

# УЗКОПОЛОСНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РАДИОСЕТЬ ОБМЕНА ДАННЫМИ УКВ-ДИАПАЗОНА НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ VIPER-SC+

С.Маргарян<sup>1</sup>

УДК 621.396.24  
БАК 05.12.13

Организация надежной радиосети обмена данными в районах со слабо развитой телекоммуникационной инфраструктурой является весьма актуальной задачей. Расширение работ по освоению Западной Сибири и морского шельфа, а также активизация хозяйственной деятельности в арктических районах Российской Федерации делают необходимым создание систем связи, способных работать в условиях сурового климата, и в то же время, не требующих непосильных затрат на их эксплуатацию. Радиотехническая платформа Viper-SC+ позволяет строить современные узкополосные технологические радиосети УКВ-диапазона повышенной надежности и живучести для нужд промышленности, энергетики, транспорта, систем безопасности и обороны. Рассмотрим особенности построения и функциональные возможности таких радиосетей.

**И**стория создания и эксплуатации гражданских узкополосных технологических радиосетей обмена данными насчитывает уже более 30 лет. Первые успешные эксперименты по беспроводной передаче пакетных данных по узкополосному радиоканалу в УКВ-диапазоне были проведены в 1978 году канадскими радиолюбителями Р.Роули, Н.Перлом и Ж.Орсали. В 1992 году Р.Роули и Н.Перл создали компанию Dataradio, которая занялась развитием технологии и созданием перспективных технических средств на ее основе – радиомодемов.

С тех пор узкополосные технологические радиосети обмена данными стали широко применяться в проектах, в которых использование проводных сетей оказывается

невозможным или нецелесообразным. Узкополосные технологические радиосети обмена данными свободны от ограничений, присущих сетям связи общего пользования. Они характеризуются высокой надежностью работы в различных условиях (требования к надежности и отказоустойчивости закладываются на этапе проектирования радиосети ее владельцем). Рабочая зона узкополосных технологических радиосетей полностью перекрывает район использования подключенных к радиосети оконечных устройств, как правило, объединенных в автоматизированную систему управления (созданы технологические радиосети с оперативной зоной более миллиона кв. км). Применение детерминированных протоколов обмена данными, поддерживающих работу в режиме реального времени, обеспечивает гарантированную доставку данных в установленные регламентом работы радиосети сроки.

<sup>1</sup> Заместитель генерального директора, главный конструктор  
ЗАО "НПП "Родник", sm@rodnik.ru.

Узкополосные технологические радиосети характеризуются относительно небольшим временем доступа к каналу передачи, что дает возможность уменьшить задержки в доставке данных. Применяемые в этих радиосетях технологии обеспечивают защиту от подавления, перехвата или несанкционированного доступа к данным в сети.

Относительно низкая стоимость эксплуатации и независимость от "чужой" инфраструктуры связи дает возможность развивать ее исходя из реальных требований эксплуатирующей ее организации. Узкополосные технологические радиосети совместимы с разнородным оборудованием сбора и обработки данных благодаря использованию широко распространенных интерфейсов. Кроме того, эти сети характеризуют простота перемещения, оперативность развертывания в новом районе и возможность эксплуатации в жестких условиях окружающей среды.

Узкополосные технологические радиосети обмена данными УКВ-диапазона находят применение в таких областях, как топливная энергетика и электроэнергетика, горнодобывающая промышленность, транспорт, службы общественной безопасности, роботизированные комплексы, системы мониторинга состояния окружающей среды и сооружений, жилищно-коммунальное хозяйство, сельское хозяйство, оборонные системы и др.

Современная радиотехническая платформа Viper-SC+ разработана американской компанией CalAmp – ведущим мировым производителем радиомодемов, преемником канадской компании Dataradio. Технологическая радиосеть обмена данными, построенная на радиотехнической платформе Viper-SC+, относится к пакетным радиосетям. Эти сети используют встроенный протокол обмена данными и обеспечивают разделение поступающей на порт радиомодема информации на пакеты. К пакету добавляют служебные данные, включая, в отдельных случаях, избыточные данные помехоустойчивого кодирования.

Платформа Viper-SC+ включает в себя:

- радиомодем Viper-SC+ с одним антенным входом (рис.1);
- радиомодем Viper-SC+ с двумя антенными входами;
- базовую станцию Viper-SC+ (рис.2);
- базовую станцию Viper-SC+ повышенной надежности с резервированием всех компонентов;
- базовую станцию Viper-SC+ повышенной надежности с резервированием всех компонентов с двумя антенными входами.



**Рис.1.**  
Радиомодем Viper-SC+ с одним антенным входом

По состоянию на март 2014 года всего в мире в эксплуатации находилось 19 533 радиомодемов Viper-SC+, из которых был проведен ремонт 618 радиомодемов. В течение четырех лет без отказов проработало 97% радиомодемов Viper-SC+, а общее время наработки составило 258 254 000 ч. Эти данные говорят о высокой надежности платформы Viper-SC+.

Выпускаются радиомодемы версий Viper-SC+ 100/200/400/900 с рабочим диапазоном частот от 136–174 МГц до 928–960 МГц. Они обеспечивают обмен данными в стационарной технологической радиосети по IP-протоколу на скоростях 4–256 кбит/с в канале с шагом сетки радиочастот 100, 50, 25, 12,5 или 6,25 кГц. Скорость обмена данными и шаг сетки радиочастот настраиваются программно. Базовые станции Viper-SC+ 100/200/400/900 base station имеют рабочие диапазоны частот от 136–174 МГц до 928–960 МГц, шаг сетки частот 50, 25, 12,5 или 6,25 кГц и скорость обмена данными от 4 до 256 кбит/с. Совместно с техническими средствами радиотехнической платформы Viper-SC+ может использоваться получившая широкое распространение в странах СНГ российская программа мониторинга технического состояния радиосети "Балтика".

Технологическая радиосеть обмена данными на базе радиотехнической платформы Viper-SC+ поддерживает все известные топологии, включая наиболее часто применяемую топологию "точка – много точек". Сеть строится с использованием только радиомодемов Viper-SC+, либо базовых станций Viper-SC+ base station и радиомодемов. В обоих случаях предусмотрена возможность использования ретранслятора для увеличения оперативной зоны радиосети.



**Рис.2.** Базовая станция Viper-SC+

Подключение оконечных устройств производится по последовательному (RS-232) или сетевому (Ethernet, разъем RJ45) интерфейсу. Допускается одновременное подключение оконечного оборудования на разных объектах радиосети по любому из двух интерфейсов, а также подключение к одному радиомодему двух оконечных устройств. Радиомодем самостоятельно выполняет согласование между последовательным и сетевым интерфейсами.

Типовая радиосеть на радиотехнической платформе Viper-SC+ обеспечивает обмен на заданной скорости, выполняя опрос удаленных объектов по установленному графику, либо прием информации базовой станцией по инициативе удаленных объектов (при подключении по порту Ethernet). Надежность функционирования такой радиосети достигается благодаря учету баланса радиосигнала для каждого подключенного к радиосети объекта при наихудших условиях, а также высоким техническим характеристикам оборудования, эксплуатация которого допускается в жестких условиях окружающей среды. Среднее время наработки на отказ радиомодемов Viper-SC+ составляет около 418 000 ч.

Однако отказы и сбои в работе оборудования неизбежны, ведь среднее время эксплуатации технологической радиосети без ее модернизации составляет не менее 12 лет. В связи с этим при разработке радиотехнической платформы Viper-SC+ были предусмотрены дополнительные меры, обеспечивающие повышение надежности и живучести радиосети за счет сокращения возможных простоев, обеспечения непрерывной работы при снижении уровня принимаемого сигнала и в условиях помех, "горячего" резервирования аппаратуры, превентивного выявления предпосылок к сбоям и выходам аппаратуры из строя, а также оперативной ликвидации аварий.

Значительное время при развертывании технологической радиосети и восстановлении ее работоспособности после сбоев занимает настройка отдельных радиомодемов. Время, необходимое для выполнения этих операций, иногда очень сложно спрогнозировать, а простой в работе связан с серьезными финансовыми потерями. Радиомодем Viper-SC+ относится к программно-определяемым системам (SDR – Software Defined Radio), поэтому их настройка производится программным способом. Встроенное программное обеспечение позволяет устанавливать номиналы рабочих частот (память радиомодема рассчитана на единовременное хранение 32 номиналов), шага сетки радиочастот, выходной мощности и скорости обмена данными. Все эти параметры после настройки в одном радиомодеме могут быть перенесены в другой (функция клонирования настроечных данных). В результате, настройка большого количества радиомодемов занимает существенно

меньше времени, чем раньше, а восстановление работоспособности в отдельных случаях может производиться удаленно.

В состав платформы входит радиомодем с двумя портами – передающим и приемным. Разнесение приемного и передающего портов позволяет оптимизировать характеристики принимаемого сигнала за счет использования серийно выпускаемых радиочастотных фильтров и усилителей, а также добиться стабильной работы в условиях слабого сигнала и внешних помех. Выходная мощность радиомодема увеличена вдвое по сравнению с ранее выпускавшимися моделями, что позволяет получать необходимый уровень сигнала на входе приемного оборудования и упрощает проектирование антенно-фидерного устройства.

Повышение надежности сопряжения с оконечным оборудованием обеспечивается возможностью его подключения одновременно по двум интерфейсным портам – последовательному (RS-232) и сетевому (Ethernet, RJ45). В этом случае один из интерфейсных портов может настраиваться в качестве основного, а второй – резервного. Радиомодем Viper-SC+ имеет два последовательных порта RS-232 – настроечный и информационный. Настроечный порт используется для удаленной диагностики и мониторинга технического состояния в реальном масштабе времени. Данный порт также может быть сконфигурирован для обмена данными, поэтому потенциально третий интерфейс также может быть использован для подключения оконечного устройства. Наличие трех каналов подключения удовлетворяет самым высоким требованиям по обеспечению надежности и живучести, предъявляемым, например, на авиационном и железнодорожном транспорте, а также в системах военного назначения.

Условия приема радиосигнала могут изменяться в широких пределах в процессе эксплуатации радиосети, что влияет на надежность ее работы. Известно, что при одинаковых условиях приема более надежно обеспечивается работа на более низкой скорости. В связи с этим в базовой станции Viper-SC+ base station реализована функция автоматического выбора оптимальной скорости обмена для каждого подключенного к радиосети оконечного устройства. То есть в случае ухудшения условий приема для конкретного удаленного радиомодема базовая станция автоматически выбирает максимальную скорость обмена данными, обеспечивающую надежную работу. В результате, даже в случае падения уровня приемного сигнала или появления помех связь с удаленными объектами не прерывается. Использование данной функции позволяет автоматически поддерживать наибольшую пропускную способность радиосети, организуя связь с наиболее удаленными объектами

на более низкой, а с приближенными – на более высокой скорости.

Наибольший ущерб при эксплуатации технологической радиосети возникает в результате выхода из строя базовой станции. Как правило, она поддерживает работу 12–15 удаленных объектов (технически возможно существенно больше), поэтому в случае прекращения ее работы теряется контроль над значительными ресурсами. Базовая станция повышенной надежности и живучести имеет в своем составе два комплекта оборудования, один из которых находится в "горячем" резерве. В случае сбоя в работе или выхода из строя одного комплекта оборудования встроенный контроллер базовой станции автоматически переключает работу на резервный, исключая возникновение перерыва в работе. Использование такой базовой станции позволяет на практике создать технологическую радиосеть, хорошо защищенную от наиболее опасных сбоев и аварий.

Техническое состояние радиосети на платформе Viper-SC+ может оперативно контролироваться средствами программно-технического комплекса (ПТК) "Балтика", предназначенного для мониторинга рабочих параметров аппаратуры, включая идентификационный номер устройства, температуру внутри корпуса, напряжение питания, уровень сигнала, принимаемого базовой станцией радиосети от удаленного устройства, излучаемую мощность передатчика, мощность обратной волны.

ПТК "Балтика" позволяет следить за целостностью и качеством каналов технологической радиосети обмена данными, контролировать рабочие параметры радиотехнической аппаратуры, извещать оператора о нештатной работе каналов обмена данными, выявлять сбои в функционировании основной электросети и факт перехода на питание от резервной сети (аккумуляторов).

Программное обеспечение ПТК обеспечивает конфигурирование (описание структуры) технологической радиосети обмена данными, установку пороговых значений для измеряемых параметров оперативной диагностики. С помощью ПО возможно слежение за поступлением данных оперативной диагностики от радиомодемов Viper-SC+ на основании их идентификаторов и формирование сигнала "авария" при пропадании этих данных. ПО производит анализ значений данных оперативной диагностики от радиомодемов Viper-SC+ (величину пороговых значений) и формирование сигнала "авария" при их выходе за установленные пределы. Возможен также анализ данных оперативной диагностики для косвенного определения исправности абонентских радиомодемов Viper-SC+, работающих через удаленные ретрансляторы технологической радиосети

обмена данными, не подключенные непосредственно к комплексу мониторинга.

Средствами ПТК "Балтика" выполняется ведение журнала аварий, формирование отчетов по видам аварий и времени их возникновения, анализ изменения данных оперативной диагностики с целью предсказания возможных аварийных ситуаций и сбоев. Это позволяет надежно контролировать технологическую радиосеть обмена данными на радиотехнической платформе Viper-SC+, снижая риск потери работоспособности.

Организация сопровождения развернутой радиосети во многих случаях оказывается на порядок сложнее, чем ее первоначальное развертывание. Это трудоемкий процесс, направленный на поддержание радиосети в работоспособном состоянии. Оборудование радиотехнической платформы Viper-SC+ предназначено для непрерывной работы в необслуживаемом режиме и не требует периодической юстировки. При наличии комплекта запасных частей, инструментов и принадлежностей (ЗИП) восстановление работоспособности радиосети обеспечивается простой заменой блока радиомодема, которая сводится к подключению трех кабелей: антенного, информационного и питающего. ●