будущем организовать работу специалистов под землей на принципиально другом уровне. Используя планшеты или смартфоны, оперативный персонал сможет отправлять отчеты о выполнении наряда и фотографии с места аварии либо с места, где допущено нарушение техники безопасности. Возможности ограничиваются лишь числом роутеров и стационарных считывателей, а также зоной покрытия шахтного поля.

Библиографический список

1. Бабенко А. Г., Лапин С. Э., Вильгельм А. В., Оржеховский С. М. Принципы построения многофункциональных систем безопасности угольных шахт, опыт и перспективы их использования в Кузбассе // Безопасность труда в промышленности. 2011. № 1. С. 16–22.

2. Федоров Ю. Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка. — М.: Инфра-Инженерия, 2008. — 928 с.
 3. Бабенко А. Г., Малыгин П. А. О требованиях к функциональной безопасности систем автоматической газовой защиты угольных шахт // Изв. вузов. Горный журнал. 2010. № 1. С. 73–84.
 4. Краплин М. Е., Куренкин Е. Ю. Система автоматизированного контроля и учета параметров работы шахтных подъемных установок // Современные технологии автоматизации. 2014. № 4. С. 22–25. [DX](#)

Кубузов Эльбрус Антонович,
 e-mail: ggu@tf.nk.nornik.ru
 Куренкин Евгений Юрьевич,
 тел.: +7 (3919) 24-61-23
 Толпаров Казбек Бимболатович,
 тел.: +7 (3919) 24-61-21
 Кожиев Хамби Хадзимурзович,
 тел.: +7 (8672) 40-73-00

«GORNYI ZHURNAL»/«MINING JOURNAL», 2015, № 6, pp. 93–96	
Title	Ways to develop command and communication systems in underground mines of Norilsk Nickel Mining and Metallurgical Company
DOI	http://dx.doi.org/10.17580/gzh.2015.06.19
Author 1	Name & Surname: Kubuzov E. A.
	Company: Polar Division of PJSC “MMC “NORILSK NICKEL” (Norilsk, Russia)
	Work Position: Deputy Principal Engineer for Mining of Mining-and-Geological Management
	Contacts: e-mail: ggu@tf.nk.nornik.ru
Author 2	Name & Surname: Kurenkin E. Yu.
	Company: Polar Division of PJSC “MMC “NORILSK NICKEL” (Norilsk, Russia)
	Work Position: Deputy Principal Engineer for Mining Automation of Mining-and-Geological Management
Author 3	Name & Surname: Tolparov K. B.
	Company: Polar Division of PJSC “MMC “NORILSK NICKEL” (Norilsk, Russia)
	Work Position: Deputy Principal Engineer — Head of Mechanical Energy Department of Mining-and-Geological Management
Author 4	Name & Surname: Kozhiev Kh. Kh.
	Company: North-Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (National Technology University) (Vladikavkaz, Russia)
	Work Position: Dean, Faculty of Mining and Geology
	Scientific Degree: Professor, Doctor of Engineering Sciences
Abstract	Year after year, equipment of a modern underground mine should comply with increasingly stringent requirements. Revision of the Russian legislation, technological advancement, increase in mining output and efficiency dictate that a mining engineer continuously hunts for new engineering solutions in underground mining. Technical advance in the area of information technologies and wireless data transmission, which burst into life and work of people worldwide, has eventually involved mining industry. The retardation is explained by severe operation conditions of mining equipment, hostile environment, explosion protection requirements, high costs, etc. Recently, mines of the Polar Division of PJSC “MMC “NORILSK NICKEL”, have accomplished a project aimed at deployment of multi-service network and introduction of the advance command and communication systems that enable reliable radio communication, video surveillance, data acquisition and transmission, as well as control of position and movement of personnel and equipment in mines. The promising areas of application of the advance technologies of wireless data transmission in mines of Norilsk Nickel are identified.
Keywords	Underground mines, data transmission network, remote supervisory control of high-voltage underground cells, personnel and transport positioning, wireless communication.
References	<p>1. Babenko A. G., Lapin S. E., Vilgelm A. V., Orzhekhovskiy S. M. Printsipy postroeniya mnogofunktsionalnykh sistem bezopasnosti ugolnykh shakht, opyt i perspektivy ikh ispolzovaniya v Kuzbasse (Principles of construction of multi-functional systems of coal mine safety, experience and prospects of their use). <i>Bezopasnost truda v promyshlennosti = Labor Saety in industry</i>. 2011. No. 1. pp. 16–22.</p> <p>2. Fedorov Yu. N. <i>Spravochnik inzhenera po Avtomatizirovannoy sisteme upravleniya tekhnologicheskim protsessom: proektirovanie i razrabotka</i> (Process control system engineer’s reference book : design and development). Moscow : Infra-Inzheneriya, 2008. 928 p.</p> <p>3. Babenko A. G., Malugin P. A. O trebovaniyakh k funktsionalnoy bezopasnosti sistem avtomaticheskoy gazovoy zashchity ugolnykh shakht (About requirements to functional safety of systems of automatic gas protection of coal mines). <i>Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal = Tutorial for universities. Mining journal</i>. 2010. No. 1. pp. 73–84.</p> <p>4. Kraplin M. E., Kurenkin E. Yu. Sistema avtomatizirovannogo kontrolya i ucheta parametrov raboty shakhtnykh podemnykh ustanovok (System of automated control and accounting of parameters of mine hoisting plant operation). <i>Sovremennye tekhnologii avtomatizatsii = Modern automation technology</i>. 2014. No. 4. pp. 22–25.</p>