**Министерство образования РФ**

 **ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**

 **УНИВЕРСИТЕТ**

 **Реферат**

**по предмету цифровые устройства на тему:**

 **Стандарт сотовой связи CDMA.**

**Проблемы внедрения и эксплуатации**

 **в России.**

 **Выполнил:**

 Студент группы ССК - 972

Литвинов А.

 **Руководитель:**

Шифрин В.М.

 **Воронеж**

 **2000**

 **План:**

1 CDMA как инструмент решения экономических задач;

2 Цифровые сотовые системы подвижной радиосвязи с кодовым разделением каналов:

2.1. принципы кодового разделения каналов;

2.2. сотовая система подвижной радиосвязи с кодовым разделением каналов стандарта IS-95;

2.3. аспекты безопасности в стандарте IS-95;

2.4. подвижная станция стандарта IS-95;

* 1. базовая станция стандарта IS-95;
	2. применение CDMA в системах беспроводной связи типа WILL;
1. Подвижность в системах CDMA.
2. Проблемы функционирования CDMA в России.
3. Заключение.

**CDMA как инструмент решения экономических задач**

Можно выделить три задачи региональных операторов, ведущих к экономическому успеху:

1. развитие телефонной сети.
2. Реконструкция и обновление действующей сети, улучшение качества связи.
3. Расширение видов и числа услуг.

Развитие телефонной сети в свою очередь, базируется на трех основных требованиях платежеспособного потребителя:

* быстрота выполнения заявки;
* установка телефона в любой географической точке;
* быстрота соединения и высокое качество разговора;

***Место системы CDMA в развитии телекоммуникаций области.***

Современные технологии связи с первых дней работы позволяют уходить от непроизводительного труда на всех этапах, начиная с проектирования и заканчивая строительством и эксплуатацией. Оценена простота проектирования и монтажа системы CDMA.

Данная система сразу стала популярной. За ней закрепился стабильный спрос, характерный, впрочем, для всех радиосистем, которые создают возможность немедленной установки телефона в тех районах, куда годами не доходили проводные сети. Это одноэтажные массивы городов, загородные дачные участки, пригородные хозяйства.

Отзывы клиентов подтвердили преимущества CDMA. Система отличается лучшим качеством передачи речи и надежностью соединения. Немалую роль играет гарантия качества защищенности от несанкционированного доступа. Разумная тарифная политика и качество связи, удобная местная нумерация создают системе необходимую популярность.

 ***Необходимость смены технологий.***

Современное оборудование не оставляет нам шансов строить и эксплуатировать сети по старым правилам. Если мы меняем координатную станцию на цифровую, мы вынуждены проводить и определенную реконструкцию абонентской сети, поменять почти всю сеть абонентских линий. Нет возврата к столбовым многокилометровым линиям, голым кабелям связи с низкой изоляцией. В то же время строить для четырех-пяти абонентов хутора или поселка линии бронированным кабелем, заглубленным в грунт не менее метра, чтобы защитить от порывов, мы не сможем из экономических соображений. Современные радиотелефонные системы - один из наиболее приемлемых, на наш взгляд, способов телефонизации местности с малой плотностью населения.

Координатные и декадно-шаговые станции составляют 80% коммутационного оборудования в области. Кабельное хозяйство и воздушные линии связи по возрасту превосходят коммутационные системы. Задача, которую вынуждены решать все операторы, - это проблемы села. Полноценная реконструкция и обновление сельской телефонной связи могут стать реальностью только при восстановлении платежеспособности населения, но готовить решение нужно уже сегодня. Не следует сбрасывать со счетов вариант определенного развития экономики, когда износ сельских сетей поставит перед оператором задачу вынужденной их реконструкции.

***Реконструкция сельской телефонной связи и CDMA.***

Одной из основных задач, которые позволяет решать CDMA, следует считать замену изношенных сельских станций и абонентских линий. Система позволяет обслужить абонентов в радиусе 30 километров и более. С помощью CDMA возможны высвобождение и перенос АТС, еще способных работать, из районов, где устанавливаются базовые станции, хотя подобные решения могут быть лишь временными и вынужденными.

Целесообразно использовать недавно сертифицированные выносные концентраторы серии QCT - 8000, которые позволяют телефонизировать отдельные здания и компактные поселки. В квартирах пользователей устанавливается стандартный проводной телефонный аппарат, который дешевле радиотелефонов в 5-6 раз.

Кроме задач развития и реконструкции очень важно было решать проблему предоставления современных дополнительных услуг, в том числе для самых дальних сельских населенных пунктов. Это услуги передачи данных и факсимильных сообщений, услуги Интернет. Испытания последней модификации аппарата фирмы Qualcomm QCT - 1000 показали, что передача данных осуществима на высоком уровне, что существенно расширяет круг потребителей.

В настоящее время различными исследовательскими организациями значительное внимание уделяется разработке систем подвижной радиосвязи сотовой и микросотовой структуры нового поколения с кодовым разделением каналов (CDMA) . Одной из таких разработок является проект CJDIT, финансируемый в рамках программы RACE Европейским сообществом. Реализация системы CDMA до последнего времени сдерживалась отсутствием ряда технических решений, включая проблемы реализации абонентских станций с приемлемыми потребительскими качествами.

Одна из первых сотовых систем подвижной радиосвязи с кодовым разделением каналов была разработана фирмой Qualcomm (США), принципы ее построения положены в основу CDMA стандарта США IS-95.

Оценка состояния и направлений развития сотовых систем связи с кодовым разделением каналов представляет интерес для операторов и будущих абонентов этих сетей.

**Принципы кодового разделения каналов**

28 сентября 1995 года компания Hutchison Telephone (Гонконг) открыла коммерческую эксплуатацию первой в мире цифровой ССПС с кодовым разделением каналов (CDMA). Сеть построена на оборудовании фирмы Motorola: базовых станциях SC9600 и коммутационной станции типа EMX2500

Принципы кодового разделения каналов связи (CDMA - Code Division Multiple Access) подробно исследованы и рассмотрены во многих работах. Они основаны на использовании широкополосных сигналов (ШПС), полоса которых значительно превышает полосу частот, необходимую для обычной передачи сообщений, например, в узкополосных системах с частотным разделением каналов (FDMA). Основной характеристикой ШПС является база сигнала, определяемая как произведение ширины его спектра F на его длительность Т:

B = F \* T.

В цифровых системах связи, передающих информацию в виде двоичных символов, длительность ШПС Т и скорость передачи сообщений С связаны соотношением Т = 1/С. Поэтому база сигнала B = F/C характеризует расширение спектра ШПС относительно спектра сообщения. Расширение спектра частот передаваемых цифровых сообщений может осуществляться двумя методами или их комбинацией:

1. прямым расширением спектра частот;
2. скачкообразным изменением частоты несущей;

В существующих и разрабатываемых системах сотовой связи преимущественно используются ШПС, формирование которых осуществляется по методу прямого расширения спектра (DS-CDMA-Direct Sequence-CDMA).

Создание систем сотовой подвижной радиосвязи с кодовым разделением абонентов сдерживалось отсутствием технических и технологических возможностей по реализации малогабаритных, малопотребляемых и многофункциональных устройств "сжатия" ШПС. В настоящее время эти проблемы успешно решены американскими фирмами Qualcomm, InterDigital, Motorola. На основе предложений фирмы Qualcomm в США принят стандарт IS-95 на систему сотовой подвижной радиосвязи с кодовым разделением каналов.

**Сотовая система подвижной радиосвязи с кодовым**

 **разделением каналов стандарта IS-95.**

 Сотовая система подвижной радиосвязи общего пользования с кодовым расширением каналов (CDMA) впервые была разработана фирмой Qualcomm (США). Основная цель разработки состояла в том, чтобы увеличить емкость системы сотовой связи по сравнению с аналоговой не менее чем на порядок и соответственно увеличить эффективность использования выделенного спектра частот.

Технические требования к системе CDMA сформированы в ряде стандартов.

Система CDMA фирмы Qualcomm рассчитана на работу в диапазоне частот 800 МГц.

Безопасность или конфиденциальность является свойством технологии CDMA, поэтому во многих случаях операторам сотовых сетей не потребуется специального оборудования шифрования сообщений.

Система CDMA Qualcomm построена по методу прямого расширения спектра частот на основе использования 64 видов последовательностей, сформированных по закону функций Уолша. Для передачи речевых сообщений выбрано речепреобразующее устройство с алгоритмом CELP со скоростью преобразования 8000 бит/с (9600 бит/с в канале). Возможны режимы работы на скоростях 4800, 2400 и 1200 бит/с.

Протоколы установления связи в CDMA, также как в стандартах AMPS и N-AMPS, основаны на использовании логических каналов.

В CDMA каналы для передачи с базовой станции называется прямыми (Forward), для приема базовой станцией - обратными (Reverse). Структура каналов в CDMA в стандарте IS-95 показана на рисунке:

 Каналы CDMA

 Прямые Обратные

Forward Channel Reverse Channel

 Пилотный канал Канал доступа

 Pilot Channel Access Channel

 Канал синхронизации Канал обратного трафика

 Sync. Channel Reverse Traffic Channel

 Канал вызова

 Paging Channel

 Канал прямого трафика

Forward Traffic Channel

**Структура каналов связи в стандарте CDMA IS-95**

Прямые каналы в CDMA:

* ведущий канал - используется подвижной станцией для начальной синхронизации с сетью и контроля за сигналами базовой станции по времени, чистоте и фазе;
* канал синхронизации - обеспечивает идентификацию базовой станции, уровень излучения пилотного сигнала, а также фазу псевдослучайной последовательности базовой станции. После завершения указанных этапов синхронизации начинаются процессы установления соединения;
* канал вызова - используется для вызова подвижной станции. После приема сигнала вызова подвижная станция передает сигнал подтверждения на базовую станцию, после чего по каналу вызова на подвижную станцию передается информация об установлении соединения и назначении канала связи. Канал персонального вызова начинает работать после того, как подвижная станция получит всю системную информацию (частота несущей, тактовая частота, задержка сигнала по каналу синхронизации);
* канал прямого доступа - предназначен для передачи речевых сообщений и данных, а также управляющей информации с базовой станции на подвижную.

Обратные каналы в CDMA:

* канал доступа - обеспечивает связь подвижной станции к базовой станции, когда подвижная станция не использует канал трафика. Канал доступа используется для установления вызовов и ответов на сообщения, передаваемые по каналу вызова, команды и запросы на регистрацию в сети. Каналы доступа совмещаются (объединяются) с каналами вызова;
* канал обратного трафика - обеспечивает передачу речевых сообщений и управляющей информации с подвижной станции на базовую станцию.

На следующем рисунке будет показана процедура установления обычного соединения (входящий вызов к подвижной станции).

 Мобильная станция Базовая станция

* Принимает *Поисковое сообщение* Передает *Поисковое сообщение* или

 канал Разделенное поисковое сообщение(MIN) вызова

* Передает *Ответ на поисковое сообщение* Принимает *Ответ на поисковое сообщение*

 (MIN,ESN) канал Настраивается на назначенный

 доступа информационный канал, используя общий

 длинный код.

 Начинает передавать незначащие данные по

 каналу прямого трафика

* Принимает *Сообщение о назначении*  Передает *Сообщение о назначении канала*

*канала* канал (ESN, канал CDMA, код канала)

* Настраивается на назначенный канал вызова

 связи, используя общий длинный код.

* Принимает N последовательных кадров от

базовой станции

* Начинает передавать преамбулу канала Принимает преамбулу канала связи от

связи каналу обратного трафика. мобильной станции

* Принимает *команду о подтверждении*  Передает *команду о подтверждении*

*базовой станции*  канал прямого  *базовой станции*

* Начинает отбрасывать принятые пакеты трафика

с запросами на обслуживание и передавать

данные по каналу обратного трафика.

* Принимает *Сигнал готовности* с Передает *Сигнал готовности с*

*информационным сообщением*. канал прямого  *информационным сообщением*

 трафика (сигнал посылки вызова, CNI - номер вызывающего абонента)

* Передает подтверждение Принимает подтверждение
* Подает вызывной сигнал к мобильному канал обратного

радиотелефону. трафика

* Выводит информацию CNI на табло

мобильного радиотелефона.

*(Абонент отвечает на вызов)*

* Снимает подачу сигнала посылки вызова к

мобильному радиотелефону.

* Передает *Команду о соединении* Принимает *Команду о соединении*
* начинает передавать информационные канал обратного

 пакеты с подтверждением об трафика

 обслуживании.

* Принимает подтверждение Передает подтверждение

 Канал прямого

 трафика

 *(разговор абонентов)* *(разговор абонентов)*

*Процедура установления обычного соединения (случай входящего вызова у подвижной станции). Вызов к абонентскому аппарату может включать фазу, когда устанавливается конкретная требуемая опция (вариант) службы.*

На рисунке показана процедура прохождения обычного вызова (исходящий вызов от подвижной станции)

 **Мобильная станция Базовая станция**

* Обнаруживает вызов, посылаемый Принимает *начальное сообщение*

пользователем мобильной станции. Канал Настраивается на назначенный канал трафика,

* Передает *начальное сообщение*  доступа используя общий длинный код по обратному

(ESN, MIN, набранные знаки номера) началу трафику.

 Начинает передавать незначащие данные канала трафика по прямому каналу.

* Принимает *Сообщение о назначении*  Передает *Сообщение о назначении канала*

*канала.* Канал вызова (ESN, канал CDMA, кодовый канал).

* Настраивается на канал трафика, Удостоверяет MIN и ESN мобильной станции.

используя общий длинный код. Принимает преамбулу канала трафика от

* Принимает N последовательный дестви- мобильной станции.

тельных кадров от базовой станции.

* Начинает передавать преамбулу канала

трафика.

* Принимает *Команду о подтверждении*  Передает *Команду о подтверждении базовой*

*базовой станции.*  Прямой канал *станции.*

* Начинать передавать пакеты трафика к трафика

Опции услуг 1 и от опции услуг 1.

*Возможная процедура (по выбору)*  Принимает *Продолжение начального*

* Передает *Продолжение начального*  Обратный канал *сообщения.*

*сообщения.* трафика

* Принимает подтверждение. Передает подтверждение.

 Прямой канал

 трафика

*Возможная процедура (по выбору)*

* Принимает *команду Запрос перехода* Прямой канал Передает *команду Запрос перехода на*

 *на частный длинный код.*  трафика *частный длинный код*

* Передает подтверждение вместе с  Принимает сообщение *Принята команда о*

сообщением *Принята команда о* Обратный канал *переходе на частный длинный код*

*переходе на частный длинный код*  трафика

* Начинает передавать и принимать Начинает передавать и принимать информацию

информацию, используя частный длинный код используя частный длинный код.

*Возможная процедура (по выбору)*

* Принимает *Сигнал готовности вместе* Передает *Сигнал готовности вместе*

*с информационным сообщением* Прямой канал *с информационным сообщением* (сигнал

 трафика контроля посылки вызова)

* Передает подтверждение. Принимает подтверждение

 Обратный канал

* Подает сигнал контроля посылки трафика

вызова по разговорному тракту.

 *(вызываемый абонент отвечает на вызов)*

*Возможная процедура (по выбору)*

* Принимает *Сигнал готовности вместе* Передает *Сигнал готовности вместе*

*с информационным сообщением.* Прямой канал *с информационным сообщением.* (молчание)

 трафика

* Передает подтверждение Принимает подтверждение
* Отключает сигнал посылки вызова Обратный канал

в тракте трафика. трафика

*(разговор абонентов) (разговор абонентов)*

В стандарте IS-95 регулировка уровня мощности сигнала, излучаемого подвижной станцией, осуществляется в динамическом диапазоне 84 дБ с шагом 1 дБ. Это обеспечивает возможность приема сигналов подвижных станций базовой станцией с практически одинаковым уровнем мощности независимо от удаления до базовой станции. Чем ближе уровень мощности сигналов от подвижных станций на входе базовой станции к минимальному, соответствующему требуемому качеству связи, тем меньше уровень взаимных помех в системе и, следовательно, тем выше ее емкость.

Высокие требования к регулировке уровня мощности подвижной станции можно отнести к недостатку системы Qualcomm. Вторым недостатком CDMA Qualcomm является необходимость использования одинаковых по размерам сот на всей сети, в противном случае возникают взаимные помехи от сигналов подвижных станций, которые находятся в соседних сотах разного размера.

Стандарт CDMA обеспечивает большую емкость сети по сравнению с традиционными аналоговыми сотовыми сетями. Увеличение емкости может быть достигнуто двумя способами:

1. увеличением количества каналов на МГц выделенной полосы частот;
2. увеличением повторного использования каналов связи на данной территории.

Фактором, способствующим снижению взаимных помех в системе CDMA и, следовательно, увеличению ее емкости, является применение, аналогично GSM, системы прерывистой передачи речи.

На интервале сеанса связи активная часть разговора составляет около 35% , 65% приходится на прослушивание сообщений с противоположной стороны и паузы. Излучение сигнала подвижной станцией только на интервалах активности речи приводит к дополнительному снижению системных помех и общему увеличению емкости системы CDMA.

В нижеследующей таблице будут приведены основные характеристики CDMA и их краткое описание, определяющее достоинства и перспективность систем сотовой связи с кодовым разделением каналов.

 Характеристики и их описание

Высокая пропускная способность.

Полевые испытания, проводившиеся в различных условиях, подтвердили, что при высокой нагрузке пропускная способность систем CDMA в среднем в 15 раз превышает пропускную способность аналоговых систем. Наконец, при использовании существующих вокодеров, которые работают на половиной скорости передачи, пропускная способность увеличивается еще в 1,7 раза. Дополнительная секторизация (свыше 3) также увеличивает пропускную способность.

Высококачественная связь.

Вокодер, работающий на переменной скорости передачи, обеспечивает преобразование речевых сигналов в цифровую форму и высококачественное воспроизведение речи. Фоновые сигналы заглушаются даже при большой нагрузке. Метод мягкой передачи абонента (переключения абонента с одного радиоканала на другой), применяемой в системах CDMA, обеспечивает почти прозрачную передачу вызовов между сотами. Такой надежный метод передачи практически исключает потерю вызовов и снижает нагрузку на коммутационное оборудование.

Возможность дальнейшей эволюции системы.

В существующей системе предусмотрены поисковые службы и цифровая передача данных. Существующая структуру управления обеспечивает протоколы факсимильной связи. Могут быть предусмотрены и более высокие скорости передачи. Портативные абонентские станции, основанные только на методе CDMA и совместимые с сотовыми системами и УАТС, могут отвечать перспективным требованиям.

Возможность введения новых функций.

При желании с одного и того же аппарата можно получить выход к беспроводной УАТС, домашнему беспроводному телефону, общественным беспроводным цифровым телефонным аппаратам, к сети персональный связи и к сотовым сетям. Обеспечиваются интерфейсы с УАТС, сетью ISDN и коммутируемой телефонной сетью общего пользования. Цифровые сигналы управления позволяют организовать целый ряд служб передачи данных, которые можно добавлять по мере того, как компания-оператор будет вводить новый услуги. Вокодер с переменной скоростью передачи и предусмотренная возможность передачи данных позволяют вводить различные уровни обслуживания. Предусмотренные в системе измерения уровня сигнала и его задержки позволяют определять положение подвижной станции.

Секретность связи.

Цифровая форма сигналов, передача в широкой полосе частот, защита информации для каждого адресата - все это обеспечивает значительно более высокую, чем в других системах, секретность связи.

Простота перехода (и совместимость с аналоговыми системами)

CDMA позволяет почти утроить существующую в аналоговых сетях пропускную способность и обеспечивает более высокое качество обслуживания. Пропускная способность и радиопокрытие позволяют вводить CDMA при значительно меньшем числе сот, чем на существующих сетях. Зона радиоохвата антенны и секторизация не зависят от соты и не так тесно связаны, как в узкополосных система. Последующее расширение может быть поэтапным и может быть местным (чтобы быстро обеспечить радиопокрытие в каком-то одном месте) или глобальным.

Цена и наличие оборудования

Существующие оценки стоимости системы CDMA в отношении сетевого и абонентского оборудования показывают, что по стоимости эта система эквивалентна существующим аналоговым системам. Более высокая пропускная способность позволяет организовать связь при значительно меньшем числе сот, чем в аналоговых системах и системах с TDMA, что снижает капитальные и эксплуатационные затраты. Проверенная технология заказных интегральных схем позволила свести технологию сложных схем CDMA к очень простым решениям.

 Стандарт IS-95 обеспечивает высокую степень безопасности передаваемых сообщений и данных об абонентах.

 Безопасность связи обеспечивается также применением процедур аутентификации и шифрования сообщений.

 Шифрование сообщений, передаваемых по каналу связи (ТСН), осуществляется также с использованием процедур стандарта IS-54B.

В стандарте IS-95 используется также режим "частый характер связи", обеспечиваемый с помощью секретной маски в виде длинного кода.

**Подвижная станция стандарта IS-95**

Фирмы Qualcomm и Motorola разработали двухрежимные CDMA подвижные станции, которые поддерживают связь с существующими сетями аналоговых стандартов с частотной модуляцией (AMPS и N-AMPS). Это обстоятельство дает значительные преимущества абонентам CDMA, так как позволяет использовать свой радиотелефон там, где существующие аналоговые сотовые сети обеспечивают радиопокрытие.

 Основное отличие между абонентскими станциями CDMA и существующими станциями аналоговых стандартов заключается в добавлении в состав подвижных станций CDMA функций цифровой обработки сигналов.

**Базовая станция стандарта IS-95**

В системах связи CDMA используются соты с круговой диаграммой направленности антенн или секторные соты (обычно 120-градусные)

В нижеследующем рисунке будет показана структурная схема базовой станции (BTS) для соты с круговой диаграммой направленности антенны с цифровым оборудованием, в состав которого входят канальные блоки.

 Радиочастотный фильтр

 Усилитель мощности

 Приемопередатчик

 Приемник GPS

 Блок цифровой обработки

 Контроллер соты

 *Структурная схема CDMA базовой станции*

Каждый канальный блок может быть сконфигурирован как информационный канал или как служебный канал. Для синхронизации работы сети используется приемник GPS (глобальная система местоопределения).

Отсек приемоотдатчика преобразует сигналы промежуточной частоты, сформированные в отсеке цифрового блока, в радиочастотный сигнал на несущей частоте и обеспечивает обратное преобразование принимаемого сигнала на промежуточную частоту. В направлении передачи сигнал проходит от приемопередатчика через усилитель мощности и фильтр к передающей антенне. В обратном направлении тракт приема начинается с приемных антенн, фильтра, усилителя с низким коэффициентом шума. Затем в приемопередатчике сигнал преобразуется на промежуточную частоту и поступает в отсек цифрового оборудования. Следует отметить, что передающий и приемные тракты подключаются непосредственно к своим антеннам.

Управление режимами работы цифрового оборудования и приемопередатчика осуществляется контроллером соты (СС)

**Применение CDMA в системах беспроводной связи типа WILL**

 В последние годы значительное внимание уделяется разработкам и внедрению систем беспроводной радиосвязи (WILL) для обслуживания стационарных абонентов в сельских и труднодоступных районах. В этой области известны разработки фирм Motorola, Alcatel, Siemens и т.д. При определенных условиях, связанных с количеством обслуживаемых абонентов и их удаленностью от телефонных сетей общего пользования (ТФОП), прокладка кабельных линий связи становится экономически неэффективной по сравнению с внедрением радиоканалов для соединения стационарных абонентов с ТФОП. Обычно применение WILL считается целесообразным для обслуживания абонентов, удаленных от ТФОП на расстояния от нескольких километров до нескольких десятков километров.

Как было отмечено ранее, системы CDMA имеют ряд преимуществ перед существующими сетями сотовой связи и позволяют повысить емкость сетей. Однако достоинства CDMA обеспечиваются усложнением процессов функционирования сети и абонентского оборудования, которые становятся незаметными при использовании передовых методов цифровой обработки сигналов, быстродействующих вычислительных средств и современных технологий микроэлектроники.

 В варианте сети беспроводной связи для фиксированных абонентов не требуется непрерывного управления регулировкой уровня мощности абонентских станций, уровень излучения может быть зафиксирован один раз при установке абонентской станции. Для снижения системных помех используются направленные антенны для абонентских станций (по направлению на базовую станцию). Все это позволяет обеспечить еще большую емкость сети WILL CDMA по сравнению с сетью подвижной сотовой связи.

В целом технология CDMA при использовании ее в сети WILL обеспечивает, по оценкам Motorola, 18-20-кратное увеличение емкости по сравнению с сетью аналогового стандарта AMPS.

Фиксированное размещение абонентских станций, применение направленных антенн в направлении от абонентской станции на базовую станцию позволяет реализовать 60-градусне соты, то есть обеспечить одновременную работу 180 активных абонентов. При нагрузке от одного абонента до 0,025 Эрланга количество абонентов, обслуживаемых одной 60-градусной сотой, составит около 7000. Данные результаты подтверждают высокую эффективность использования CDMA для построения систем беспроводной связи с фиксированным абонентом.

**Подвижность в системах CDMA.**

 Операторам систем CDMA и просто интересующимся внедрением этой технологии в России известно решение коллегии Госкомсвязи о признании "целесообразным создавать в России на базе стандарта IS-95 в диапазоне 800 МГц только сети беспроводного доступа к местным телефонным сетям". Таким образом, окончательно утверждена "ссылка на село" самого передового стандарта подвижной связи.

Рассмотрим сложившуюся ситуацию с точки зрения законопослушного оператора сети связи CDMA, для чего сначала определим два важных понятия.

Что же такое подвижность? В полном объеме - это обслуживание абонента портативным телефонным аппаратом с возможностью роуминга - национального или международного. Для подвижности характерны высокая оплата трафика и его низкая интенсивность, не применяются внешние направленные антенны, а рабочая зона носит вероятностный характер. Нормативным документом будут разрабатываемые в настоящее время "Правила предоставления услуг подвижной связи".

"Стационарность" - фиксированная установка радиотелефона с габаритами, очень близкими к обычному телефонному аппарату, или абонентского радиомодуля со стандартным телефонным интерфейсом. Необходимы высокая интенсивность трафика на каждого абонента и низкая его стоимость. Очень часто необходимы внешние антенны и 100-ный радиодоступ к телефонной сети. Условия предоставления услуги радиодоступа регулируются " Правилами оказания услуг телефонной связи".

Вместе с тем радиодоступ обеспечивает относительную подвижность - возможность работы в различных местах зоны радиопокрытия и даже в движущемся автомобиле.

Итак, рассмотрим некоторые проблемы, возникающие при эксплуатации стационарных радиотелефонов. В продаже имеются стационарные телефонные аппараты фирм Qualcomm, Samsung и LG. В комплект телефона входит батарейный источник питания, который при попадании сети обеспечивает 8 ч. разговорного времени. Этот источник и позволяет эксплуатировать телефон автономно. Многие абоненты поняли возможности телефонов CDMA и стали использовать их как подвижные, перевозя в автомобиле. Конечно, такое использование запрещено нашими правилами предоставления услуг связи по системе CDMA, и это отмечено в договоре с абонентом, но как выявить нарушителя, как доказать факт нарушения и что делать дальше?

Прежде всего следовало решить техническую проблему обнаружения подвижности телефонов. Анализ биллинговых записей контроллера фирмы Qualcomm выявил два существующих параметра - номер секторов, в которых разговор начался и закончился, и значение дальности до телефона в этом разговоре. Знание рабочего сектора оказалось малоэффективно, поскольку при ширине сектора 1200 и дальности действия системы 20…25 км площадь сектора 400 км2, а при установке телефона на границе двух секторов рабочий сектор может изменяться несколько раз в течение одного разговора (hand-off).

Наиболее информативным является значение дальности до телефона. Было проанализировано большое количество биллинговых записей для заведомо стационарных и подвижных телефонов. По результатам анализа выяснилось, что функция распределения дальности по звонкам стационарных телефонов близка к нормальной и ее значение 3σ ‹ 200 условных единиц биллинговой записи. Функция распределения дальности для мобильных телефонов может иметь произвольный характер, с максимумами на дальностях, соответствующих наиболее частым остановкам.

Опытным путем был установлен критерий стационарности: 3σ ‹ 300 усл.ед.

В настоящее время нами разработана программа, которая автоматически обрабатывает ежемесячные биллинговые записи и распечатывает номера телефонов, разброс дальностей которых превышает 300 усл.ед.

Такая обработка первых 400 абонентов CDMA выявила 20% подвижных телефонов и телефонов, работающих в нескольких точках. Этим абонентам были направлены письма с предложением прекратить эксплуатацию телефонов CDMA с нарушением Правил пользования и положений Договора. Практически все, использующие телефон в нескольких точках, зарегистрировали свои вторые/третьи рабочие точки. Некоторые "мобильщики" прекратили возить телефоны в автомобиле, а с остальными продолжается работа.

Попутно выявилось несколько интересных обстоятельств:

* для некоторых абонентов функция распределения дальности показала работу телефона в двух точках. Оказалось, что телефон эксплуатировался только в одной точке, но он работает на встроенную антенну и по каким-то внешним причинам переключается на другую базовую станцию, качество работы удовлетворительное. Установка внешних антенн "привязала" телефон к выбранным базовым станциям и улучшила качество связи до отличного;
* несколько абонентов постоянно жаловались на плохое качество связи; выяснилось, что они используют телефон в подвижном варианте. им были направлены предупредительные письма. Жалобы прекратились!

 Что же можно сделать, чтобы прекратить подвижное использование стационарных телефонов? Рассматривались технические и административные меры.

**Технические меры.** Привязка телефона к рабочему сектору - это наиболее эффективное техническое решение, хотя и она не 100%-ного действия. К сожалению, в контроллере фирмы Qualcomm это сделать невозможно. Наверное, такая задача исходно не ставилась. Кроме того, при отказе какого-либо сектора будут потеряны все его абоненты, хотя в сегодняшней ситуации многие из них сохраняют свою работоспособность, так как переходят на отраженные сигналы от других секторов.

**Применение концентраторов.** Это полностью решит проблему подвижности, но есть несколько сдерживающих причин:

* до сих пор нет сертифицированных CDMA концентраторов. Концентратор фирмы Qualcomm QCT-8000 только недавно прошел сертификационные испытания;
* концентратор наиболее применим на вновь строящихся объектах, когда он заранее закладывается в проект большого жилого дома, офисного или производственного здания. В существующей инфраструктуре города или села применение концентратора не решает проблемы "последней мили", сводя ее лишь до уровня последних сотен метров;
* обеспеченные покупатели, как правило, большие индивидуалисты и отлично понимают все преимущества персонального радиотелефона. Их невозможно загнать в радиотелефонную "коммуналку".

 **Продажа телефонов без батарейного источника питания.**

Во многих ситуациях это недопустимо, так как связь особенно нужна при отключении электропитания. Да и всегда найдутся умельцы, которые подключат телефон к автомобильной сети.

 **Административные меры.**

Такими мерами могут быть:

* предупреждение о нарушении Правил и положений Договора и предложение оформить вторую/третью рабочие точки;
* отключение злостного "мобильщика" за систематическое нарушение Правил и условий Договора, но в этом случае теряется реальный доход и может возникнуть сложная юридическая ситуация;
* назначение "мобильного" тарифа, т.е. фактическое признание подвижности и отступление от решений Госкомсвязи.

**Вывод:**

Сегодня мы не имеем надежного технического средства, запрещающего подвижное использование стационарных телефонов. Можно только выявить их и предупреждать абонентов о возможном отключении. Однако отключение не только создает сложную юридическую ситуацию, но и приводит к потерям части доходов, что недопустимо в сегодняшней ситуации, когда идет борьба за привлечение и сохранение каждого абонента. Такая неопределенная ситуация с подвижной эксплуатацией стационарных телефонов может продолжаться довольно долго, по крайней мере до тех пор, пока есть запас пропускной способности.

Что же дальше? С уверенностью можно сказать только одно - число абонентов, использующих стационарный телефон в подвижном варианте, на заднем сиденье автомобиля, неуклонно увеличивается. Это мы узнаем, ежемесячно анализируя новые отчеты программы определения подвижности. Кроме того, уже и абоненты перестали прятаться и прямо спрашивают: "А можно с ним ездить?" "Нет", - говорим мы, и они, понимающе кивая головой, уходят!

Из этой ситуации есть два выхода: 1. Категорически запретить подвижное использование и требовать от операторов отключения всех подвижных абонентов и тем самым "выплеснуть с водой и ребенка", т.к. практически закрыть стандарт CDMA в России. 2. Разрешить подвижность абонентов CDMA, легализуя введение "мобильного" трафика и вводя конкурентную борьбу в цивилизованное русло.

Продажа портативных телефонов с разумной ценой подвижного трафика при условии ограниченной мобильности в пределах одного контроллера способна привлечь дополнительных абонентов и существенно увеличить доходы операторов CDMA, среди которых более 30% представители электросвязи.

**Проблемы.**

Проблемы, на которые следует обратить внимание, хорошо знакомы абсолютному большинству операторов, однако пути решения этих задач мы ищем в одиночку и находит зачастую не самые лучшие и дешевые. Эти проблемы не дают возможности оператору в полной мере использовать CDMA для решения технологических и экономических задач. Такие задачи можно решить только коллективно, при этом все участники должны осознавать, что от объединения не только можно и нужно получать выгоду, но и придется жертвовать частью своих интересов.

***Работы по оформлению документов в государственных организациях.***

Работы по проектированию, монтажу и наладке радиотелефонных систем показали, что оформительские работы в государственных органах РФ занимают в 5-6 раз больше времени, чем поставка, монтаж и наладка вместе взятые.

**Частотный ресурс.**

Сегодня эта проблема особенно насущна и не только потому, что российское распределение частот сильно отличается от мировых принципов. Сегодня CDMA работает в спектре 800 МГц, занимает полосу частот 1.23 МГц. Наука говорит, что смена поколений оборудования и переход к широкополосным и скоростным технологиям 3-го поколения потребует расширения спектра в 10-15 раз. Оператор уже сегодня должен знать, что в какие сроки ему необходимо сделать, чтобы ему необходимо сделать, чтобы его бизнес не перехватили другие.

***GPS - необходимый инструмент функционирования системы.***

Наладка, синхронизация и поддержание сети CDMA в оптимальном состоянии выполняется по стандартной схеме с помощью спутниковых систем типа GPS. Весь мир пользуется только этими системами. Однако о сложностях применения их в России операторы узнают постфактум, когда оборудование уже приобретено. При переходе к 3-му поколению добавляются новые проблемы, когда место в пространстве, скорости и направления движения терминала будут фиксироваться до метра. Наука, ассоциация, холдинг должны предвидеть такие явления, подсказывать оператору, над чем ему работать юридически и экономически. Госкомитет по телекоммуникациям должен заранее формировать юридическую базу.

***Государство и проблемы.***

Решение ряда проблем невозможно без участия Госкомитета по телекоммуникациям и других государственных органов. Необходимо решать ряд прямых запретов и проблем, которые наносят экономический ущерб операторам и государству, не дают потребителю использовать все возможности систем CDMA.

Разрешение хотя бы ограниченной мобильности и внутриобластной межконтроллерной связи при двух и более контроллерах в значительной мере повысит привлекательность системы.

Координация перехода к системам 3-го поколения, когда операторы, работающие в стандартах GSM, AMPS и CDMA, будут вынуждены объединиться на единой технологической платформе, должна проводиться под патронажем Госкомитета по телекоммуникациям.

Таковы проблемы, которые стоят перед нами на сегодняшнем этапе внедрения этой технологии.

 **Список использованной литературы:**

1 Авдеева Л.В. Внедрение в России систем радиотелефонной

связи CDMA: история и проблемы// Мобильные системы.

Спецвыпуск по стандарту CDMA. - М., 1998. - 30-34с.

1. Беспроводный доступ абонентских линий. Том 1. Справочник по подвижной наземной связи. - М., 1997. - с.346.
2. Варакин Л.Е. Теория систем сигналов. - М., 1978. - с.304.
3. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. - М., 1985. - с.384

6 Громаков Ю.А. Цифровые сотовые системы подвижной радиосвязи с кодовым разделением каналов. - М., 1996. - 49с.

1. Диксон Р.К. Широкополосные системы. - М., 1979. - с.304
2. Пышкин И.М., Дежурный И.И. Системы подвижной радиосвязи. - М., 1986. - с.328.
3. Тузов Г.И. Статистическая теория приема сложных сигналов. - М., 1987. - с.400
4. Тузов Г.И., Сивов В.А. Помехозащитность радиосистем со сложными сигналами. - М., 1985. - с.265.