

Радиорелейные станции нового поколения

Реализация и примеры внедрения



Леонид БРУСИЛОВСКИЙ,
председатель Совета Ассоциации
отечественных производителей
и потребителей РРС (АПОРРС)

В последнем десятилетии отмечается бурный рост всех трех типов беспроводных технологий связи: широкополосного радиодоступа, спутниковой связи и радиорелейной связи. Системы широкополосного радиодоступа LTE/WiMAX обеспечивают уже не только телефонию, но и мультисервисные услуги связи, как для фиксированных, так и для мобильных потребителей. Спутниковая связь за счет вывода на орбиту спутников Ka-диапазона стала конкурентной по ценам на мультисервисные услуги связи с наземными технологиями. Радиорелейные станции нового поколения (РРС НП) также характеризуются новыми принципиальными свойствами. В данной статье рассмотрены основные из них и приведены примеры использования РРС НП для различных приложений.

Узел связи на базе РРС НП – это универсальное средство связи, которое должно обеспечивать:

- **поддержку любой среды передачи** (высокоскоростного радиочастотного канала; колец и ответвлений на «витой паре»; оптических колец и ответвлений);
- **работу с любым транспортом** (TDM; IP; смешанный с разделением полосы пропускания на TDM и пакетную; прямая передача потокового сигнала для цифрового телевидения – ASI);
- **оптимальные модульность и гибкость.** Гибкость РРС НП во многом обеспечивается наличием всех типов пользовательского интерфейса: 10/100/1000 Base-T; 1000 Base-SX/LX; n x E1, STM-1; ASI-DVB. Оптимальные модульность и гибкость достигаются использованием универсальных слотов и специализированных модулей в сочетании с модернизацией возможностей РРС путем покупки только необходимых лицензий и ПО (pay as you grow). Оптимальные модульность и гибкость в

итоге обеспечивают снижение стоимости оборудования;

- **оптимальное использование радиочастотных ресурсов:**
 - *максимальная емкость радиоканала* за счет использования нового поколения сигнальных процессоров цифровой обработки радиосигналов;
 - *высокая спектральная эффективность* благодаря высокому уровню модуляции (QAM-256, -512 и даже -1024);
 - *технология передачи на двух поляризациях* позволяет удвоить емкость канала за счет применения технологии XPIC (Cross Polarization Interference Canceller);
 - *технология адаптивной модуляции и кодирования с безобрывным переключением (AMC) и политика приоритета обслуживания (QoS)* дают возможность использовать всю ширину спектра при соответствующем состоянии эфира;
 - *передовые технологии помехоустойчивого кодирования.* Использование комбинации блочного

кодирования LDPC (Low-density parity-check code) и полиномиального кода BCH;

- **снижение энергопотребления.**

Радиорелейные станции связи прямой видимости как надежное, удобное и доступное средство связи сохраняют устойчивый спрос как на мировом, так и на отечественном рынке. Локомотивом их развития уже более десяти лет служат системы мобильной сотовой связи. Традиционные TDM РРС с большим успехом обеспечивают транспортный уровень сетей GSM поколений 2 и 2,5, и потребность в них сохранится на ближайшее десятилетие.

Эволюция системной архитектуры сети GSM в сети третьего и четвертого поколений потребовала развития функционала пакетного режима (IP или Ethernet), так как практически все базовые станции ведущих производителей имеют IP-интерфейс. Поэтому РРС нового поколения должны обеспечить высокоэффективный и гибкий сетевой узел, конвергентный для TDM и пакетного транспорта и расширяемый для будущих услуг.

Конвергенция трафика обеспечивается в TDM PPC средствами IP через TDM (традиционные PPC), а в IP PPC средствами поддержки стандарта PWE (Pseudo Wire Emulation). Кроме того, имеются гибридные PPC, в которых транспорт TDM и IP передается независимо в одном радиостволе.

Далее будут представлены PPC НП, серийно выпускаемые ведущими зарубежными и отечественными производителями, и их реальные внедрения, материалы по которым были любезно предоставлены автору компаниями-производителями.

Примеры использования PPC НП

NEC (Япония)

Мировой лидер в развитии радиорелейной связи – корпорация NEC. Дочерней компанией NEC, успешно внедряющей в нашей стране новейшие технологии радиорелейной связи, является ЗАО «NEC Нева Коммуникационные Системы». Новые PPC NEC семейства iPASOLINK (iPASOLINK200, iPASOLINK400, iPASOLINK1000) обеспечивают практически все перечисленные функции. Модели серий 400 и 1000 имеют в составе оборудования универсальные слоты, 4 и 14 соответственно, которые позволяют устанавливать в них радиорелейный модем, интерфейсные карты (16E1, STM-1, 4xGbE и др.). Модель серии 1000 имеют также десять высокоскоростных слотов (10GbE, STM-16) и развитые возможности резервирования.

iPASOLINK позволяет быстро и просто проводить модернизацию сети благодаря мощной начинке, включающей полнофункциональный коммутатор Ethernet операторского класса и электронный кросс-коннект для трафика TDM, и возможности повторного использования инфраструктуры от предыдущих моделей серии Pasolink (антенны, кабели ПЧ, трафиковые кабели, в некоторых случаях даже внешние блоки). При этом iPASOLINK позволяет проводить масштабируемое во времени переключение радиорелейных линий на оптические линии

связи без лишних затрат, на одной платформе, используя все современные протоколы передачи и синхронизации сигнала. Если изначально узел связи был подключен к контроллеру по РРЛ, то когда к узлу будет подведен оптический кабель, оператору нет необходимости демонтировать PPC и ставить вместо нее оптическое оборудование. Достаточно перенаправить весь трафик с радиопорта на оптический. Это позволит сэкономить на приобретении нового оборудования и резко снизит продолжительность обрыва трафика на время переключения.

Оборудование iPASOLINK используют операторы «большой тройки».

К основным преимуществам оборудования можно отнести:

- высочайшую надежность, проверенную на практике, с первых до современных моделей;
- полную совместимость с инфраструктурой оборудования предыдущего поколения;
- поддержку любых режимов работы оборудования: TDM, гибридного, пакетного, комбинацию пакетного и гибридного. Для перевода оборудования из одного режима в другой требуется только настройка с помощью терминальной программы, основанной на web-интерфейсе;
- поддержку модуляции QPSK, QAM-16, -32, -64, -128, -256 и режима адаптивной модуляции AMR. Причем AMR работает не только для пакетного трафика, но и для трафика TDM;
- безобрывное (даже без кратковременного обрыва) переключение основного на резервный канал в режиме 1+1;
- один тип блоков наружной установки (ODU) и модемов, что снижает количество ЗИП. Один тип модемов поддерживает все режимы работы: все типы модуляции, все полосы излучения, а также XPIC;
- малую массу ODU. Блоки ODU являются самыми легкими в мире, что позволяет оператору проводить запуск РРЛ с меньшими физическими затратами и в минимальные сроки;
- высокие излучаемую мощность (в среднем на 3 дБ мощнее, чем у конкурентов) и чувствительность

приемника (на 3–4 дБ лучше, чем у конкурентов) в своем классе. Это позволяет при заданных характеристиках канала использовать антенны меньшего диаметра, что снижает капитальные расходы;

- высокую емкость радиоканала – в среднем на 4% выше, чем у конкурентов (выигрыш в 4–5 Мбит/с на пролет);
- низкие задержки при передаче трафика на пролет – 150 мкс (в то время как у конкурентов доходит до 2 мс), что позволяет установить больше пролетов, чем при использовании оборудования конкурентов;
- встроенный Ethernet-коммутатор емкостью от 20 Гбит/с, что в несколько раз выше, чем у конкурентов. Высокая производительность – это гарантия возможности использования оборудования не только сейчас, но и в будущем;
- поддержку всего необходимого на транспорте функционала: резервирование каналов и интерфейсов (APS, LAG/LACP, RING), приоритизация трафика (QoS), логическое и физическое разделение трафика (VLAN, Q-in-Q);
- очень низкое энергопотребление, что снижает эксплуатационные расходы.

Ceragon Networks (Израиль)

Израильская компания Ceragon Networks, основанная в 1996 г., благодаря внедрению новых технологий и приобретению в январе 2011 г. ведущего норвежского производителя РРЛ Nera Networks, быстро завоевала лидирующие позиции на рынке высокоскоростных транспортных радиорелейных решений.

Высокопроизводительная гибридная PPC НП Ceragon FibeAir IP-10 операторского класса оптимизирована под передачу трафика Ethernet и соответствует требованиям Metro Ethernet Forum MEF-9 и MEF-14. Оборудование позволяет независимо друг от друга объединять IP- и TDM-трафик, поддерживает все типы сервисов и необходимые механизмы QoS. Система IP-10 предназначена для нужд корпоративных и ведомственных сетей, провайдеров Интернет, мультисервисных операторов, миграции сетей сотовой связи к 3G/4G. При этом дальнейший

переход от гибридных сетей на полностью пакетные не потребует замены оборудования.

Система IP-10 обеспечивает передачу дуплексных потоков данных со скоростью 10–500 Мбит/с в диапазонах частот 6–38 ГГц при занимаемой полосе канала от 7 до 56 МГц. В IP-10 реализована технология адаптивной модуляции (АСМ). Внутренний блок IP-10 имеет до двух портов Gigabit Ethernet, до пяти портов Fast Ethernet и может комплектоваться портами E1 (до 16xE1). Развитием системы IP-10 будет узловое решение до шести направлений в одном модульном конструктиве, внутренние блоки с поддержкой до 32xE1 и ch-STM-1, передача до 84xE1 на одной несущей.

Оборудование Ceragon Networks очень популярно в России. Оно характеризуется высокой емкостью каналов и работоспособностью в суровых условиях эксплуатации. Поэтому компания «Tele2 Россия» подписала многолетнее соглашение по оснащению своей транспортной сети радиорелейным оборудованием IP-10. Поставки по данному соглашению уже начались.

Еще одним заметным внедрением радиорелейного оборудования Ceragon является оснащение высокоскоростной радиорелейной связью морских судов и платформ, работающих в шельфовых зонах. Система PointLink МК имеет механизм вращения и самонастройки антенн, высокий уровень защиты от коррозии. На ее базе, например, в Северном море построены канал 155 Мбит/с на интервале 45 км для мобильной нефтяной платформы BP и канал производительностью 4x32 Мбит/с на интервале 123 км для нефтяной платформы компании Talisman Energy.

НПФ «Микран» (Томск)

ЦРПС семейства «МИК-РЛ», основанные на собственных схемотехнических решениях и технологиях, являются самыми массовыми отечественными РРС и хорошо знакомы нашим связистам. В эксплуатации находится более 7 000 РРС.

В 2011 г. потребителям предложены новинки во всех сегментах продуктовой линейки:

- ЦРПС диапазона 400 МГц МИК-РЛ400Р с пропускной способ-

ностью до 8 Мбит/с для работы на протяженных и/или полузакрытых трассах;

- модернизированные среднескоростные ЦРПС МИК-РЛ4...15РМ (4...15 ГГц) с пропускной способностью до 78 Мбит/с, представляющие оптимальное ценовое решение для РРЛ, не требующих более высокой скорости передачи;
- масштабируемая ЦРПС МИК-РЛ4...40Р+ дополнена модулем Gigabit Ethernet и возможностью агрегации стволов с повышением скорости до 314 Мбит/с. Функционал РРС пополнился адаптивной модуляцией, автоматической регулировкой мощности и оригинальной функцией приоритетной передачи TDM и IP-трафика.

Из наиболее значимых проектов с применением РРС «МИКРАН», реализованных в 2010 г., можно отметить проект газоснабжения Камчатской области, в рамках которого для нужд ООО «Газпром трансгаз Томск» была построена 17-интервальная РРЛ технологической связи вдоль магистрального газопровода от Нижнекамчатинского газоконденсатного месторождения до Петропавловска-Камчатского протяженностью 450 км. Проект отличается сложным рельефом трасс РРЛ и жесткими климатическими условиями эксплуатации оборудования.

ЗАО «Радиян» (Санкт-Петербург)

ЗАО «Радиян» уже несколько лет продвигает собственные схемотехнические решения, используя импортную элементную базу. Оборудование полностью адаптировано к отечественным условиям эксплуатации при температурах от –50 до +50 °С.

В последние годы были разработаны и серийно выпускаются новые РРС семейства «Радиян».

Модель Радиян ASI/Ethernet обеспечивает передачу до пяти телевизионных мультиплексов через стандартный интерфейс ASI, трафика Ethernet (до четырех портов 10/100 Base-T с их коммутацией), традиционных телефонных потоков E1. При распределении пропускной способности приоритет отдается последовательно: потокам E1 (при наличии), суммарному потоку ASI; трафику IP/Ethernet

предоставляется вся оставшаяся полоса пропускания. Рабочий диапазон частот 4–38 ГГц. Скорость цифрового потока – до 311 Мбит/с. Модуляция – программно перестраиваемая QPSK, QAM-16, -32, -64, -128 и -256. Имеется режим адаптивной модуляции АСМ, адаптивной регулировки выходной мощности передатчика. Помехоустойчивое кодирование по алгоритму LDPC, поддержка технологии XPIC. Гибкость РРС достигается использованием специализированных модулей.

Модель Радиян IP предназначена для построения цифровых радиорелейных линий различной топологии и передачи высокоскоростного TDM- и IP-трафика со скоростью до 311 Мбит/с. Достичь высокой эффективности работы радиорелейной линии позволяют заложенные технологии адаптивной модуляции и адаптивной регулировки мощности передатчика, высокоэффективное помехоустойчивое кодирование LDPC. Технические характеристики аналогичны Радиян ASI/Ethernet.

ЗАО «ДОК» (Санкт-Петербург)

ЗАО «ДОК» на протяжении последних десяти лет серийно выпускает высокоскоростные радиомосты РРС-100, РРС-350 и РРС-1000 в миллиметровых диапазонах производительностью соответственно 100 (155) Мбит/с, 350 Мбит/с и 1,25 Гбит/с. «Окна прозрачности» в диапазонах Q (40,5–42,5 ГГц) и E (71–86 ГГц) позволяют с высокой надежностью обслуживать в средней полосе России пролеты до 7 км. Единственная атмосферная преграда для радиолиний этого диапазона – сильный дождь. В соответствии с решением ГКРЧ использование радиоборудования в E-диапазоне носит уведомительный характер.

Эффективность использования радиомостов ЗАО ДОК подтверждается следующими внедрениями.

1. Компания ОАО «Ростелеком», филиал «Урал» в Свердловской области, эксплуатирует РРС-1000 на трассе длиной 4,5 км. По всем тестируемым параметрам (задержка, потери и пропускная способность) радиомост показал отличный результат.

2. Аэропорты городов Елизово и Якутска. Служебный канал

передачи данных организован с помощью PPS-100 в диапазоне 40 ГГц. Радиорелейные пролеты непосредственно пересекают взлетно-посадочные полосы, но это не отражается на качестве связи, так как восстановление канала происходит за доли секунды. Эксплуатация радиорелейного оборудования традиционных диапазонов невозможна из-за работы радиолокационных систем аэропорта, а прокладка ВОЛС через территорию аэропорта запрещена.

3. Компания ЗАО «ОГАНЕР-СЕРВИС» города Норильска справилась с задачей предоставления услуг телематики и аренды каналов связи от интернет-провайдера к потребителям в условиях вечной мерзлоты с помощью PPS ДОК диапазона 40 ГГц. Длина трассы составляет 20 км.

4. Системный интегратор ЗАО «Ниеншанц» принял решение использовать PPS-1000 в E-диапазоне для прохождения через федеральную трассу «Дон» и железнодорожные пути одним пролетом. Благодаря использованию оборудования ДОК за счет уведомительного порядка применения удалось значительно сократить сроки запуска проекта, так как исключена необходимость получать массу разрешений, согласований и проведения работ по прокладке ВОЛС.

В настоящее время ЗАО ДОК на базе миллиметровых радиомостов производит высокоскоростные системы типа «точка-многоточка» (PTMP). Система «Сити-А» предназначена для построения скоростных опорных IP-сетей городского масштаба в Q-диапазоне с радиусом соты 1,5–3 км. На базе такой системы было организовано ТВ-вещание в городе Люберцы Московской области на площади 30 кв. км для 180 тыс. жителей.

ЗАО ДОК владеет собственными технологиями изготовления ключевых элементов: ЛПД-диодов, малошумящих активных умножителей частоты, смесителей, антенн, электрически перестраиваемых аттенуаторов и волноводных фильтров.

Следует отметить, что и компания NEC также серийно выпускает высокоскоростные радиомосты в E-диапазоне под торговой маркой ePasolink.

НПФ «Сельсофт»

(г. Шахты, Ростовская область)

Развитие IP-технологий стимулировало развитие радиорелейного оборудования в метровых диапазонах (150, 300 и 400 МГц). Их основные преимущества перед более скоростными PPS гигагерцовых диапазонов – отсутствие требования прямой видимости и установки высоких опор, оперативность развертывания и невысокая стоимость.

PPS Р6 производства НПФ «Сельсофт» позволяет гибко и экономично использовать на полукрытых интервалах максимально возможную скорость передачи Ethernet в 2 Мбит/с. Пакетный канал доступен для всех сервисов и служб всех объектов сети. Возможные коллизии при попытках доступа к потоку легко

устраняются таблицей приоритетов. При этом PPS Р6 может работать как в IP-, так и в TDM-режиме. Для TDM-составляющей сети предназначены первичные и кроссирующие мультиплексоры серии МЦ-115Т и МК-5, для IP-составляющей – конверторы каналов ТЧ и RS-232/485 в Ethernet серии К-2М.

Все это дает возможность низкоскоростным IP РРЛ решать в ведомственных сетях многие задачи из тех, которые при TDM-технологии могли выполнять только среднескоростные РРЛ прямой видимости диапазона от 7 ГГц и выше: организация многопролетных региональных РРЛ (до десяти интервалов), предоставление в пунктах ретрансляции доступа к потоку 2 Мбит/с всем службам (телефония, сигнализация, видеонаблюдение), резервирование. ■

О деятельности АПОРРС

Российские разработчики PPS НП стараются не отставать по уровню функционала от зарубежных производителей, однако это все труднее сделать, сохраняя собственные схемотехнику и технологию. Все чаще экономически привлекательным становится использование готовых зарубежных блоков и радиомодулей. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 мая 2010 г. № 858-р содержало меры поддержки отечественного телекоммуникационного оборудования и поручение основным профильным министерствам сформулировать понятие отечественного производителя и оборудования, определить критерии, параметры и методики, по которым производители могут получить государственные преференции.

Первоначальный министерский подход к выработке критериев «отечественного» сделал реальной угрозой навсегда лишиться собственных технологий разработки и производства оборудования связи. Поэтому общественность в лице ряда ассоциаций (АПЭАП, АРПАТ, МАС и др.), включая Ассоциацию отечественных производителей и потребителей беспроводных систем связи (АПОРРС), развернула активное противодействие. Нашими условиями в определении отечественного производителя были:

- 51% собственности предприятия у российского резидента;
- владение технологией производства, включая исходные коды программного обеспечения;
- сборка на территории Российской Федерации.

После длительных рабочих встреч и согласований позиция общественности возобладала. Совместный приказ Минпромторга и Минэкономразвития № 1032/397 от 17.08.2011 содержит эти принципиальные положения. Активную роль в лоббировании интересов отечественных разработчиков сыграла и наша Ассоциация. Решения семи региональных конференций по современным беспроводным технологиям, проведенных АПОРРС в 2010–2011 гг. в Казани, Ханты-Мансийске, Новосибирске, Якутске, Твери, Ставрополе и Кемерово, поддерживали позицию профессиональной общественности. Но теперь, после выхода этого приказа, важнейшей задачей становится его правоприменение и организация экспертных советов на базе независимых ассоциаций, а не крупных вендоров. АПОРРС приглашает к вступлению в свои ряды всех производителей и потребителей беспроводных систем связи, которым важно сохранение и развитие отечественной промышленности.