

## О ПРЕИМУЩЕСТВАХ магистральной пакетной радиорелейной передачи

П. Вольпато, компания Alcatel-Lucent

Применение пакетных радиорелейных технологий позволяет с меньшими, по сравнению с гибридными решениями, затратами перейти от унаследованных технологий к перспективным коммуникациям.

### ВВЕДЕНИЕ

Переход к пакетным технологиям в области транспортировки мобильного трафика (Mobile backhaul) осуществляется полным ходом. В транспортных сетях и сетях агрегации, то есть там, где обычно используются системы магистральной связи, пакетная связь является единственной альтернативой, позволяющей сегодня обеспечить требования технологии LTE к полосе пропускания и подготовить сети к перспективному внедрению LTE-Advanced. В жилом секторе операторы связи должны предоставлять услуги, требующие большой полосы пропускания.

Использование РРЛ дает возможность сократить сроки ввода сетей передачи данных в эксплуатацию, уменьшить издержки и повысить гибкость. Применение магистральных пакетных радиорелейных технологий может быть целесообразно с точки зрения бизнеса благодаря снижению себестоимости и повышению производительности.

Напомним основные преимущества РРЛ по сравнению с волоконной оптикой:

- ускорение ввода в эксплуатацию – зачастую прокладка новых ВОЛС сопровождается обременительными строительными работами и бюрократическими проволочками, связанными с получением необходимых разрешений;
- экономичность – стоимость внедрения радиорелейных систем преимущественно не зависит от дальности и менее подвержена влиянию периодических издержек, связанных с передаваемым трафиком;
- большая гибкость – изменения в потоках трафика учитываются простым перераспределением спектра.

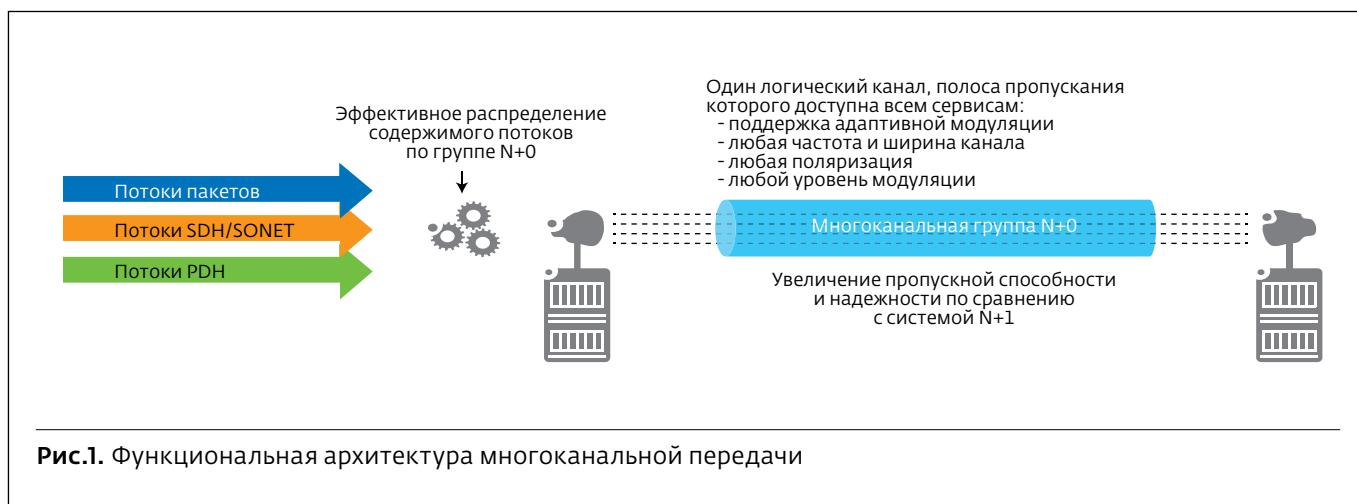
### ЧТО ТАКОЕ ПАКЕТНАЯ МАГИСТРАЛЬНАЯ РРЛ?

Для начала перечислим некоторые технические особенности пакетной магистральной радиорелейной системы.

**Конвергенция сервисов.** Во всех пакетных радиорелейных платформах в качестве единственной транспортной технологии для переноса услуг используется Ethernet. При этом унаследованные сервисы адаптируются для передачи через Ethernet, например, путем эмуляции с обеспечением выполнения соответствующих соглашений об уровне обслуживания (SLA).

**Масштабируемость полосы пропускания.** Пакетные системы РРЛ сочетают лучшие механизмы пакетной связи (сжатие данных, многоканальная передача) с лучшими механизмами радиосвязи – высокий уровень модуляции и системный коэффициент усиления, помехоустойчивые характеристики модема (лучшая "сигнатура"). В частности, многоканальность позволяет использовать новые режимы работы системы, увеличивающие полосу пропускания и доступность.

**Эффективность эксплуатации.** Применение многоканальных моделей упрощает настройку полосы пропускания благодаря новым принципам организации группы каналов. Если при традиционном проектировании учитывалось количество потоков E1 или STM-1, которые необходимо передавать по радиointерфейсу, то многоканальная модель отталкивается от запрошенной пропускной способности, выраженной в Мбит/с. Благодаря достигаемому в результате упрощению архитектуры уменьшается совокупная стоимость владения.

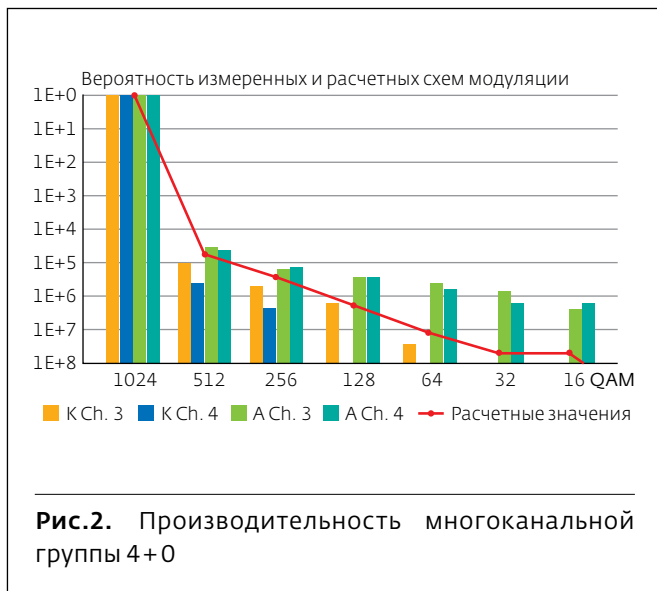


### ПРЕИМУЩЕСТВА МНОГОКАНАЛЬНОГО ПОДХОДА

Многоканальный подход (рис.1) позволяет системе обрабатывать группу радиоканалов как единое целое, где совокупная емкость складывается из емкостей всех отдельных каналов. Суммарная емкость может гибко распределяться между любыми сервисами с учетом конкретных соглашений SLA или правил, определяемых оператором.

Многоканальная архитектура характеризуется рядом особенностей.

- Группа может быть сформирована любым количеством каналов; обычно их число равняется четырем ( $N = 4$ ), в более сложных проектах число каналов может достигать 8-10.
- Необходимость в свободных каналах отсутствует, поэтому такая группа обозначается как N+0



(0 означает отсутствие зарезервированных защитных каналов). Это позволяет оператору отойти от унаследованной конфигурации N+1, где как минимум один канал статически резервировался с целью защиты, что увеличивало совокупную стоимость владения и уменьшало гибкость.

- Отсутствуют ограничения по частотному диапазону, ширине канала и используемым радиочастотным технологиям. Все эти параметры могут комбинироваться произвольно. Например, в конфигурации 4+0 могут быть задействованы два канала по 14 МГц в одном диапазоне частот плюс два канала по 28 МГц в другом диапазоне.
- Обработчик многоканальной конфигурации отслеживает текущий статус группы каналов: все входящие сервисы обрабатываются в соответствии с их относительными приоритетами или SLA.
- Сервисы распределяются по всей группе каналов и восстанавливаются на приемном конце без ухудшения производительности и без задержек.
- Распределение сервисов по группе каналов – ключевой фактор повышения общей доступности.

Рассмотрим, к примеру, поток STM-1. В многоканальной конфигурации N+0 он не привязан к определенному каналу, а просто распределен по всей группе. Если в традиционной конфигурации N+1 произойдет сбой (например, уменьшение уровня модуляции) в канале, по которому проходит данный поток STM-1, то передача просто прекратится. Напротив, в многоканальной конфигурации N+0 сбой и потеря пропускной способности в одном из каналов приведут лишь к оперативному перераспределению сервисов по оставшимся каналам.

Общая пропускная способность группы, конечно, уменьшится, но проблема не затронет высокоприоритетные сервисы, и отбрасываться будет только негарантированный (Best effort) трафик.

## ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ У ОДНОГО ИЗ ОПЕРАТОРОВ СВЯЗИ

Европейский оператор фиксированной и мобильной связи выразил желание модернизировать свою средиземноморскую линию связи, работавшую в конфигурации 2+1, и превратить ее в многоканальную систему 4+0 с целью увеличения пропускной способности. Протяженность радиоканала над морем составляла 65 км, из-за чего присутствовал эффект многолучевого замирания.

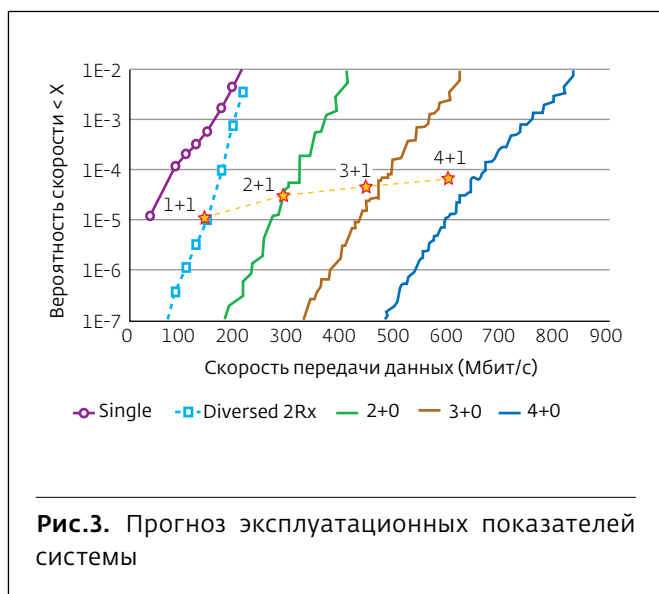
Пожелания оператора включали, в частности:

- устранение пустых контейнеров SDH VC-12 для высвобождения пропускной способности радиоинтерфейса (использование интерфейсов channelized STM-1);
- применение адаптивной модуляции вплоть до уровня 1024QAM;
- реализацию многоканальной группы 4+0.

Результаты модернизации с помощью магистральной версии радиорелейной системы Alcatel-Lucent 9500 Microwave Packet Radio показаны на рис. 2. На гистограмме представлены два из четырех каналов (Channel) (для каждого приводятся "прямое" и "обратное" направления). На оси Y показана вероятность того, что в любом из каналов будет достигнут максимальный уровень модуляции, то есть максимальная пропускная способность.

При максимальной модуляции каждый столбец достигает значения вероятности, близкого к 1×100. Другими словами, каждый канал практически 100% времени работает на уровне 1024QAM, что является значимым результатом, учитывая протяженность канала, прохождение над морем и наличие замираний из-за многолучевого распространения (multi-path effect).

На короткие периоды уровень модуляции в четырех каналах уменьшается, но вероятность этого очень мала. В некоторых случаях качество канала столь высоко, что модуляция не опускается ниже определенного уровня. Так, коричневые и синие столбцы не опускаются ниже 256QAM и 64QAM соответственно. Общая производительность системы отвечает результатам предварительного анализа, проведенного специалистами Alcatel-Lucent до развертывания системы (рис. 3).



В ходе анализа сопоставлялись пропускная способность и доступность различных традиционных (N+1) и многоканальных (N+0) конфигураций. По оси X отложена пропускная способность в мегабитах в секунду, по оси Y – вероятность достижения соответствующей пропускной способности.

Анализ демонстрирует повышение производительности при переходе от устаревших моделей N+1 к многоканальным N+0 с повышением количества каналов в группе. Желтыми звездами

обозначены рабочие условия систем N+1, соответствующие фиксированным состояниям, когда пропускная способность и доступность определяются статически. Например, ранее установленная система 2+1 может обеспечить коэффициент доступности около  $1 \times 10^{-5}$  и пропускную способность на уровне 300 Мбит/с. Результаты модернизации этой системы до уровня 3+1 и 4+1 показаны желтой пунктирной линией.

Функционирование многоканальной системы зависит от непрерывного набора возможных состояний, определяемых комбинацией всех возможных рабочих условий в группе. Таким образом, ее функционирование представлено непрерывной кривой. Зеленая кривая, соответствующая многоканальной системе 2+0, показывает, что система может легко масштабироваться до большей пропускной способности, чем унаследованная конфигурация 2+1, или же достичь большего коэффициента доступности. Конфигурации 3+0 и 4+0 показаны коричневой и синей кривыми соответственно.

Отметим существенное отличие конфигурации 4+0 от унаследованной системы 4+1. При том же уровне доступности достигается пропускная способность порядка 700 Мбит/с, то есть примерно на 100 Мбит/с больше. При номинальной пропускной способности 600 Мбит/с достигается большая доступность –  $3 \times 10^{-4}$  по сравнению с  $1 \times 10^{-5}$ . ■

## "РОТЕК" на нефтегазовом форуме

Компания "РОТЕК" приняла участие в ИТ-форуме нефтегазовой отрасли России, представив собственные решения для проводной и радиосвязи в приложениях для ЦОД, корпоративной, ведомственной и технологической связи, М2М. Опираясь на опыт компании, работающей на российском рынке с 1991 года, представитель "РОТЕК" Дмитрий Мирошников дал оценку процесса импортозамещения с позиции отечественного производителя.

В своем докладе Д. Мирошников представил несколько возможных подходов к импортозамещению и перспективы их развития. По его мнению, поддержанному многими участниками форума, при наличии гарантированного объема заказов на 1–2 года российские компании с нуля смогут разработать или локализовать производство систем любой сложности.

В доказательство эффективности такого подхода "РОТЕК" привела на форуме в качестве

примеров реализованные ею проекты в таких сферах, как:

- организация видеонаблюдения на избирательных пунктах;
- сбор данных и мониторинг 5 тыс. тепловых пунктов;
- поставка точек доступа Wi-Fi, радиодоступа и промышленных коммутаторов для проекта устранения цифрового неравенства;
- развертывание системы диспетчерской связи GSM-R (в рамках транспортного обеспечения Олимпийских игр в Сочи).

Участники форума проявили живой интерес к новым продуктам НПК "РОТЕК", таким как системы сбора данных и Интернета вещей, беспроводного широкополосного доступа для предоставления услуг Triple Play, интеллектуальные точки доступа Wi-Fi и контроллеры для них, решения в сфере SDN/NFV.

По информации НПК "РОТЕК"

## Yealink получила золотой статус компетенции Microsoft

Компания Yealink получила статус Microsoft Gold Communications Competency, который свидетельствует о наивысшем уровне квалификации и надежности решений при интеграции с приложениями "Skype для бизнеса" и Lync – унифицированного программного обеспечения, позволяющего обеспечить функциональные коммуникации между сотрудниками компании.

Интеграция Skype for Business/Lync и SIP-телефонов Yealink позволяет совершать и принимать звонки в один клик, переключаться между разными устройствами в процессе разговора и получить большую мобильность и гибкость в работе.

По информации дистрибьютора Yealink – компании "АйПиМатика"