



# ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ СЕТИ СТАНДАРТА CDMA 2000 1X

**С. Н. Орлов**

начальник технического отдела департамента телекоммуникаций ЗАО «ИТ-Центр»

➤ Эксплуатируемые в настоящее время системы мобильной связи второго поколения (2G) обеспечивают предоставление абонентам достаточно широкого спектра услуг высокого качества. Однако они не способны удовлетворить всем требованиям, которые будут предъявляться к средствам мобильной связи уже в ближайшей перспективе. Эти требования в основном сводятся к следующему:

- осуществление высокоскоростного обмена пакетными данными;
- реализация большой емкости и пропускной способности системы;
- обеспечение высокого качества передачи речи и обмена данными в пределах всей зоны обслуживания;
- поддержка глобальной мобильности.

Реализация перечисленных требований в полном объеме на основе систем второго поколения принципиально невозможна. Это один из ключевых факторов, которыми в настоящее время обусловлено динамичное развитие стандартов мобильной связи третьего поколения (3G), систем связи на их основе и соответствующего оборудования.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАНДАРТЕ CDMA 2000 1X

Стандарт систем мобильной связи третьего поколения (3G) с кодовым разделением каналов CDMA 2000 1x (в зарубежной литературе чаще используется обозначение 3G-1x) является дальнейшим развитием стандарта систем с кодовым разделением каналов второго поколения IS-95 (2G). Оборудование 3G-1x (CDMA 2000 1x) поддерживает имеющиеся в системе IS-95 сервисы по передаче голоса и данных с коммутацией каналов, а также обеспечивает передачу голоса и данных с коммутацией пакетов.

Кроме того, это оборудование реализует значительную емкость системы при передаче голоса, которая является важнейшим тактико-техническим параметром системы связи (она фактически вдвое больше, чем в IS-95).

Сеть 3G-1x (CDMA 2000 1x) обеспечивает пользователям возможность обмена пакетными данными со скоростями до 153,6 кбит/с по радиointерфейсу IS-2000. При этом мобильные абоненты, использующие ноутбук, персональный компьютер или другое устройство обработки данных, соответствующее стандартам IS-2000 и IS-707A1, получают доступ к различным приложениям обмена данными, таким как Internet или Intranet, базам данных, электронной почте и др.

Радиointерфейс 3G-1x (CDMA 2000 1x) состоит из двух радиолиний: нисходящей, по которой осуществляется передача речи и данных от базовой станции к мобильному телефону, и восходящей, по которой передача происходит в противоположном направлении.

Обмен пакетными данными поддерживается по каналу трафика, который называют основным. В этом канале гарантируется скорость обмена данными 9,6 кбит/с. Передача с более высокими скоростями требует использования широкой полосы частот в обеих радиолиниях, поэтому она обеспечивается с использованием высокоскоростных дополнительных каналов, в каждом из которых поддерживается широкий диапазон скоростей обмена данными (от 9,6 до 153,6 кбит/с).

В системе 3G-1x (CDMA 2000 1x) применяется управляемое инфраструктурой динамическое распределение пачек данных, что позволяет максимизировать пропускную спо-

собность канала CDMA и оптимизировать использование системных ресурсов. Скорость передачи данных и размер пачки, передаваемой по дополнительному каналу, будет динамически устанавливаться сетевой инфраструктурой в зависимости от загрузки, интерференции и условий доступности системных ресурсов. При этом для передачи высокоскоростных пакетных данных в любой момент времени могут быть назначены различные значения ширины полосы частот, как в нисходящей, так и в восходящей радиолинии, что позволяет увеличить эффективность использования радиочастотного спектра.

В нисходящей радиолинии распределение пачек обеспечивается по мере получения данных со стороны системы. В восходящей радиолинии данные накапливаются в мобильном телефоне, который в свою очередь посылает запрос по дополнительному каналу в сторону системы, инициируя процедуру распределения пачек. Обслуживание, как правило, является асимметричным, то есть для передачи высокоскоростных пакетных данных в любой момент времени могут быть назначены различные полосы частот в обеих радиолиниях. Это также помогает максимизировать эффективность использования радиочастотного спектра при условии обеспечения запрошенной мобильным телефоном полосы частот для передачи (приема) в соответствующей радиолинии.

Специфика построения радиointерфейса и обеспечиваемые стандартом 3G-1x (CDMA 2000 1x) возможности конфигурирования базовых станций предполагают наличие определенных особенностей сетевого планирования. Остановимся на некоторых из них.

**ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ СЕТИ СТАНДАРТА CDMA 2000 1X**

В принципе, сеть стандарта 3G-1x (CDMA 2000 1x) может развертываться автономно либо накладываться на уже действующие сети стандарта 2G с целью расширения размеров зоны обслуживания и (или) предоставления абонентам новых услуг.

**Частотное планирование**

На процедуру назначения рабочих частот для функционирования системы рассматриваемого стандарта оказывают влияние следующие, иногда противоречивые факторы:

- загрузка участка радиочастотного спектра, в котором предполагается организация работы системы связи;
- требования к назначению рабочих частот, определяемые радиоинтерфейсом 3G-1x (CDMA 2000 1x);
- необходимость обеспечения минимально возможной внутри- и межсистемной интерференции;
- наличие у поставщика услуг связи лицензии на использование радиочастотного ресурса других диапазонов;
- частотная емкость диапазона, который предполагается использовать для работы сети.

Рассмотрим влияние некоторых из перечисленных факторов на частотное планирование. Для назначения несущих частот CDMA, например, в США рекомендованы диапазоны двух классов: класса 0 (сотовый диапазон 850 МГц) и класса 1 (диапазон службы персональной связи 1900 МГц). Исторически сложилось так, что распределение ресурсов радиочастотного спектра в России не соответствует рекомендациям Международного союза электросвязи. Так, для работы систем CDMA в нашей стране выделен диапазон 450 МГц. В настоящее время практически решен вопрос о выделении для этой цели участка диапазона 1900 МГц. Известно, что ширина спектра сигнала в системе связи с кодовым разделением каналов составляет 1,23 МГц. Зная этот параметр, можно оценить количество несущих частот, которое может быть назначено в соответствующем частотном диапазоне.

Наиболее простым вариантом с точки зрения назначения частот является развертывание системы 3G-1x (CDMA 2000 1x) в диапазоне, специально вы-

деленном для этой цели. Кроме того, для работы системы может задействоваться участок радиочастотного спектра, в котором уже работает система 2G. В перечисленных случаях защитная полоса между несущими частотами 3G-1x (или 3G-1x/2G) (CDMA 2000 1x или CDMA 2000 1x/2G???) не требуется и обеспечивается максимальная эффективность использования спектра при условии последовательного расположения несущих.

В принципе возможен также вариант использования участков спектра, частично занятых другими радиоэлектронными средствами, если при этом обеспечиваются их электромагнитная совместимость и соответствующие защитные частотные интервалы. Например, для систем, работающих в сотовом диапазоне 800 МГц, величина такого интервала должна составлять не менее 270 кГц, а для систем, использующих диапазон 1900 МГц, — 625 кГц. Уменьшение указанных интервалов приведет к созданию взаимных радиопомех, а увеличение — к неэффективному использованию радиочастотного спектра.

Следует отметить, что в настоящее время появилось множество публикаций, посвященных теоретическому исследованию влияния систем связи с CDMA на работу других радиоэлектронных средств, однако результаты этих исследований нуждаются в тщательной экспериментальной проверке.

**Территориальное планирование**

В основе территориального планирования сети рассматриваемого стандарта лежит хорошо известный из теории CDMA принцип обмена секторной емкости на размер зоны обслуживания. Такой обмен может осуществляться в широких пределах, ограниченных имеющимся в системе интерференционным запасом. Так, за счет приемлемого уменьшения емкости имеется возможность наращивания размера зоны обслуживания примерно в 1,6 раза по сравнению с номинальным значением. Можно показать, что при этом величина интерференционного запаса будет достаточно велика и составит около 1,6 дБ. Дальнейшее увеличение раз-

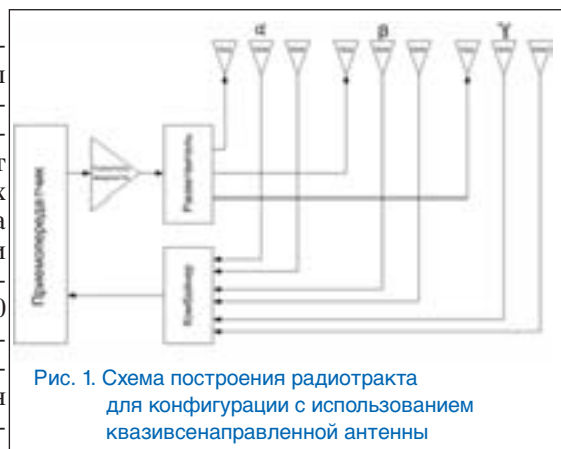


Рис. 1. Схема построения радиотракта для конфигурации с использованием квазивсенаправленной антенны

мера зоны обслуживания за счет емкости представляется нецелесообразным как по техническим, так и по экономическим соображениям.

Для обеспечения заданной пропускной способности и размера зоны обслуживания сеть стандарта 3G-1x (CDMA 2000 1x) строится из отдельных сот. При этом может использоваться одна из следующих сотовых конфигураций:

- 1) конфигурация с единственной расширенной несущей;
- 2) конфигурация с концентрическим расширением;
- 3) конфигурация с квазивсенаправленной антенной;
- 4) асимметричная конфигурация.

В конфигурации с единственной расширенной несущей в соте (секторе) имеется одна слабо загруженная несущая, которая поддерживает трафик с небольшой плотностью, за счет чего обеспечивается расширенная зона обслуживания.

В конфигурации с концентрическим расширением в соте (секторе) используется расширенная несущая, обеспечивающая большую зону обслуживания с малой плотностью трафика, а также одна или несколько максимально загруженных несущих, поддерживающих трафик с высокой плотностью в пределах меньших зон обслуживания. В такой конфигурации обеспечивается увеличение общей пропускной способности соты (сектора).

Конфигурация с квазивсенаправленной антенной применяется тогда, когда во всех секторах одной соты трафик примерно одинаков. Это основная трехсекторная конфигурация с одним приемопередатчиком.

Для обслуживания каждого сектора трехсекторной базовой станции применяются:

- две приемных и одна передающая антенна;
- комбайнер, в котором сигналы, поступающие от разнесенных в пространстве приемных антенн, суммируются и затем подаются на вход общего для всех секторов приемника;
- разветвитель, в котором сигнал, поступающий от общего для всех секторов усилителя мощности, делится в равных пропорциях между тремя передающими антеннами;
- общий для всех секторов приемопередатчик.

Схема построения радиотракта для реализации такой конфигурации иллюстрируется рис. 1.

Сота, построенная на основе рассматриваемой схемы, может обеспечить полную емкость 26,4 Эрланга на сектор или общую емкость 79,2 Эрланга.

Асимметричная конфигурация используется в том случае, если в пределах одного (двух) секторов соты плотность трафика существенно выше, чем аналогичный параметр для других (другого) секторов (сектора).

Для обслуживания секторов в трехсекторной базовой станции используются:

- две приемных и одна передающая антенна в каждом секторе;
- комбайнер, в котором сигналы, поступающие от разнесенных в пространстве приемных антенн, суммируются и затем подаются на вход общего для двух секторов приемника;
- разветвитель, в котором сигнал, поступающий от общего для двух вышеупомянутых секторов усилителя мощности, делится в рав-

ных пропорциях между двумя передающими антеннами;

- общий для двух секторов приемопередатчик, а также отдельный приемопередатчик для третьего сектора;
- усилитель мощности, поддерживающий третий сектор.

Схема построения радиотракта для реализации такой конфигурации иллюстрируется рис. 2.

Рассматриваемая конфигурация позволяет обеспечить передачу большего объема трафика в секторе, построенном на основе использования отдельного радиотракта.

Размер зоны обслуживания для всех секторов одинаков, что обеспечивается за счет преднамеренного сокращения секторной емкости в двух секторах, обслуживаемых общим приемопередатчиком. Емкость, поддерживаемая такой сотой, составит 40,4 Эрланга.

Если объем трафика растет таким образом, что сектор, обслуживаемый отдельным приемопередатчиком, продолжает оставаться более загруженным по сравнению с двумя другими секторами, то естественным было бы наращивание емкости за счет добавления несущих в двух других секторах. Если с ростом трафика все сектора окажутся загруженными более однородно, то необходимо использовать третий усилитель в каждом секторе. В этом случае сота может поддерживать полную емкость 26,4 Эрланга на сек-



Рис. 2. Схема построения радиотракта асимметричной соты

тор или 79,2 Эрланга на соту при обеспечении прежнего размера зоны обслуживания.

Следует отметить, что для решения специальных задач конфигурации 3 и 4 могут комбинироваться с конфигурациями 1 и (или) 2, но при этом используются сложные процедуры сетевого планирования, рассмотрение которых выходит за рамки настоящей статьи.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, планирование системы стандарта CDMA 2000 1x имеет определенные отличия от аналогичной процедуры для систем мобильной связи других стандартов. Это обусловлено особенностями принципа кодового разделения каналов, положенного в основу построения рассматриваемой системы, а также многообразием вариантов наложения сети CDMA 2000 1x на уже действующие сети и используемых при этом сотовых конфигураций.



# TetraFlex®



## ОТ АНАЛОГА К ЦИФРЕ – ЭТО ПРОСТО

**Новейшая IP Тетра система** ■ Разработана специально для односайтовых решений  
 ■ Система с одной или двумя несущими ■ Полное резервирование при конфигурации на две несущие ■ Установка на мачте рядом с антенной ■ Гибкая конфигурация системы  
 ■ Система базируется на IP соединениях, включая VoIP ■ Простой, удобный, низкочастотный монтаж ■ Пользовательский программный интерфейс (API) ■ Низкобюджетное решение – Ваши минимальные инвестиции!

Официальный Дистрибьютор компании DAMM Cellular Systems A/S -  
 ООО «Радио Комьюникейшнз Интернэшнл»

119285, Россия, Москва, ул. Мосфильмовская, д. 40А,  
 тел.: (095) 147-9200, 147-7086, 143-1467, факс: (095) 143-8989  
 e-mail: tetraflex@rcicorp.ru, www.rcicorp.ru

