

PPC нового поколения: требования и реализации

По материалам региональных конференций АПОРРС «Беспроводные технологии нового десятилетия. Достижения и тенденции»



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

Традиционные TDM PPC успешно обеспечивают транспортный уровень сетей GSM поколений 2 и 2,5, и потребность в них сохранится в ближайшее десятилетие. Традиционные низкоскоростные (до 34 Мбит/с) и среднескоростные (до 100 Мбит/с) PPC формируют класс систем с плездохронной иерархией объединения потоков (Plesiochronous Digital Hierarchy – PDH), поддерживают цифровые каналы емкостью 2-, 8- и 34-Мбит/с (соответственно, E1, E2 и E3). Высокоскоростные PPC формируют класс систем с синхронной иерархией объединения потоков (Synchronous Digital Hierarchy – SDH), поддерживают каналы емкостью 155, 622 и 2488 Мбит/с (STM-1, STM-4 и STM-16). В качестве пользовательских интерфейсов традиционные PPC поддерживают E1, E2, E3, STM-1. При этом интерфейс Ethernet 10/100/1000BaseT для IP-технологий обеспечивается средствами IP через TDM.

Конструктивно PPC разделяются на сплит-системы, состоящие из наружного (ODU) и внутреннего (IDU) блоков, и моноблоки только наружного исполнения. Встречаются системы полностью внутреннего исполнения.

Радиорелейные станции связи прямой видимости (PPC) как надежное, удобное и доступное средство связи по-прежнему пользуются устойчивым спросом как на мировом, так и на отечественном рынке. Локомотивом их развития уже более десяти лет служат системы мобильной сотовой связи.

PPC нового поколения: требования

Эволюция системной архитектуры сети GSM в сети третьего и четвертого поколений потребовала от PPC поддержки пакетного режима (IP или Ethernet), так как практически все базовые станции ведущих производителей (Ericsson, Nokia Siemens Networks, Huawei) имеют IP-интерфейс. PPC нового поколения (PPC НП) должны обеспечивать высокоэффективный и гибкий конвергентный сетевой узел для TDM и пакетного транспорта, расширяемый для будущих услуг. Он должен обеспечивать:

- оптимальное использование ресурсов;
- поддержку любой среды передачи;
- работу с любым транспортом;
- оптимальную модульность и гибкость.

Оптимальное использование ресурсов

Как традиционные PPC, так и PPC НП работают в эфире в соответствии с регламентом радиосвязи в диапазонах частот от 4 до 38 ГГц. И традиционные PPC, и PPC нового поколения поддерживают режимы работы 1+0, 1+1, 2+0, N+0, «горячее» резервирование (HS – hot standby), пространственное разнесение (SD), частотное разнесение (FD).

Для повышения эффективности использования частотных ресурсов применяется ряд программно-аппаратных средств:

а) максимальная емкость радиоканала достигается за счет использования нового поколения сигнальных процессоров цифровой обработки радиосигналов. Они дают возможность получить беспрецедентные результаты сжатия спектра сигнала и тем самым добиться наилучшего использования радиочастотного ресурса;

б) высокая спектральная эффективность достигается высоким уровнем модуляции – до 256QAM с тенденцией использования 512QAM и даже 1024QAM. При этом уже сейчас PPC НП обеспечивают работу в узкой полосе (7 МГц/128QAM/40 Мбит/с; 14 МГц/256QAM/80 Мбит/с), в стандартной полосе (28 МГц, до 220 Мбит/с) и в расширенной полосе (56 МГц, до 440 Мбит/с);

в) технология передачи на двух поляризациях позволяет удвоить емкость канала (обычно до 440 Мбит/с в полосе 28 МГц или 880 Мбит/с в полосе 56 МГц) за счет применения технологии XPIC (Cross Polarization Interference Canceller). Естественно, для XPIC необходимы дополнительные радиоблок и антенна с двойной поляризацией;

г) технология адаптивной модуляции и кодирования с безобрывным переключением (AMC) и политикой приоритета обслуживания (QoS) позволяет использовать всю ширину спектра при соответствующем состоянии эфира. В традиционных PPC расчетный запас на замирание делается достаточно большим, чтобы обеспечить требуемое качество для заданной скорости передачи. Все это рассчитывается для наихудшего случая, в остальное время запас по

энергетике не используется. PPC с поддержкой AMC динамически изменяет тип модуляции и скорость кодирования в зависимости от условий распространения радиосигнала. Это изменение не вызывает обрыва связи или нарушения синхронизации для гарантированного уровня качества трафика, но уменьшение полосы пропускания отбрасывает низкоприоритетный трафик до восстановления наилучших условий среды передачи;

д) передовые технологии помехоустойчивого кодирования. Традиционные PPC использовали для этого классическую комбинацию Витерби-Рида-Соломона. PPC НП применяют турбокодирование, основанное на комбинации блочного кодирования LDPC (Low-Density Parity-check Code) и полиномиального кода BCH (Bose-Chaudhuri-Nocquenghem). Этот стандарт был принят комитетом Digital Video Broadcasting (DVB) в рамках нового стандарта цифрового телевизионного вещания DVB-S2. Его результаты всего на 0,7 дБ хуже теоретического порога Шеннона для систем кодирования. Использование этого алгоритма дает возможность увеличить чувствительность сигнала на 3,5–5 дБ по сравнению с традиционными методами кодирования.

Поддержка любой среды передачи

Для этого требуется наличие всех необходимых интерфейсов для любой сферы бизнеса. В PPC НП обеспечиваются:

- 10/100/1000BaseT;
- 1000 Base-SX / LX (SFP-разъемы);
- nxE1, STM-1;
- DVB-ASI.

Работа с любым транспортом

В универсальном узле радиорелейной системы должны быть обеспечены все режимы работы: TDM, пакетный, смешанный с разделением полосы пропускания на TDM и пакетную, прямая передача потокового сигнала для цифрового телевидения (ASI).

Для режима TDM должны быть обеспечены:

- ввод/вывод на каждом узле потоков E1 (функция кросс-коннект E1);
- кольцевая топология (TDM Ring);
- решения Super PDH;
- агрегация SDH.

Для пакетного режима требуются:

- синхронизация (особенно для мобильных операторов);
- эмуляция TDM/ATM трафика;
- высокая емкость;
- безобрывная адаптивная модуляция AMR, которая реализует политику QoS;
- управление емкостью;
- управление транспортом Ethernet (End to End OAM);
- протокол MPLS / MPLS-TP.

Для предоставления широкого функционала Ethernet в PPC НП требуется обеспечить:

а) для VLAN (разделения услуг и абонентов и управления доменами LTE) – Port-based VLAN; 802.1Q Tag-based VLAN; IEEE 802.1ad Provider Bridges (PB);

б) для гарантии защиты голосовых сервисов (политики QoS) – механизмы Strict Priority, D-WRR с управлением полосой (гарантированная полоса, ограничение полосы) и Adaptive QoS (для AMC);

в) поддержку обоих общепринятых протоколов синхронизации – Synchronous Ethernet и IEEE 1588v2;

г) поддержку протоколов резервирования Ethernet – Ethernet Line Protection (G.8031) и Ethernet Ring Protection (G.8032);

д) поддержку протокола управления и контроля сервисов по VLAN (OAM) – Ethernet OAM (802.1ag Service OAM, Y.1731 PM).

Современный функционал Ethernet в транспортном узле на базе PPC НП осуществляет функции маршрутизации и коммутации второго уровня.

Прямая передача цифрового телевизионного сигнала через радиорелейную систему

В традиционных PPC передача потокового транспорта (цифрового телевизионного сигнала) осуществлялась, как правило, при помощи преобразования интерфейса DVB-ASI в PDH/SDH. Популярные сейчас IPTV-кодеры адаптируют телевизионный сигнал для передачи через Ethernet-инфраструктуру. Но оба эти решения прибавляют стоимости решению и ухудшают качество сигнала. Поэтому

прямая передача потокового сигнала через радиорелейную систему является самым экономичным решением, которое за счет наличия ASI-мультиплексора дает дополнительно возможность добавления в общий телевизионный сигнал локального контента.

Модернизация транспортной инфраструктуры мобильного оператора

Поскольку у современного мобильного оператора в сети обычно присутствуют базовые станции 2G, 3G и LTE, связанные с опорным оптическим кольцом, то универсальный узел связи на базе PPC НП должен реализовывать одновременно два разнородных кольца, TDM и IP, на одном и том же оборудовании.

Применение PPC НП для модернизации транспортной сети мобильного оператора предполагает три варианта реализации:

1) поддержка только TDM: в радиостволе IP не передается, но инкапсулируется в TDM;

2) комбинация транспорта TDM и IP в одном радиостволе;

3) поддержка только транспорта IP и передача TDM через IP-сеть. Этот вариант поддерживается стандартом Pseudo Wire Emulation – PWE (TDM/ATM).

Оборудование PPC НП должно позволять гибко смешивать радио-, оптические и другие соединения путем включения в его состав специального модуля для организации оптического кольца, обеспечивая уровень агрегации 4-way 10G (четырёхнаправленные кольца производительностью 10 Гбит/с) и уровень доступа 10-way 1G (десятинаправленные кольца производительностью 1 Гбит/с). При этом соотношение используемых радио- и оптических соединений должно иметь возможность гибко изменяться.

Кольцо Ethernet (или IP) должно быть реализовано по стандарту ITU-T G.8032, иметь механизм разрыва петель и время переключения на резерв менее 20 мс, обеспечивать масштабируемость для гибкого изъятия и добавления узлов в кольцо, а также контроль и управление работой соединений.

Кольцо TDM (E1) должно быть реализовано по стандартному протоколу SNCP, иметь время переключения на резерв менее 20 мс,

поддерживать на узлах функцию кросс-коннект 64E1 x 64E1 (неблокируемую коммутацию).

Оптимальная модульность и гибкость

Модульность и гибкость должны обеспечить снижение стоимости обслуживания. Они подразумевают возможность покупки только необходимых лицензий и ПО и последующей модернизации РРС за счет приобретения дополнительных (политика Pay As You Grow).

Гибкость РРС НП во многом обеспечивается наличием всех типов пользовательских интерфейсов. Этого можно достичь за счет использования универсальных слотов.

Примеры реализации РРС НП

NEC Corporation

Новое поколение РРС iPASOLINK реализовано в трех форм-факторах: iPASOLINK 200, iPASOLINK 400, iPASOLINK 1000. Модели серий 400 и 1000 имеют универсальные слоты (четыре и 14 соответственно), которые позволяют устанавливать в них радиорелейный модем, интерфейсные карты (16E1, STM-1, 4xGbE и др.). Модель серии 1000 имеет также десять высокоскоростных слотов (10GbE, STM-16) и развитые возможности резервирования.

Новое поколение РРС этого производителя реализует практически весь функционал, перечисленный выше.

НПФ «МИКРАН» (Томск)

Цифровые РРС семейства МИК-РЛ являются самой массовой отечественной РРС, основанной на собственных схемотехнических решениях и элементной базе. Модельный ряд состоит из малокабельных РРС диапазона 150/400 МГц, среднескоростных уровня PDH (2/8/34 Мбит/с), универсальных РРС уровня PDH+ (39–157 Мбит/с) и магистральных уровня SDH (155 Мбит/с). Модульная конструкция и возможность установки только необходимых блоков позволяют удешевить оборудование узла связи. Поддерживаются кросс-коммутация E1. Обеспечиваются все режимы работы: 1+0, 1+1, 2+0,

N+0, «горячее» резервирование, пространственное разнесение, частотное разнесение. Новые универсальные РРС серии МИК-РЛ7 ~ МИК-РЛ40Р+ обеспечивают пропускную способность до 157 Мбит/с, модуляцию QPSK/16QAM/64QAM/TSM-128, программное изменение скорости передачи / полосы / модуляции, поддержку TDM- и IP-трафика, помехоустойчивое кодирование (FEC), протокол управления SNMP.

ЗАО «Радан» (Санкт-Петербург)

РРС НП «Радан» в течение ряда лет также продвигает собственные схемотехнические решения, используя импортную элементную базу. Оборудование адаптировано к отечественным условиям эксплуатации при температурах от -50 до +50°C. РРС НП «Радан» уровня PDH+/Ethernet работает в диапазонах 4–38 ГГц (имеется обобщенное решение ГКРЧ), поддерживает безобрывную адаптивную модуляцию в пределах QPSK–32QAM.

При этом обеспечивается гибкое перераспределение радиоканала между TDM и Ethernet – как программно, так и автоматически при появлении/пропадании сигнала на интерфейсах E1. Радиорелейное оборудование ASI/Ethernet имеет интерфейсы ASI/SDI и Ethernet 10/100 с гибким перераспределением канала. Канал Ethernet может использоваться как для управления оборудованием цифрового ТВ, так и для передачи IP-трафика. Пропускная способность может быть 34 Мбит/с, 40–100 Мбит/с, 155 Мбит/с (в вариантах 1+0 или 2+0), 2x155 Мбит/с (в вариантах 2+0 или 2+1). Трафик защищен помехоустойчивым кодированием Рида-Соломона.

Компания QTECH (Москва)

Семейство радиорелейных систем нового поколения QTECH QXR–200, QXR–400 и QXR–400X представляет собой новое поколение радиорелейных систем прямой видимости, предназначенных для передачи мультисервисного трафика через радиоканал.

Основным отличием от большинства традиционных радиорелейных систем является встроенная обработка трафика пользователя, которая осуществляется внутри системы и позволяет осуществлять обработку и оптимизацию трафика, такие как

мультиплексирование, маршрутизация и коммутация. Все это – внутри одной платформы.

Функционально семейство относится к классу сплит-систем. Каждый узел состоит из внутреннего модуля (IDU), который выполняет всю необходимую обработку пользовательского трафика и преобразование его на промежуточную частоту для передачи на радиочастотный модуль, монтируемый в непосредственной близости от антенной системы, принимает сигнал промежуточной частоты и питание, преобразует его в требуемый радиочастотный диапазон и затем усиливает.

В приемном тракте последовательность действий обратная. В зависимости от количества антенн, наружных и внутренних модулей, устанавливаемых на узле, поддерживаются различные конфигурации: 1+0, 1+1 («горячий» резерв, пространственное и частотное разнесение) и 2+0. Оборудование QXR–400X поддерживает функционал XPIC для поляризационного уплотнения спектра, причем этот функционал базируется на мощных алгоритмах обработки сигналов, что позволяет избежать существенного снижения качества работы сети при неблагоприятных условиях распространения.

Решения функционируют во всех лицензируемых диапазонах частот от 6 до 38 ГГц в полосе частот от 1,75 МГц до 56 МГц, используя универсальные внутренние модули. Зависящими от диапазона частот являются только наружные радиочастотные модули.

РРС семейства QTECH QXR отвечает всем описанным выше требованиям к РРС НП.

Выводы

РРС НП полностью соответствуют направлениям эволюции систем мобильной связи и продолжают оставаться основным оборудованием транспортного уровня. Российские компании по уровню функционала своих решений стараются не отставать от зарубежных лидеров, однако добиваться этого, при сохранении собственной схемотехники, все труднее. Экономически выгодным становится использование готовых зарубежных компонентов. ■