

Система радиоуправления и контроля стрелочными переводами

на базе узкополосных радиомодемов Viper-SC+

В статье представлена краткая информация о системе радиоуправления и контроля стрелочными переводами (СРКСП) на базе узкополосных радиомодемов Viper-SC+ для путей промышленного железнодорожного транспорта на примере ее реализации в АО «Лебединский ГОК» (г. Губкин, Белгородская область). Дано описание возможностей технологических радиосетей обмена данными для предприятий промышленности и транспорта. Материал предназначен для руководителей и технических специалистов, связанных с организацией движения промышленного железнодорожного транспорта, а также компаний-интеграторов, разрабатывающих и внедряющих автоматизированные системы управления для промышленного железнодорожного транспорта.

Сергей Маргарян
sm@rodnik.ru

Виктор Осьмов
osmov@rodnik.ru

Дмитрий Усенко
atomelpribor@list.ru

Общая информация

«Лебединский ГОК» — крупнейшее в России и СНГ предприятие по добыче и обогащению железной руды, производству высококачественного железорудного сырья и металлоресурсов. ГОК входит в состав холдинга «Металлоинвест» и является единственным в России и СНГ производителем горячебрикетированного железа¹. Разработка железорудного месторождения, подтвержденные запасы которого составляют 3,8 млрд т,

ведется открытым способом с использованием в технологическом процессе промышленного железнодорожного транспорта.

Общая протяженность постоянно развивающейся железнодорожной сети превысила 350 км. В составе сети используется более ста стрелочных переводов, часть из которых в настоящее время радиофицирована с участием технических специалистов компании «Атомэлектроприбор» — разработчика системы радиоуправления и контроля стрелочными переводами (СРКСП).

Система радиоуправления и контроля стрелочными переводами

Система радиоуправления и контроля стрелочными переводами предназначена для дистанционного управления стрелочными электроприводами, установленными на значительном удалении от постов централизации и не подключенными к системе управления устройствами сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) предприятия и отображения их текущего состояния в реальном масштабе времени. Это относится в первую очередь к стрелочным переводам в погрузо-разгрузочных тупиках, местах подготовки, очистки и взвешивания вагонов, что предусматривает размен подвижного состава без дополнительных затрат на обустройство железнодорожных путей и систем СЦБ. Применение СРКСП позволяет управлять стрелками как из кабины локомотива, так и с поста централизации.

¹ Горячебрикетированное железо (ГБЖ) — один из видов прямого восстановленного железа. Материал с высоким (>90%) содержанием железа, полученный по технологии, отличной от доменного передела. Используется в качестве сырья для производства стали.



Структурная схема дистанционного контроля и управления стрелочного перевода представлена на рис. 1.

В состав СРКСП входят:

- шкаф управления;
- указатели светофорного типа;
- стрелочный электропривод СП 6М;
- комплект стрелочной гарнитуры;
- средства цифрового радиоканала;
- маневровая колонка или комплект датчиков (по необходимости);
- кабельная сеть.

Функциональная схема шкафа управления представлена на рис. 2.

СРКСП обеспечивает:

- контроль положения стрелки;
- контроль взреза стрелки;
- местное управление стрелкой при неисправности системы дистанционного управления;
- контроль нахождения подвижного состава в пределах стрелочного перевода;
- контроль нитей красного огня указателей светофорного типа;
- отмену приготовленного маршрута;
- аварийный перевод стрелки при неисправности стрелочной секции;
- установку и замыкание маршрута в нужном направлении;
- аварийное отключение стрелки.

Управление стрелочным переводом с применением цифрового радиоканала выполняется с использованием маневровой колонки на базе сенсорной панели или из кабины локомотива.

СРКСП не допускает:

- перевода стрелки под составом;
- перевода стрелок с других локомотивов при установленном маршруте;
- изменение установленного маршрута при движении по нему подвижного состава.

В составе СРКСП применяется пульт управления с монитором, внешний вид которого представлен на рис. 3.

Назначение объектов панели управления:

1. Кнопка, вызывающая окно коррекции яркости дисплея.
2. Индикация даты часов реального времени.
3. Индикатор контроля стрелки по минусу.
4. Индикатор контроля стрелки взрез (мигает красным).
5. Индикатор контроля стрелки по плюсу.
6. Подготовка маршрута в тупик по минусу (участки пути белые, если рельсовая цепь свободна, и красные, если занята).
7. Подготовка маршрута в тупик по плюсу (участки пути белые, если рельсовая цепь свободна, и красные, если занята).
8. Аварийный перевод стрелки плюс (одновременно нажать с кнопкой «14»).
9. Аварийный перевод стрелки минус (одновременно нажать с кнопкой «14»).
10. Контроль красного светофора «Ч» (все время, кроме открытия).
11. Индикатор белый светофор открыт в тупик по плюсу.
12. Желтый светофор открыт в тупик по минусу.
13. Кнопка отмены маршрута.
14. Кнопка разрешения аварийного перевода.

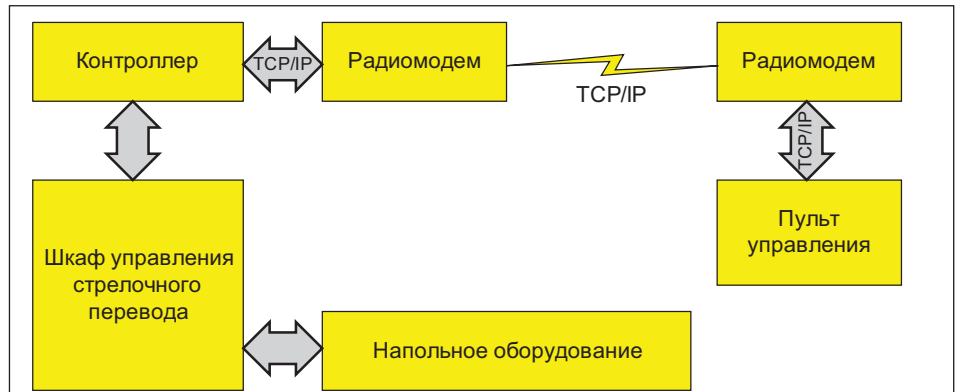


Рис. 1. Структурная схема дистанционного контроля и управления стрелочного перевода

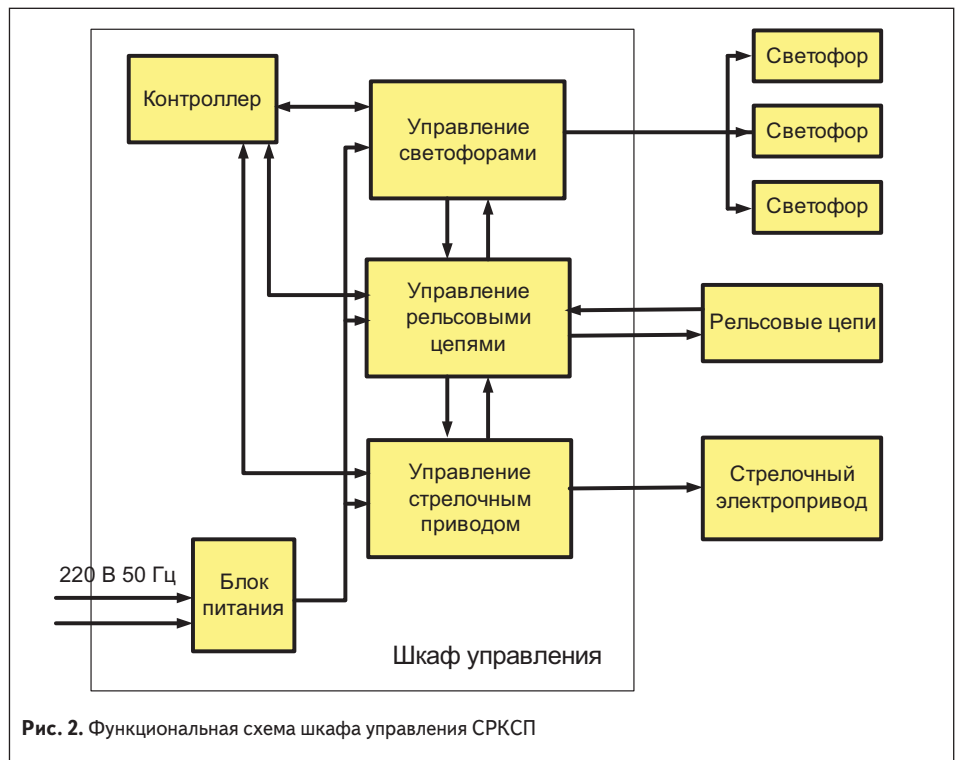


Рис. 2. Функциональная схема шкафа управления СРКСП

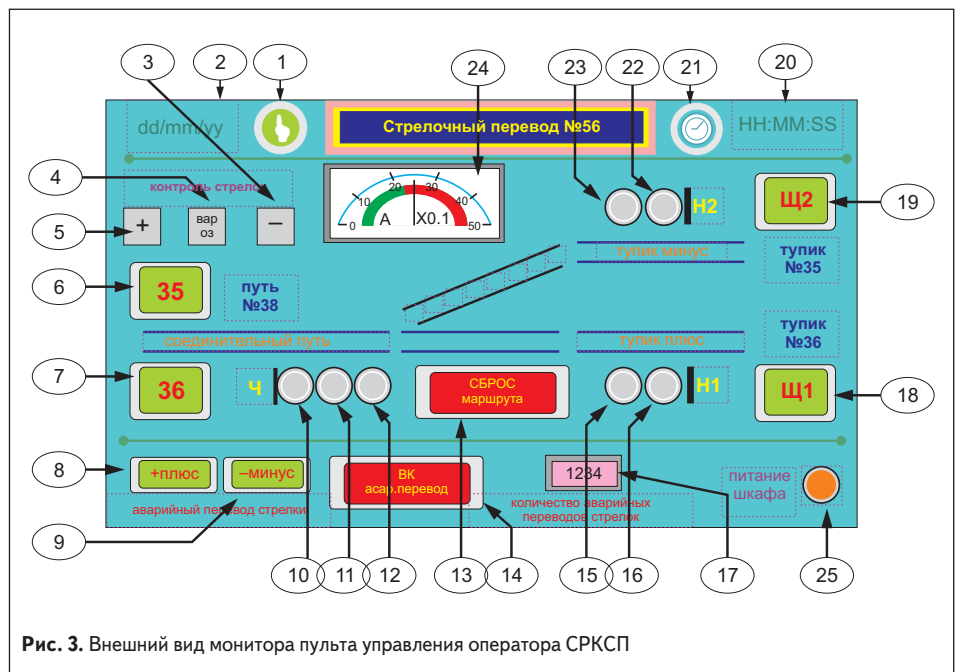
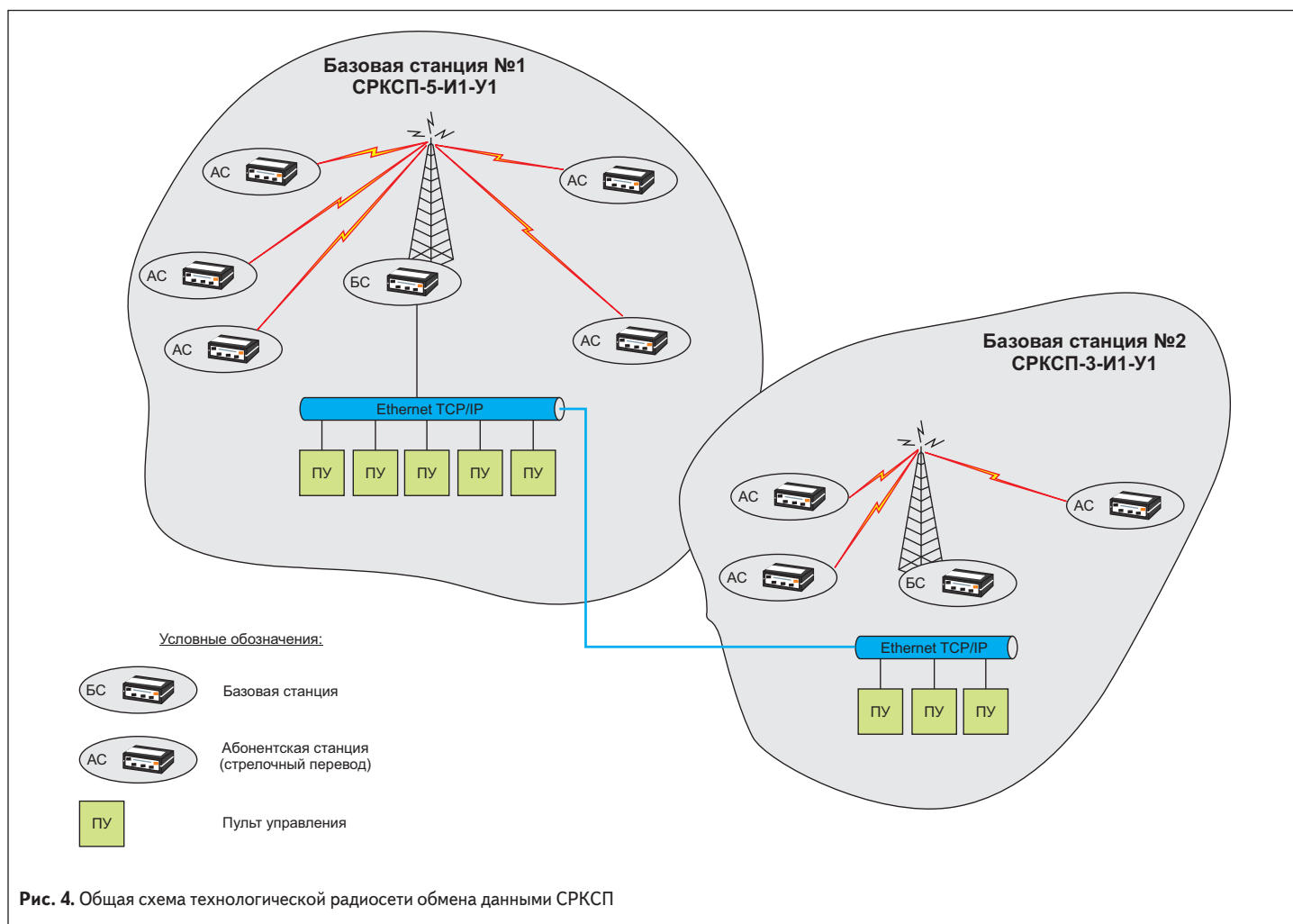


Рис. 3. Внешний вид монитора пульта управления оператора СРКСП



- Белый светофор открыт из тупика по плюсу.
- Контроль красного светофора «Н1» (все время, кроме открытия).
- Счетчик произведенных аварийных переводов.
- Подготовка маршрута из тупика по плюсу (участки пути белые, если рельсовая цепь свободна, и красные, если занята).
- Подготовка маршрута из тупика по минусу (участки пути белые, если рельсовая цепь свободна, и красные, если занята).
- Индикация реального времени.
- Кнопка вызова окна коррекции времени.
- Контроль красного светофора «Н2» (все время, кроме открытия).
- Желтый светофор открыт из тупика по минусу.
- Амперметр (контроль тока электропривода).
- Контроль наличия питания шкафа управления.

Таким образом, панель оператора позволяет в полном объеме выполнять функции, связанные с удаленным управлением стрелочными переводами и контролем их текущего состояния.

Порядок работы СРКСП

Панель оператора является инструментом маневрового диспетчера (ДСЦ станции). Имея готовый к отправлению поезд, маневровый диспетчер, ориентируясь по показаниям сенсорного экрана, убеждается в наличии

свободных стрелочных секций и контроля стрелки.

Отправление поезда в направлении по плюсу в погрузочно-разгрузочный тупик производится нажатием кнопки с литером соответствующего тупика. По показаниям светофора и наличию контроля стрелки ДСЦ убеждается в замыкании соответствующего маршрута. При этом показания повторителя, указателя светофорного типа «Ч», «ЧСР» изменяются с красного огня на белый.

Отправление поезда в направлении по минусу в погрузочно-разгрузочный тупик выполняется нажатием кнопки с литером соответствующего тупика. По показаниям светофора и наличию контроля стрелки ДСЦ убеждается в замыкании соответствующего маршрута. Показания повторителя, указателя светофорного типа «Ч», «ЧСР» изменяются с красного огня на желтый.

Отправление поезда в направлении по плюсу из тупика осуществляется нажатием кнопки с литером соответствующего тупика. По показаниям светофора и наличию контроля стрелки ДСЦ убеждается в замыкании соответствующего маршрута. При этом показания повторителя, указателя светофорного типа «Н1», «Н1» изменяются с красного огня на белый.

Отправление поезда в направлении по минусу из тупика производится нажатием кнопки с литером соответствующего тупика. По показаниям светофора и наличию контроля стрелки ДСЦ

убеждается в замыкании соответствующего маршрута. При этом показания повторителя, указателя светофорного типа «Н2», «Н2» изменяются с красного огня на желтый.

Разделка приготовленного маршрута происходит автоматически после прохождения и освобождения подвижным составом стрелочной секции. Разрешающие показания указателей светофорного типа изменяются на запрещающие.

Отмена ранее замкнутого маршрута производится нажатием кнопки «сброс маршрута». Размыкание маршрута происходит с задержкой в 120 с.



Программно-технические средства СРКСП позволяют также удаленно осуществлять аварийный перевод стрелки в случае появления ложной занятости стрелочной секции, выполнять аварийное отключение стрелки и контролировать потерю стрелки.

Технологическая радиосеть обмена данными

Функционирование СРКСП обеспечивается беспроводной технологической сетью связи², созданной на базе современных узкополосных

² Технологическая сеть связи (англ. private network, прежнее название «ведомственная», или «корпоративная») предназначена для обеспечения производственной деятельности организаций, управления технологическими процессами в производстве. Технологии и средства связи, применяемые для создания технологических сетей связи, а также принципы их построения устанавливаются собственниками или иными владельцами этих сетей (Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003 № 126-ФЗ).

Таблица. Сравнительные технические характеристики радиомодемов Guardian и Viper-SC+

| Параметр | Viper-SC+ 100/200/400/900 | | | | Guardian | | | |
|--|---|---|---|--|---|---|---|-----------------------|
| |  | | | |  | | | |
| | ОВЧ | 200 МГц | УВЧ | 900 МГц | ОВЧ | 200 МГц | УВЧ | 900 МГц |
| Диапазон частот, МГц | 136-174 | 215-240 | 406-470; 450-512 | 880-902; 928-960 | 136-174 | 215-240 | 406-470; 450-512 | 928-960 |
| Шаг сетки частот, кГц (настраивается программно) | 50; 25; 12,5; 6,25 | | | | 25 или 12,5 | | | |
| Тип излучения | 3K30F1D; 11K2F1D; 16K5F1D; 17K8F1D; 33K0F1D; 52K7F1D | | | | 9K55F1D, 9K35F1D, 11K6F1D, 14K6F1D, 16K4F1D | | | |
| Потребляемый ток: | прием, мА | | | | 450 (10 В); 240 (20 В); 170 (30 В) | | | |
| | передача 40 дБм (10 Вт), А | | | | 4,6 (10 В); 2,04 (20 В); 1,37 (30 В) | | | |
| | передача 30 дБм (1 Вт), А | | | | 1,2-3,6 (10 В); 0,6-1,8 (20 В); 0,4-1,2 (30 В) | | | |
| Номинальная задержка при холодном старте, с | 35 | | | | 20 | | | |
| Рабочее напряжение, В | 10-30 (постоянный ток) | | | | 10-30 (постоянный ток) | | | |
| Рабочая температура, °С | -40...+70 | | | | -40...+70 | | | |
| Температура хранения, °С | -45...+85, без образования конденсата | | | | -45...+85, без образования конденсата | | | |
| Влажность, % | 5-95, без образования конденсата | | | | 5-95, без образования конденсата | | | |
| Габаритные размеры, см | 13,97×10,80×5,40 | | | | 13,97×10,80×5,40 | | | |
| Масса (в упаковке), кг | 1,1 | | | | 1,1 | | | |
| Рабочий режим | симплекс/полудуплекс | | | | Симплекс, полудуплекс, дуплекс | | | Симплекс, полудуплекс |
| Передачик | | | | | | | | |
| Полоса пропускания без подстройки, МГц | 38 | | 64 (406,1-470 МГц); 62 (450-512 МГц) | 32 | 38 | | 64 (406,1-470 МГц); 62 (450-512 МГц) | 32 |
| Выходная мощность при напряжении 13,6 В, Вт | 1-10 | | | 1-8 | 1-10 | | | 1-8 |
| Время атаки, мс | <1 | | | | <1 | | | |
| Время переключения между каналами, мс | <15 | | | | <15 | | | |
| Импеданс, Ом | 50 | | | | 50 | | | |
| Цикл работы на передачу, % | 100 | | | | 100 | | | |
| Стабильность частоты, ppm | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 | 1,0 | | | |
| Интерфейсы | 2×RS-232 (DE-9F), 10Base-T RJ-45 | | | | 2×RS-232 (DE-9F) | | | |
| Антенна | TNC («мама») – прием/передача; SMA («мама») – прием (для двухпортовых устройств) | | | | TNC («мама») – прием/передача; SMA («мама») – прием (для дуплексных моделей) | | | |
| Приемник | | | | | | | | |
| Чувствительность (вероятность ошибки 1×10 ⁻⁶): | 100 кГц, дБм (при скорости обмена данными кбит/с) | -103 (64); -96 (192); -89 (256) | | - | -100 (64); -93 (192); -86 (256) | не применимо | | |
| | 50 кГц, дБм (при скорости обмена данными кбит/с) | -111 (32); -104 (64); -97 (96); -88 (128) | | | -108 (32); -101 (64); -94 (96); -85 (128) | не применимо | | |
| | 25 кГц, дБм (при скорости обмена данными кбит/с) | -114 (16); -106 (32); -100 (48); -92 (64) | | | -111 (16); -104 (32); -97 (48); -89 (64) | -100 дБм (19,2); -107 дБм (9,6); -110 дБм (4,8) | | |
| | 12,5 кГц, дБм (при скорости обмена данными кбит/с) | -116 (8); -109 (16); -102 (24); -95 (32) | | | -112 (8); -106 (16); -99 (24); -90 (32) | -107 дБм (9,6); -110 дБм (4,8) | | |
| | 6,25 кГц, дБм (при скорости обмена данными кбит/с) | -115 (4); -106 (8); -100 (12) | | | | не применимо | | |
| Подавление помех по соседнем каналу, дБ | 45 (6,25 кГц); 60 (12,5 кГц); 70 (25 кГц); 75 (50 кГц); 70 (100 кГц) | | | 60 (12,5 кГц); 70 (25 кГц); 75 (50 кГц); 70 (100 кГц) | 60 (12,5 кГц); 70 (25 кГц) | | | |
| Интермодуляция, дБ | >75 | | | | >75 | | | |
| Избирательность, дБ | >70 (25 кГц); >60 (12,5 кГц); >55 (6,25 кГц) | | | | >70 (25 кГц); >60 (12,5 кГц) | | | |
| Время переключения с приема на передачу, мс | <2 | | | | <2 | | | |
| Время переключения между каналами, мс | <15 | | | | <15 | | | |
| Модем | | | | | | | | |
| Скорость, кбит/с | 4; 8; 12; 16; 24; 32; 48; 64; 96; 28; 256 | | | | 4,8; 9,6; 19,2 | | | |
| Индикация | Питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, прием/передача | | | | Питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, прием/передача | | | |
| Вид модуляции | 2FSK, 4 FSK, 8FSK, 16FSK | | | | 2FSK | | | |
| Адресация | IP | | | | не применимо | | | |

радиомодемов диапазона ультракоротких волн (УКВ). Область применения технологических радиосетей обмена данными определяется следующими основными оперативно-техническими возможностями и преимуществами:

- гарантированной надежностью³ работы;
- высокой живучестью⁴ радиосети в различной обстановке;
- рабочей зоной, полностью перекрывающей заданный район использования;
- применением детерминированных протоколов обмена данными, поддерживающих работу в близком к реальному режиму времени и обеспечивающих гарантированную доставку данных в установленные регламентом работы радиосети сроки;
- относительно небольшим временем доступа к каналу передачи данных;
- достаточной пропускной способностью;
- высокой безопасностью данных, функционирующих в технологической радиосети;
- относительно низкой стоимостью эксплуатации;
- независимостью от «чужой» инфраструктуры связи и возможностью ее развития, исходя из реальных потребностей;
- совместимостью с разнородным оборудованием сбора и обработки данных по широко применяемым и детально отработанным интерфейсам;

- простотой перемещения и оперативностью развертывания в новом районе;
- возможностью эксплуатации в жестких условиях окружающей среды.

Общая схема технологической радиосети обмена данными СРКСИ представлена на рис. 4.

Рассматриваемая технологическая радиосеть обмена данными реализована на радиомодемах Viper-SC+. Она обеспечивает автоматический двусторонний обмен алфавитно-цифровой информацией между абонентами радиосети по IP-протоколу. К сети подключены пульты управления операторов и электроприводы стрелочных переводов. Учитывая, что пульты управления операторов подсоединены к общей информационной сети предприятия, дальнейшее распространение циркулирующей через них информации как по штатным каналам связи, так и по каналам технологической радиосети не представляет сложности.

Следует отметить, что первоначальная реализация СРКСИ была выполнена на «прозрачных» радиомодемах Guardian, однако отсутствие необходимого радиочастотного ресурса (в распоряжении заказчика имелось только два радиочастотных номинала) предопределило переход на радиомодемы Viper-SC+, имеющие более высокую пропускную способность.

Сравнительные технические характеристики радиомодемов Guardian и Viper-SC+ представлены в таблице.

Дальнейшее развитие радиосети предполагает повышение ее надежности за счет при-

менения радиомодемов Viper-SC+ base station, обеспечивающих автоматическую регулировку скорости обмена данными (балансировку потока данных) для каждого объекта в радиосети в зависимости от уровня принимаемого сигнала, и управляемости радиосети за счет внедрения системы мониторинга технического состояния на базе программно-технического комплекса «Балтика».

Выводы

1. Надежное управление стрелочными переводами на путях промышленного железнодорожного транспорта может быть организовано по каналам узкополосной технологической радиосети обмена данными УКВ-диапазона. Эта функция успешно реализована специалистами ООО «Атомэлектроприбор» (www.atomelektroprigor.ru) на железнодорожной сети АО «Лебединский ГОК» (г. Губкин, Белгородская область).
2. Технические возможности радиомодемов семейства Viper-SC+ позволяют создавать и успешно эксплуатировать технологические радиосети обмена данными, предназначенные для организации движения промышленного железнодорожного транспорта.
3. Результаты работ по созданию системы радиоуправления и контроля стрелочными переводами (СРКСИ) на базе узкополосных радиомодемов Viper-SC+ подтвердило на практике возможность применения радиотехнического оборудования в ответственных приложениях, включая приложения, связанные с работой железнодорожного транспорта, на предприятиях горнодобывающей промышленности. ■

³ Надежность (англ. reliability) — свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и транспортирования (ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения»).

⁴ Живучесть (англ. survivability) — свойство системы, характеризующее способность выполнять установленный объем функций в условиях воздействия внешней среды и отказов компонентов системы в заданных пределах (ГОСТ 34.003-90 «Автоматизированные системы. Термины и определения»).