



ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РАДИОИНТЕРФЕЙСА CDMA2000

С. Н. Орлов

Сети, использующие технологию многостанционного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA), в настоящее время развернуты во всем мире, а общее количество обслуживаемых ими абонентов составляет более 100 млн. Это обстоятельство доказывает превосходство технологии CDMA над другими технологиями радиодоступа по целому ряду параметров. Наиболее важными из них являются поддерживаемая емкость, размер зоны обслуживания и качество передачи речи.

CDMA является единственной цифровой технологией, использование которой на практике доказало возможность успешной реализации двойного режима аналого-цифрового совместного развертывания сетей мобильной связи разных поколений. Основываясь на накопленном опыте, Ассоциацией телекоммуникационной индустрии (ТИА) разработан стандарт системы мобильной связи третьего поколения IS-2000, более известный под коммерческим названием «cdma2000», который одобрен Международным союзом электросвязи (ITU) как один из семейства стандартов IMT-2000.

Главными задачами, стоявшими перед разработчиками стандарта, были обеспечение совместимости cdma2000 с системами связи второго поколения с кодовым разделением каналов, а также улучшение характеристик применяемого оборудования.

Радиоинтерфейс cdma2000 обеспечивает совместимость с инфраструктурой сети стандарта GSM, пользовательскими системами безопасности, биллинговыми системами и расширенными сервисными платформами (например, сервисом коротких сообщений) и т.д. Это позволяет операторам связи предлагать те же услуги (включая глобальный роуминг) абонентам рассматриваемой системы связи так, как они предлагаются в сетях GSM во всем мире.

Остановимся на основных особенностях организации радиоинтерфейса cdma2000.

1. Автоматическое переключение секторов

Автоматическое переключение секторов представляет собой процесс, с помощью которого связь по радиоинтерфейсу между мобильной станцией и сотой (или сектором) передается от одного установленного радиоканала к другому. Принято различать мягкое и жесткое автоматическое переключение секторов.

Режим мягкого автоматического переключения секторов характеризуется тем, что связь с новой сотой (или сектором) устанавливается до того, как разрушится связь с обслуживающей сотой (или сектором). Такое переключение не требует перестройки радиоканала мобильного телефона или восстановления синхронизации. При этом используется прежняя функция выбора кадра и функция транскодирования речи (если обслуживается речевой запрос) как для прежних, так и для новых радиоканалов. Перерыва в связи в этом случае не произойдет.

Выделяют несколько видов мягкого автоматического переключения секторов.

Мягкое автоматическое переключение секторов между контроллерами базовых станций имеет место тогда, когда соты или задействованные сектора находятся под управлением различных контроллеров базовых станций, управляемых одним главным радиоконмутатором.

Мягкое автоматическое переключение секторов между главными радиоконмутаторами используется в том случае, если соты или задействованные сектора находятся под управлением различных главных радиоконмутаторов.

Мягкое автоматическое переключение секторов между разными системами мобильной связи имеет место тогда, когда новая и прежняя обслуживающая соты (или сектора) принадлежат к системам разных поколений.

Рассматриваемый режим переключения секторов используется как при передаче речи, так и при обмене пакетными данными. При этом в оборудовании cdma2000 для обслуживания одного

и того же запроса мобильному телефону может быть выделено несколько типов радиоканалов (основной и один или несколько дополнительных).

Жесткое автоматическое переключение секторов, в отличие от мягкого, характеризуется временным разъединением канала трафика и требует перестройки радиотракта мобильного телефона и восстановления нарушенной при этом синхронизации.

По аналогии с мягким автоматическим переключением секторов, в рассматриваемом случае различают переключение:

- между контроллерами базовых станций;
- между главными радиоконмутаторами;
- между системами мобильной связи разных поколений.

Физический смысл этих режимов идентичен рассмотренным выше одноименным режимам для мягкого автоматического переключения секторов.

Численные значения энергетического выигрыша за счет автоматического переключения секторов, которые получены в результате натурных испытаний, сведены в таблицу. Эти значения соответствуют 60% корреляции сигналов в каналах приема при использовании мягкого автоматического переключения секторов и нормально логарифмическому распределению медленных замираний в среде распространения радиоволн (стандартное среднеквадратичное отклонение составляет 8 дБ).

Таким образом, использование автоматического переключения секторов обеспечивает получение существенно энергетического выигрыша, что приводит к увеличению размеров зоны обслуживания соты и поддерживаемой ею емкости.

Энергетический выигрыш за счет использования автоматического переключения секторов	
Вероятность обслуживания на границе соты, %	Выигрыш за счет автоматического переключения секторов, дБ
75	3
90	4

2. Поддержка дуплексного режима с временным разделением каналов

На физическом уровне радиointерфейс дуплексного режима с временным разделением каналов позволяет системе работать в отдельном частотном блоке. Он реализован за счет чередования во времени передачи сигналов в прямом и обратном направлениях. При этом скорость переключения выбирается достаточно большой для того, чтобы обеспечить «прозрачность» всех пользовательских приложений.

3. Рационализация распределения радиочастотных ресурсов

Использование радиочастотных ресурсов должно быть рациональным, то есть минимально возможным при обеспечении требуемого качества обслуживания, чтобы увеличить количество абонентов, а значит, и полную пропускную способность системы связи.

Эти цели достигаются за счет:

- минимизации избыточного автоматического переключения секторов;
- уменьшения объема информации, передаваемой по служебным каналам;
- применения механизмов динамической корректировки скорости передачи данных в зависимости от требуемого объема трафика и состояния радиоканала.

Основным фактором в определении скорости передачи является соотношение сигнал/шум, которое непрерывно измеряется мобильным телефоном. При этом передача информации с максимальной скоростью осуществляется только тем мобильным телефонам, которые находятся в благоприятных условиях распространения радиоволн.

4. Контроль качества радиоканала

В оборудовании cdma2000 обеспечивается проверка качества радиоканала между базовой станцией и мобильным телефоном как в нисходящей, так и в восходящей радиолиниях. Качество радиоканала зависит главным образом от интерференции по соседнему каналу, которая, в свою очередь, определяется объемом трафика, передаваемого в конкретной соте, а также полной излучаемой мощностью в пределах зоны обслуживания. Мобильный телефон передает на базовую станцию данные о результатах измерений качества радиоканала в нисходящей радиолинии, а в базовой станции осуществляется измерение этого параметра в восходящей радиолинии. Таким образом, в контроллере, управляющем работой базовой станции, накапливается информация о качестве связи в масштабе реального времени.

С целью поддержания требуемого качества радиоканала мощность, излу-

чаемая передатчиками мобильного телефона и базовой станции, автоматически поддерживается на минимально необходимом уровне с высокой степенью точности, для чего в рассматриваемой системе применяется сложный алгоритм управления мощностью. Такой подход позволяет получить следующие важные преимущества:

- снижаются требования к величине максимальной выходной мощности передатчиков мобильного телефона и базовой станции;
- компенсируется влияние изменчивости расстояния между базовой станцией и мобильными телефонами, случайного характера изменения потерь энергии электромагнитных волн при распространении в широком диапазоне величин, многолучевости, эффекта Доплера и случайного распределения мобильных телефонов в пределах соты на энергетический потенциал обеих радиолиний;
- решается проблема «близкий — далекий».

Валее очередь, в результате снижения требований к величине максимальной выходной мощности передатчика мобильного телефона:

- создается минимальный уровень внутрисистемных радиопомех в пределах заданной зоны обслуживания;
- увеличивается время работы мобильного телефона от одного аккумулятора;
- уменьшается влияние радиоизлучения на биологические объекты;
- сокращается количество сот, необходимое для обеспечения заданного размера зоны обслуживания;
- улучшаются условия электромагнитной совместимости рассматриваемой системы и других радиоэлектронных средств.

Кроме того, при оптимизации управления мощностью существенно улучшается такой важнейший тактико-технический параметр системы связи рассматриваемого стандарта, как емкость. Так, реализация оптимального управления мощностью в нисходящей радиолинии позволяет увеличить емкость соты в 3 раза по сравнению с ситуацией, когда управление мощностью не используется.

Особые требования предъявляются к точности управления мощностью. Отклонение уровня передаваемой мощности от оптимальной величины всего на 2 дБ приводит к существенному уменьшению емкости соты — на 61%.

5. Поддержка множественного запроса

Эта функция позволяет обеспечить передачу речевой информации и реализовать обмен данными с коммутаци-

ей каналов, а также пакетов с несколькими мобильными телефонами. При этом сервисы передачи речи и обмена пакетными данными поддерживаются одновременно. Реализована возможность независимого установления и разъединения каждого вида связи.

6. Поддержка фиксированного радиодоступа

Фиксированный радиодоступ представляет собой механизм беспроводного доступа, способный обеспечить поддержку услуги передачи данных путем использования стандарта, эквивалентного тому, который используется проводными терминалами, по радиоканалу между сетевой инфраструктурой и абонентским оборудованием. При этом полностью поддерживаются проводные услуги и оборудование, а также обеспечивается «прозрачное» обслуживание конечного пользователя.

В рассматриваемом режиме обеспечиваются:

- доставка речевых сообщений без потери качества (оно эквивалентно качеству, обеспечиваемому в проводном доступе);
- работа факса и модема со скоростью обмена данными до 56 кбит/с;
- работа с цифровой сетью интегрированного обслуживания и предоставление других высокоскоростных услуг обмена пакетными данными;
- поддержка функций телекоммуникационной сети управления, а также существующих и планируемых систем управления сетью.

Терминал фиксированного радиодоступа обеспечивает обмен данными со скоростью не менее 384 кбит/с и поддерживает сервисы обмена данными с коммутацией как каналов, так и пакетов. Радиointерфейс обеспечивает обмен пакетными данными с сетями Интернет и Интранет. При доступе в Интранет архитектура исходных данных предусматривает механизмы защиты с целью обеспечения безопасности связи. Для увеличения пропускной способности системы используется компрессия данных. При этом уменьшается объем передаваемой избыточной информации. Компрессия обеспечивает «прозрачность» сетевого IP-уровня между мобильным телефоном и хостом.

Таким образом, радиointерфейс cdma2000 оптимизирован с целью обеспечения соответствия технических характеристик сети требованиям, предъявляемым к системам мобильной связи третьего поколения, и поддержки современных телекоммуникационных сервисов.