

# СИСТЕМА БЕСПРОВОДНОГО АБОНЕНТСКОГО РАДИОДОСТУПА PacketWave

## КОМПАНИИ APERTO NETWORKS

PacketWave – это система беспроводного абонентского радиодоступа класса "точка-многоточка" производства компании Aperto Networks (США), ориентированная на трансляцию мультимедийных потоков (данных, голоса, видео и т.д.) на основе протокола TCP/IP. Основные задачи, решаемые системой, – обеспечение беспроводного абонентского доступа в сетях операторов связи (задачи последней мили) и построение распределенных беспроводных корпоративных информационных сетей.

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ

Система PacketWave предусматривает работу в пяти частотных диапазонах – 2,5; 3,5; 5,2; 5,3 и 5,8 ГГц, из которых на территории Российской Федерации возможна работа только в четырех: 3400–3700; 5250–5350; 5725–5875 и 5150–5250 МГц. Для первых трех диапазонов оборудование уже прошло сертификацию в системе сертификации "Связь" и находится на этапе сертификации для последнего.

Селекция каналов приема/передачи – дуплексная, на основе временного разделения (TDD). Ширина полосы канала может выбираться из ряда стандартных значений (табл. 1).

Центральная рабочая частота системы выбирается оператором произвольно с шагом в 1 МГц в пределах всего выбранного для работы диапазона.

Конструктивно система состоит из секторной базовой станции (БС) и абонентских терминалов. Пропускная способность БС системы определяется суммарной пропускной способностью всех ее модулей доступа (секторов) и зависит от числа модулей и доступного для каждого из них частотного ресурса. Максимально возможная полная пропускная способность каждого модуля доступа – 20 Мбит/с (при этом "полезная" нагрузка – 14 Мбит/с) при ширине частотной полосы 6 МГц. Из всех присутствующих на российском рынке систем радиодоступа PacketWave обладает одним из самых высоких показателей спектральной эффективности – 3,33 бит/с/Гц в радиоканале и 2,33 бит/с/Гц в пересчете на "полезную" нагрузку.

Система PacketWave допускает повторное использование частот в зоне одной БС. Это возможно благодаря антеннам с низким уровнем бокового и обратного излучения и дополнительной внутренней синхронизацией модулей доступа БС (рис. 1).

Таблица 1. Частотные диапазоны и ширина доступной частотной полосы

Частотный диапазон, МГц	Ширина доступной полосы, МГц
2500 – 2686	1; 2; 3; 4; 5; 6
3400 – 3700	1,75; 3,5; 7 либо 1; 2; 3; 4; 5; 6
5150 – 5250	1; 2; 3; 4; 5; 6
5250 – 5350	1; 2; 3; 4; 5; 6
5725 – 5875	1; 2; 3; 4; 5; 6

А.Артемов

Максимальная полезная пропускная способность полностью укомплектованной четырехсекторной БС системы составляет 56 Мбит/с (4 сектора по 14 Мбит/с полезной нагрузки), полностью укомплектованной шестисекторной БС – 84 Мбит/с. Поскольку для работы системы в перечисленных конфигурациях необходимы всего две частотные полосы шириной по 6 МГц каждая, спектральная эффективность системы составляет 4,7 и 7 бит/с/Гц для четырех- и шестисекторных БС, соответственно.

Благодаря возможности работы одной базовой станции всего с двумя частотными номиналами, установка нескольких базовых станций в пределах одной географической зоны позволяет добиться наилучшего соотношения между общей производительностью сети доступа и требуемым для работы этой сети частотным ресурсом (рис.2).

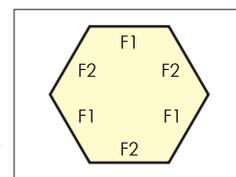


Рис. 1. Пример частотного планирования сети доступа, состоящей из одной базовой станции, использующей 2 частотных номинала

### ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ В РАДИОКАНАЛЕ

Для взаимодействия базовой станции системы PacketWave с подключенными к ней абонентскими терминалами используется технология множественного доступа с временным разделением каналов TDMA (Time Division Multiple Access). Канальная емкость распределяется между абонентами системы по запросу от каждого из абонентских терминалов, в зависимости от размера транслируемых им пакетов. При этом конкретному абонентскому терминалу в строго определенный для него момент времени предоставляется временной интервал (тайм-слот). Если в отведенный для конкретного терминала тайм-слот терминал не использует ресурс системы, то этот ресурс в текущей сессии может быть переназначен для другого терминала.

При работе с каждым отдельно взятым терминалом используется технология TDD (Time Division Duplex), позволяющая перераспределять всю вы-

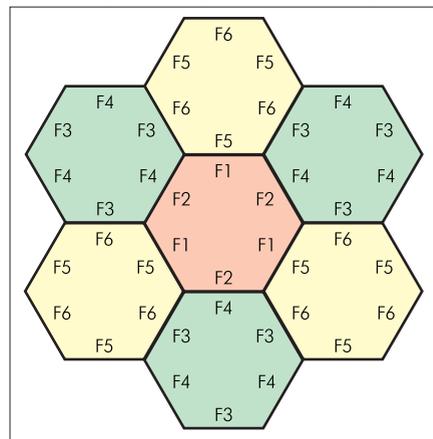


Рис. 2. Пример частотного планирования сети доступа, состоящей из 7 базовых станций системы, использующих по 2 частотных номинала каждая



**Рис.3. Пример разделения трафика на независимые сервисные потоки**

деленную данному абонентскому терминалу для приема и передачи канальную емкость между этими процессами в любом требуемом по ситуации соотношении. В начальных настройках системы данное соотношение составляет 70/30, т.е. 70% от БС к абоненту (Downlink) и 30% – от абонента (Uplink). В процессе эксплуатации системы оператор может переназначить данное соотношение в зависимости от характера решаемых задач. В целях оптимизации использования канала передачи данных между базовой станцией и абонентскими терминалами система PacketWave предполагает автоматическую перестройку семи параметров физического (PHY) уровня и трех параметров уровня контроля среды передачи (MAC) для каждого из абонентских терминалов независимо от направления передачи – к абоненту либо от него. К таким параметрам относятся:

- тип применяемой модуляции: QPSK либо 16-QAM;
- уровень корректировки ошибок передачи данных;
- уровень излучаемого сигнала в диапазоне 60 дБ с шагом 2 дБ;
- уровень корректировки полезной составляющей сигнала, полученной при его многолучевом приеме, что актуально при работе с полным либо частичным отсутствием прямой видимости;
- размер окна передачи (Wireless Protocol Data Units): чем лучше качество канала передачи данных, тем больше размер окна и наоборот;
- количество перезапросов (ARQ) неверно принятых окон передачи и/или информационных пакетов в целом.

**Таблица 2. Ориентировочная дальность действия системы**

Частотный диапазон, ГГц	Дальность, км	
	LOS	OLOS & NLOS
2,5	26–50*	3–7
3,5	20–40*	3–7
5,2 / 5,3 / 5,8	14	1–4*

\*Для больших значений дальности действия системы необходимы антенны с более узкой диаграммой направленности и большим коэффициентом усиления.

В процессе работы с каждым абонентским терминалом базовая станция постоянно контролирует состояние среды передачи и при его изменении производит необходимые корректировки. Система допускает кардинальное изменение значения тех или иных параметров как для каждой новой сессии передачи, так и их плавную подстройку в процессе уже установленной сессии. Параметры задаются независимо для каждого абонентского терминала. Поэтому наличие в одном и том же секторе абонентов с разным состоянием канала между ними и базовой станцией не приведет к тому, что из-за абонента с худшими условиями будет снижена производительность остальных абонентов.

Рабочую поляризацию антенны БС системы оператор устанавливает вручную. Задавать же поляризацию абонентских терминалов

может как оператор в ручном режиме, так непосредственно базовая станция – автоматически, в зависимости от состояния канала связи с этим терминалом.

Система PacketWave работает как в условиях прямой видимости (LOS), так и при частичном (OLOS) либо полном (NLOS) ее отсутствии. Дальность действия системы зависит от ряда факторов (состояния среды передачи, количества и характеристики преград на пути распространения луча и т.д.), но ориентировочные значения приведены в табл.2.

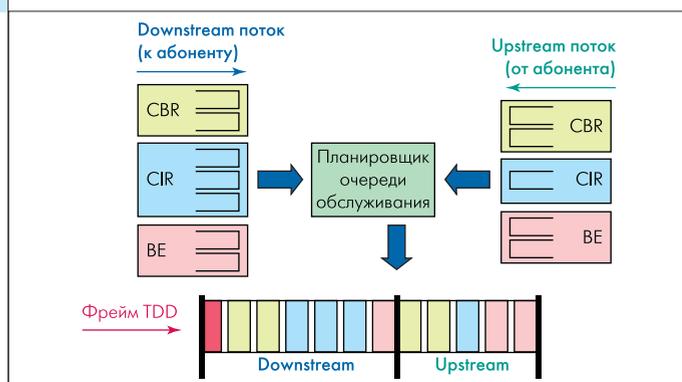
## КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Для предоставления абонентам требуемого качества обслуживания, особенно при работе с приложениями, требующими минимального уровня задержек (голосовыми сессиями, видео в режиме реального времени и т.д.) в системе PacketWave трафик делится на так называемые сервисные потоки (service flows). Они формируются на основании ряда параметров – по портам, IP- либо MAC- адресам, заголовкам пакетов второго и третьего уровня модели взаимодействия открытых систем (OSI) и т.д. Каждому из сформированных сервисных потоков могут быть присвоены персональные параметры классов обслуживания (рис.3):

- CBR (Constant Bit Rate) – с постоянной скоростью передачи для задач, требующих минимальных задержек и не допускающих дрожания фазы сигнала (jitter) – голос и видео в режиме реального времени, эмуляция каналов и т.д.;
- CIR (Committed Information Rate) – для данного потока гарантируется минимальная и максимальная скорости передачи;
- BE (Best Effort) – данному потоку задается максимально допустимая скорость передачи.

Пакеты каждого из сервисных потоков ставятся в общую очередь в строгом соответствии с присвоенными пакетам классами обслуживания: CBR – с наивысшим приоритетом, CIR – в зависимости от заданных параметров, BE – в последнюю очередь в зависимости от доступных ресурсов канала передачи (рис.4).

Канальный ресурс между сформированными сервисными потоками распределяется в зависимости от определенного каждому из них класса и качества обслуживания. При отсутствии трафика в каком-либо из сервисных потоков неиспользованная канальная емкость может быть перераспределена между остальными потоками. Одна из особенностей системы PacketWave, отличающая ее от других систем подобного класса, – в том, что алгоритм оптимизации канала передачи данных при внесении каких-либо корректив в па-



**Рис.4. Принцип функционирования планировщика очереди обслуживания**

раметры соединения учитывает все классы обслуживания сервисных потоков каждого конкретного абонентского терминала.

Технология сервисных потоков позволяет активно использовать данную систему для многопользовательских применений – в офисных зданиях, многоквартирных жилых домах и т.д. Для каждого абонентского терминала системы можно сформировать до 16 независимых сервисных потоков с необходимым качеством обслуживания для каждого из них и распределить эти сервисные потоки по независимым пользователям (квартирам, офисам, частным лицам и т.д.). Применение одного абонентского терминала в интересах нескольких пользователей одновременно позволяет существенно снизить удельную стоимость системы для конечного пользователя. Так, в ряде инсталляций данной системы через один абонентский терминал подключалось до 7–9 пользователей. При этом под передачу данных выделена часть сервисных потоков с качеством обслуживания CIR, а для передачи потоков телефонии – часть сервисных потоков с качеством CIR либо CBR. В других случаях абонентским терминалом системы устанавливали свыше 50 телефонных аппаратов.

На базе системы PacketWave с участием ЗАО "Авалком" реализован ряд проектов в Москве и Московской области, Сургуте, Тюмени, Иркутске, Смоленске, Новосибирске, Красноярске. Построены корпоративные сети технологической связи и городские сети операторов услуг связи, инсталлировано в общей сложности 54 базовых станции и порядка 450 абонентских терминалов. В ближайших планах компании – проекты на 20 базовых станций и 5500 абонентских терминалов. ○



**9 Мбит/с по WCDMA-сети.**

**Фурор компании Ericsson**

На очередном международном форуме 3GSM World Congress компания Ericsson продемонстрировала передачу данных со скоростью 9 Мбит/с по WCDMA-сети (WCDMA – одна из основных технологий сотовой связи третьего поколения). Это была первая демонстрация возможностей второй фазы развиваемой компанией технологии HSDPA (High Speed Downlink Packet Data Access – высокоскоростная пакетная передача данных в нисходящем канале). Напомним, стандартная скорость в сети WCDMA – 384 Кбит/с. Возможности первой фазы HSDPA компания Ericsson продемонстрировала в октябре прошлого года в Китае на выставке PT Expo Comm, обеспечив широкополосный беспроводной мобильный доступ в Интернет со скоростью в нисходящем канале 4,9 Мбит/с.

По заявлениям представителей компании, данная технология способна обеспечивать скорости до 14 Мбит/с. Существенно, что речь идет о методе, основанном на стандартных аппаратных средствах, – используется комбинация приемников сотовых телефонов второго поколения с усовершенствованными модуляторами. Коммерчески доступной данная технология станет к концу 2005 года.

HSDPA предназначена для увеличения скорости передачи в нисходящем канале, т.е. от базовой станции до терминала. Однако компания Ericsson продолжает работы и по увеличению скорости передачи данных в восходящем канале. Так, уже разработана первая фаза технологии HSUPA, позволяющая достичь скоростей до 1,8 Мбит/с. Во второй фазе ожидаются скорости до 5,8 Мбит/с.

**По материалам компании Ericsson**