



Система наблюдения и оповещения персонала угольной шахты

Анатолий Благодарный, Олег Гусев, Сергей Журавлев, Лидия Каратышева, Виктор Колодей, Эдуард Михальцов, Геннадий Чейдо, Рудольф Шакиров

В статье описана система наблюдения и оповещения персонала (СНиОП) угольной шахты в аварийных ситуациях, созданная в Конструкторско-технологическом институте вычислительной техники Сибирского отделения Российской академии наук (КИ ВТ СО РАН, г. Новосибирск). Основными задачами системы являются постоянный контроль над местонахождением персонала шахты и оперативный поиск в завалах при возникновении аварии.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с параграфом 41 «Правил безопасности в угольных шахтах» (ПБ 05-618-03) каждая шахта «должна быть оборудована системами наблюдения, оповещения об авариях людей, независимо от того, в каком месте шахты они находятся, средствами поиска застигнутых аварией людей, а также прямой телефонной и дублирующей её альтернативной связью с аварийно-спасательной службой, обслуживающей шахту».

НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

Созданная в КТИ ВТ СО РАН система наблюдения и оповещения персонала [1] предназначена для выполнения важной части указанных функций, обеспечивающей контроль положения персонала в выработках и подачу ему сигнала в аварийных ситуациях. В результате внедрения такой системы создаются условия для снижения травматизма и повышения эффективности спасения персонала шахты, застигнутого аварией. Достигается сокращение времени на получение исходных данных для формирования плана ликвидации аварии за счёт:

- автоматической регистрации входа персонала в шахту и снятия регистрации при выходе из шахты с возможностью взаимодействия с системой автоматизации табельного учёта персонала, спустившегося в шахту и вышедшего из неё;

- непрерывного контроля местоположения персонала;
- оперативного формирования информации о маршруте следования персонала;
- оперативной выработки и исполнения управляющих решений, направленных на реализацию требований обеспечения спасения персонала, застигнутого аварией;
- удобного эргономичного отображения в диспетчерских пунктах информации о текущей дислокации персонала;
- подачи световой и звуковой сигнализации в аварийных и предаварийных ситуациях персоналу шахты, застигнутому аварией (групповое и персональное оповещение);
- своевременного формирования и предоставления персоналу горных спасателей документов по дислокации персонала шахты, застигнутого аварией;
- оснащения команды горных спасателей мобильными средствами поиска людей, застигнутых аварией в условиях задымлённости и возможно заваленных породой, с сохранением времени обнаружения с возможностью последующего копирования информации в базу данных.

СТРУКТУРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СНИОП

Система строится по двухуровневому иерархическому принципу с разделе-

нием её как по функциям [2], так и по элементной базе на нижний и верхний уровни. Структура СНИОП приведена на рис. 1. Элементная база подсистемы нижнего уровня обеспечивает:

- автономную работу подземной части системы в течение 8 часов;
- свободное наращивание системы;
- нормальную работу подземной части системы при изменении питающего напряжения в диапазоне $\pm 15\%$ от номинального значения.

Для взаимосвязанного решения задач наблюдения и аварийного оповещения радиоконтроллеры объединены в информационную сеть. Линии систем связи из соображений взрывозащищённости гальванически изолированы от поверхностных линий связи и силовых сетей.

Технические средства и структура подсистемы верхнего уровня обеспечивают:

- резервирование серверов баз данных;
- автоматическое переключение клиентских рабочих мест с основного сервера на резервный.

Комплекс технических средств нижнего уровня строится на базе:

- радиоконтроллеров и радиомаяков, взаимодействующих друг с другом по радиоканалу;
- сетевых коммутаторов, осуществляющих для пакетов данных от радиоконтроллеров преобразование из формата интерфейса RS-485 в фор-

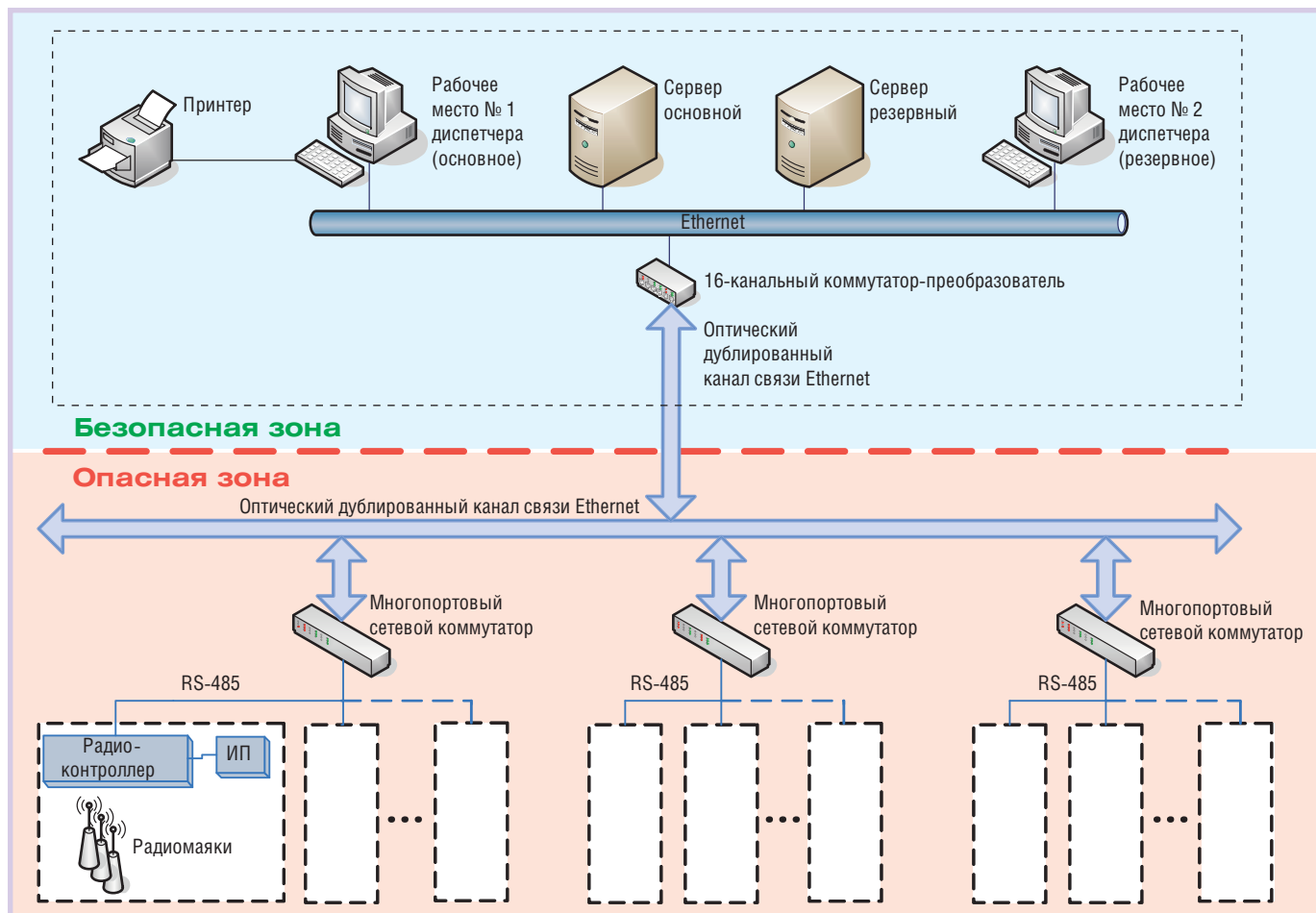


Рис. 1. Структура системы наблюдения и оповещения персонала

мат Ethernet 10/100 Мбит/с и обратное преобразование данных, а также реализующих двунаправленную связь с верхним уровнем на основе стандарта IEEE 802.3 (Industrial Ethernet).

Сетевой коммутатор имеет восемь каналов RS-485 и три дублированных оптических канала. Максимальное количество радиоконтроллеров, подключаемых к одному каналу сетевого коммутатора, — 31. Ограничивающими факторами могут быть только быстрдействие и предельная длина каждого канала связи. 16-канальный коммутатор-преобразователь верхнего уровня служит для преобразования среды передачи «оптика — медь» и подключения к оборудованию верхнего уровня других подсистем шахты. Сетевой коммутатор нижнего уровня имеет маркировку взрывозащиты PO ExiaI.

Основой системы являются стационарные радиоконтроллеры, устанавливаемые в узловых точках шахты (на развилках и в штреках), и радиочастотные модули радиомаяков, встроенные в головные

светильники шахтеров. Персональная информация о местонахождении шахтера поступает диспетчеру по оптическому дублированному каналу связи. При возникновении аварийной ситуации формируется сигнал оповещения, включающий звуковую и световую сигнализацию на головном светильнике шахтера. Критерием перехода в режим оповещения может быть сигнал, поступающий от диспетчера, нарушение связи с по-



Рис. 2. Радиоконтроллер: внешний вид конструкции блока приёмопередатчика

верхностью или сигнал от системы аэрогазового контроля. В функции радиоконтроллеров входит следующее:

- приём/передача информации по каналу связи RS-485;
- приём/передача информации по радиоканалу.

Ядром радиоконтроллера является микросхема радиочастотного приёмопередатчика, находящаяся под управлением микроконтроллера. Антенны зигзагообразного типа, применяемые в составе радиоконтроллера, позволяют реализовать хорошие характеристики при небольших габаритах (диаграмма направленности антенны сохраняется в диапазоне частот с перекрытием $f_{\max}/f_{\min} = 2,5$, характеристика направленности антенны симметрична относительно плоскости расположения её проводников, коэффициент бегущей волны не хуже 0,77, коэффициент направленного действия не хуже 7 дБ), достаточно просты в изготовлении и настройке, обладают хорошей повторяемостью параметров при их производстве. Порядок работы радиоконтроллера задаётся программным обеспечением микроконтроллера.

Радиоконтроллер может эксплуатироваться во взрывоопасной зоне, в том числе в подземных выработках шахт, опасных по газу (метану) и угольной пыли, имеет маркировку взрывозащиты РВ ExdibI согласно ГОСТ Р 51330.0 и ГОСТ Р 51330.10 и применяется в соответствии с «Правилами безопасности в угольных шахтах» (ПБ 05-618-03). Он состоит из блока приёмопередатчика (рис. 2), в который входят две функциональные платы — микроконтроллер радиомодуля и радиомодуль, а также из приёмопередающей антенны (на рис. 2 не показана).

Модуль радиомаяка разработки КТИ ВТ СО РАН предназначен для встраивания в сигнализатор метана СМС-7 (светильник головной взрывобезопасный) производства ПО «Электроточприбор» (г. Омск) и имеет свой уникальный идентификационный номер. Внешний вид сигнализатора метана СМС-7 показан на рис. 3. Напряжение питания на модуль радиомаяка поступает от аккумуляторной батареи светильника через электронное предохранительное устройство головного светильника, чем обеспечивается искробезопасность модуля радиомаяка.

Верхний уровень СНиОП реализуется на базе IBM PC совместимых компьютеров. Технологические серверы, входящие в состав наземного вычислительного комплекса, предназначены для сбора, обработки и хранения информации. Они обеспечивают управление базами данных в многопользовательском режиме. Технологические серверы функционируют в дублирующем режиме, создавая возможность функционирования системы на резервном сервере при отключении основного сервера. Рабочие станции диспетчера также дублированы и обеспечивают управление системой, визуализацию рабочих параметров и средств аварийного оповещения.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СНИОП

Программное обеспечение (ПО) системы состоит из двух независимых программных компонентов:

- ПО интерфейса диспетчера;
- ПО базы данных.



Рис. 3. Внешний вид сигнализатора метана СМС-7

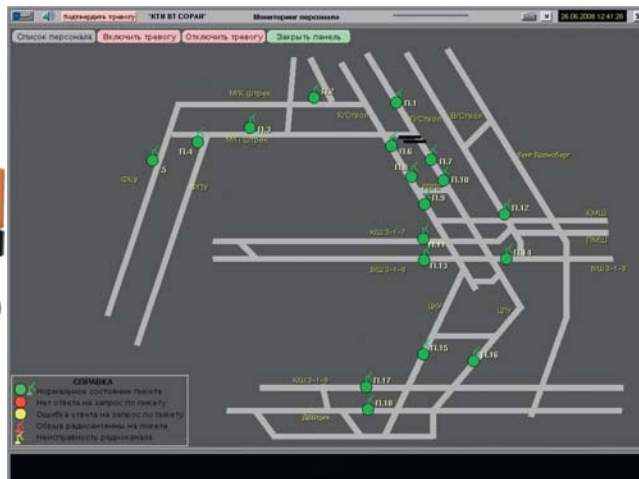


Рис. 4. Главный видеокادر СНиОП

Интерфейсная часть обеспечивает:

- контролируемый вход персонала в систему;
 - ввод команд персоналом с помощью манипулятора и клавиатуры;
 - быструю оценку состояния технологического оборудования по видеокдрам и панелям мнемосхем;
 - управление технологическими объектами с помощью динамического меню;
 - технологическую сигнализацию;
 - квитирование технологических сообщений;
 - передачу управления следующей смене и выход персонала из системы.
- Основными функциями базы данных являются:
- обеспечение оперативного персонала и различных служб массивами данных;
 - контроль за перемещением персонала в выработках;
 - анализ работы оборудования и ведения документации;
 - архивирование данных и просмотр информации из архива;
 - формирование технологических сообщений, ведомостей;
 - протоколирование действий персонала.

ПО запускается автоматически после включения компьютера.

ИНТЕРФЕЙС ДИСПЕТЧЕРА

Интерфейс диспетчера основан на графических изображениях совокупности мнемосхем на экране монитора. Технологические объекты на таких мнемосхемах представлены в виде системы графических знаков. Сигналы состояния технологических объектов отображаются на мнемосхемах методом цветового кодирования соответ-

ствующих графических знаков и/или указанием текущего значения измеряемых величин.

Вся совокупность видеокладов (мнемосхем) подразделяется на главный видеоклад, прочие видеоклады и панели. Главный видеоклад постоянно присутствует на экране монитора. Прочие видеоклады замещают друг друга при их переключении. Панели просто накладываются на текущий видеоклад. Положение видеокладов на экране монитора является фиксированным, в то время как панели являются перемещаемыми. Перемещение осуществляется ручным манипулятором, сфокусированным на заголовке панели, при нажатой левой клавише манипулятора.

Интерфейс диспетчера также включает в себя дополнительные элементы отображения входной информации и управления, которые являются общими для всех видеокладов. К таким дополнительным элементам относятся управляющая строка видеоклада и окно сообщений.

ГЛАВНЫЙ ВИДЕОКАДР

Общий вид главного видеоклада СНиОП показан на рис. 4. Главный видеоклад является основным средством пользовательского интерфейса в работе диспетчера. На нём приведена общая схема расположения выработок шахты. На схему выработок наложена сетка пикетов (радиоконтроллеров). На рисунке пикеты изображены графическими знаками кружков с указанием номера пикета (П.1, П.2, П.3...). Каждый пикет в общем случае образует сегмент вычислительной сети Modbus. Графический символ пикета является активным, при нажатии на него открывается панель со списком

