

Системы подвижной связи

Лекция 21

Назначение

- Системы подвижной радиосвязи предназначены для организации связи между абонентами сетей общего пользования, входящих в ВСС РФ, и подвижными терминалами пользователей (мобильными станциями), которые могут быть установлены на подвижных объектах (например, автомобилях) или находятся у абонентов

Контроль качества

- Необходимость в передаче обслуживания возникает, когда качество канала связи, оцениваемое по уровню сигнала или коэффициенту ошибок, падает ниже допустимого предела
- Для контроля таких ситуаций указанные параметры измеряются в МС как для своей ячейки, так и для ряда смежных ячеек
- результаты измерений передаются в ЦК

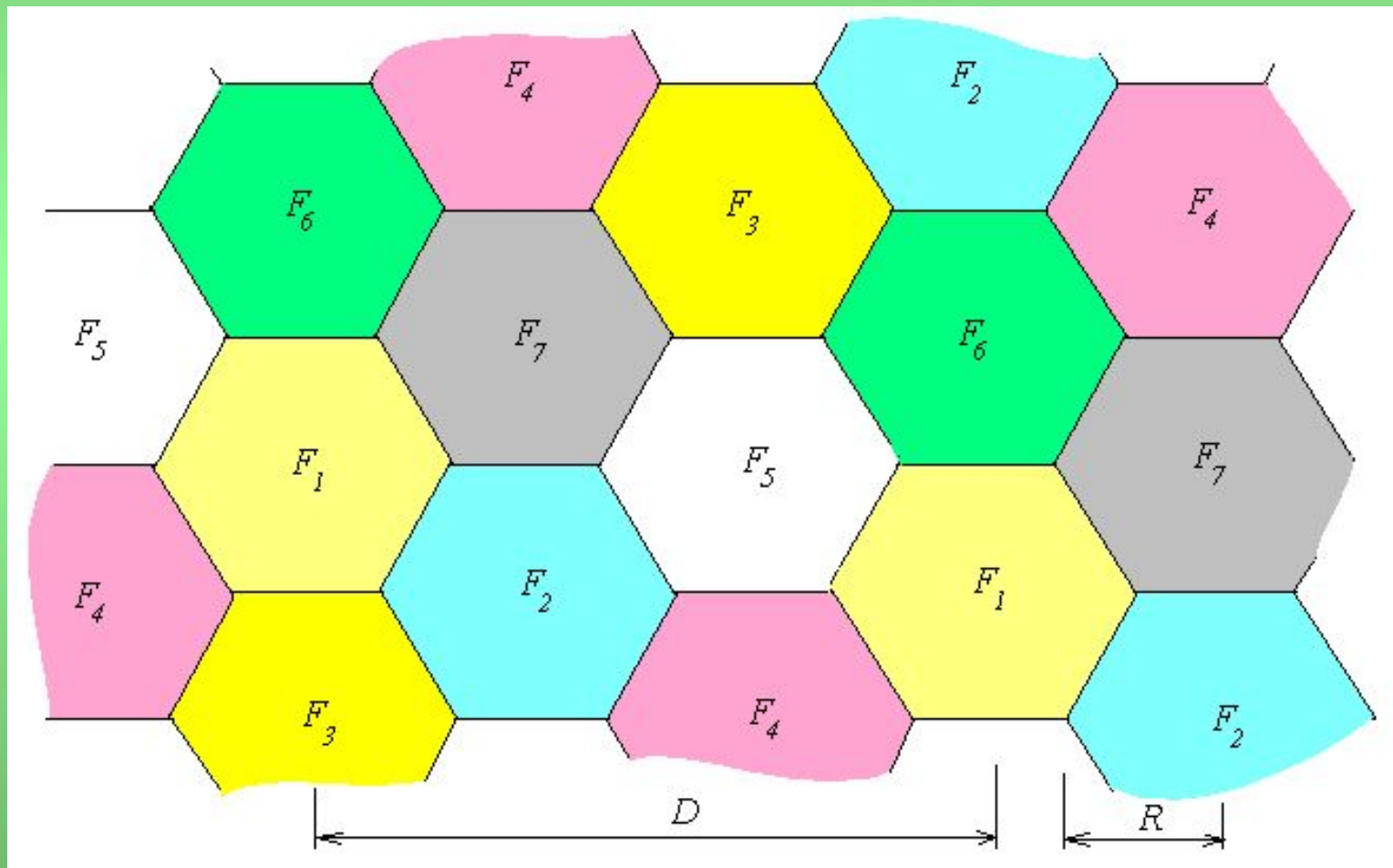
Роуминг

- Еще одна услуга сети сотовой связи возможность предоставления канала связи в зонах обслуживания других сотовых сетей, расположенных в другом городе, области или стране
- В сотовой связи такая возможность - «роуминг»

Повторное использование

- Отличительной способностью систем сотовой связи является повторное использование частот
- Это позволяет существенно повышать емкость системы, т е количество каналов связи, предоставляемых абонентам в пределах зоны обслуживания

Схема повторного использования частот



Кластеры

- В соседних ячейках используют разные частоты, а через несколько ячеек эти частоты повторяются
- Группа смежных ячеек, в которых использованы разные частоты, называется кластером
- На рисунке показан кластер размером $N=7$, в котором используются семь различных частот ($F_1=F_7$)

Много частот

- Если например, в соте рабочим являются 10 частот, то для создания сотовой связи по указанному типу необходимо иметь 70 различных частот
- Базовые станции, на которых допускается повторное использование одинаковых частот, должны быть удалены друг от друга на некоторое расстояние D , называемое “защитным интервалом”

Соканальные помехи

- Чем больше защитный интервал D , тем меньше уровень соканальных помех, воздействующих на МС от БС соседних кластеров, работающих с той же самой рабочей частотой
- Эффективным способом снижения уровня помех на совпадающих частотах - использование направленных секторных антенн вместо антенн с круговой ДН

Защищенное расстояние

- В общем случае защищенное расстояние D связано с числом N ячеек в кластере соотношением
- $$D=R\sqrt{(3N)}$$
- где R -радиус сота

Сигнал-шум

- Отношение мощности полезного сигнала, принимаемого МС от своей БС, к мощности соканальной помехи от мешающей БС зависит не от расстояния D между парными сотами, а от отношения этого расстояния к их радиусу

- $$q = D/r = \sqrt{3N}$$

Оптимизация размеров кластера

- Соканальные помехи уменьшения при увеличении размера кластера
- Однако увеличение ячеек в кластере ведет в пропорциональному уменьшению полосы частот(числа каналов), которые могут быть использованы в одной ячейке

Геальные размеры

- На практике число элементов в кластере выбирают минимально возможным для обеспечения необходимого соотношения сигнал-помеха
- При заданном числе каналов связи на БС размер зоны ее обслуживания, выражаемый через R , определяется числом абонентов, способных вести переговоры с требуемым качеством на всей территории ячейки

Разделение

- Если число каналов оказывается недостаточным для обеспечения требуемого качества обслуживания абонентов, то ячейки разделяются на несколько мелких
- Один из критериев качества- вероятность отказа в предоставлении канала не превышает установленного значения (например 0,05)

При разделении

- Число базовых станций увеличивается
- Мощность излучения- как для базовых так и для мобильных станций- уменьшается

Разные ячейки

- В зависимости от плотности абонентов сотовая система связи может включать себя ячейки различных размеров
- Например, в центре города могут быть организованы микроячейки с радиусом 0,2-1 км

Большие ячейки

- Для обслуживания автомобилей создаются ячейки с радиусом до нескольких десятков километров
- Железнодорожный транспорт, воздушные и морские суда могут обслуживаться спутниковой составляющей системы связи использования гиперячеек радиусом сотен и тысяч километров

Многостанционный доступ

- Совместное использование многими абонентами ограниченного количества каналов связи базовых станций организуют на основе МДЧР, МДВР или МДКР

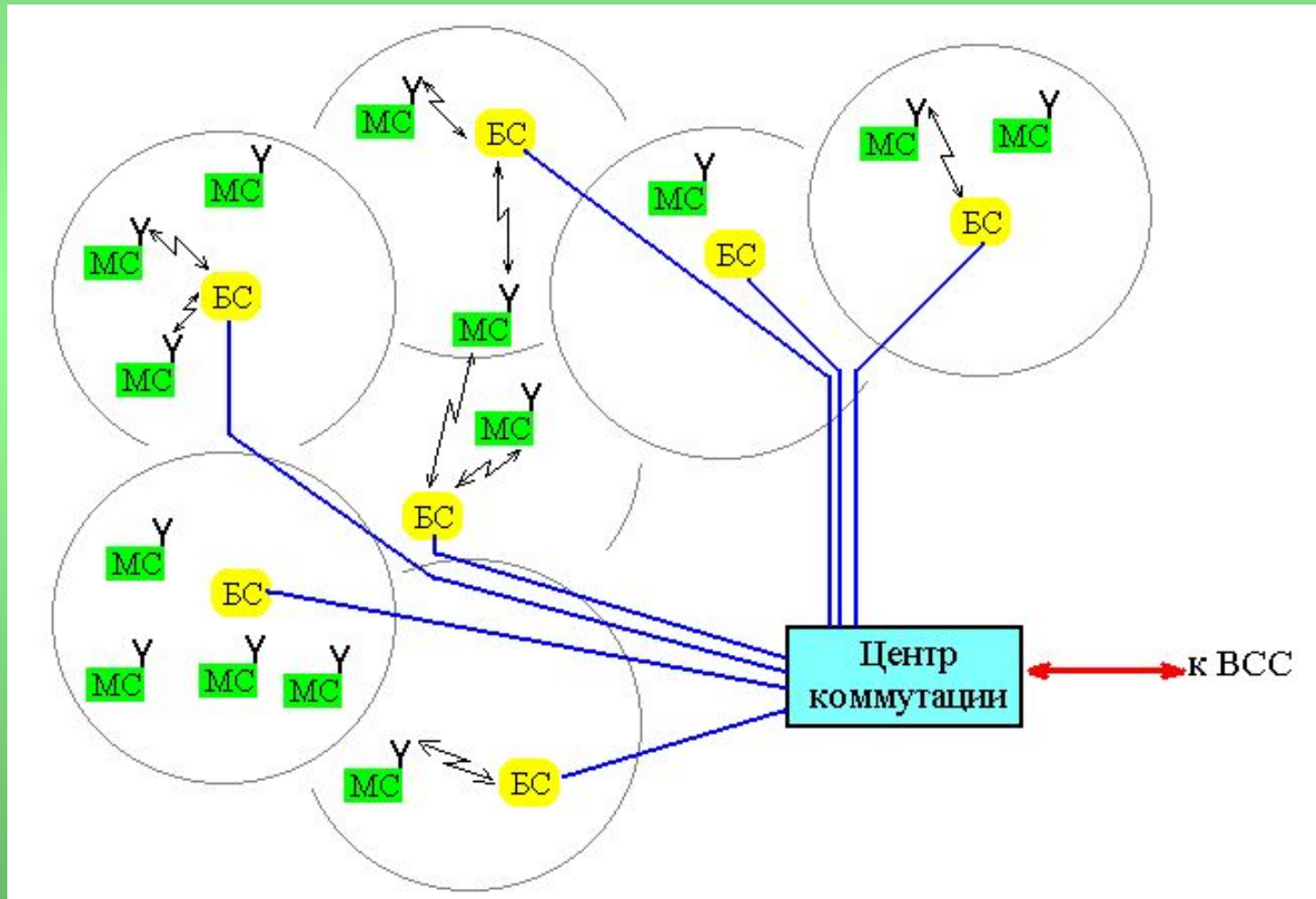
Поколения

- В аналоговых системах связи первого поколения использовался МДЧР, как наиболее простой по своей технической реализации
- В системах второго поколения применяются более совершенные цифровые методы передачи сигналов на основе МДВР и МДКР, которые обеспечивают лучшую помехоустойчивость и большую пропускную способность сотовой связи

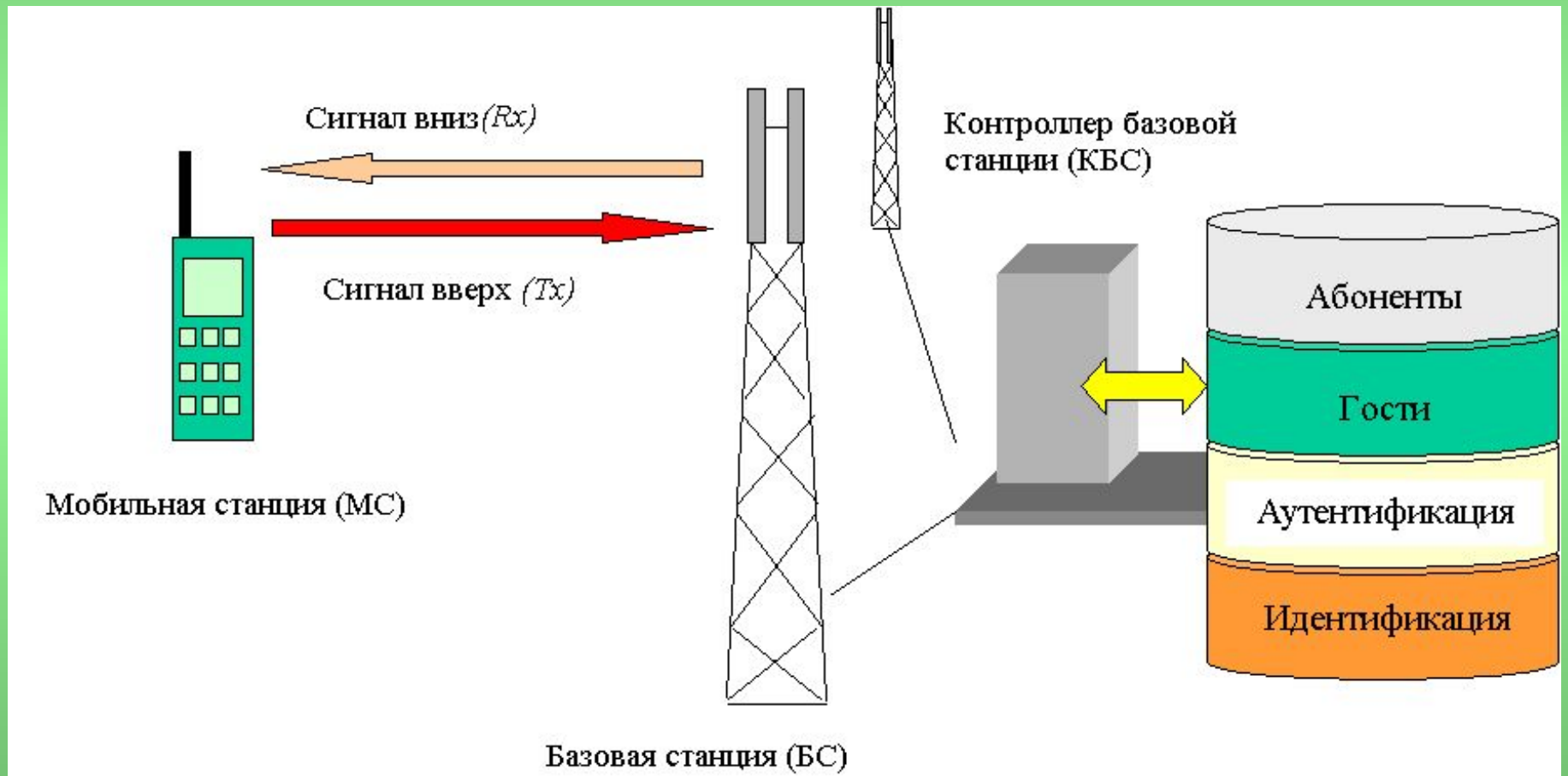
Сравнение мобильных систем СВЯЗИ

<i>Система</i>	<i>Частота несущей</i>	<i>Тип устройства</i>
Дистанционный пульт	ИК	Передатчик
Пейджинг	< 1 ГГц	Приемник
Беспроводной телефон	< 100 МГц	Приемо-передатчик
Сотовый телефон	< 2 ГГц	Приемо-передатчик

Структура сотовой системы радиосвязи



Базовые станции



Стандарты

Характеристика	<i>AMPS</i>	<i>IS-95</i>	<i>GSM</i>
Год	1983	1993	1990
Частота, МГц	824-894	824-894	890-960
МД	МДЧР	МДКР	МДВР
Модуляция	ЧМ	4/2ФМн	ГаусФМн
Полоса канала, кГц	30	1250	200

Транкинговая связь

- Транкинг – это термин для автоматического распределения каналов связи между абонентами по требованию
- Транкинговая радиосвязь – это система, в которой большое количество пользователей делит между собой общую область радиоканалов

Режимы работы транкинговой СВЯЗИ

- Режим **персональной** радиотелефонной СВЯЗИ
- **Групповой** (диспетчерский) режим связи
- Режим связи с АТС и УАТС
- Режим непосредственной связи между МС

Каналы

- Каналы из общей области распределяются между пользователями по требованию, по мере того как они освобождаются
- Ни один канал не закреплен за определенным пользователем или группой пользователей

По сравнению.....

- Транкинговые системы проще и дешевле сотовых, имеют значительно меньшую емкость и представляют абонентам меньший набор услуг
- В простейшем виде-это одна ячейка сотовой(радиусом 40-50 км). В центре которой находится достаточно мощный передатчик, работающий на высоко подвешенную антенну с круговой ДН в горизонтальной плоскости

Применение

- Основное применение систем транкинговой связи-служебная, ведомственная связь (пожарная служба, МВД и др)
- Транкинговые системы позволяют объединять их абонентов в группы, и тогда основная нагрузка (80-90%) распределяется внутри сети, поскольку абоненты либо имеют ограниченный доступ в ТфОП, либо не имеют его вовсе

ВЫЗОВ

- В большинстве транкинговых радиосистем используется канал, на котором запрашиваются вызовы(канал вызова)
- Когда вызов установлен и принят, выделяется рабочий канал их зоны обслуживания на время длительности вызова
- По его завершении канал возвращается в зону обслуживания для перераспределения на другой вызов

Важные особенности

- Транкинг особенно эффективен, когда число необходимых для работы каналов больше, чем число, выделенное под систему
- В отличие от систем сотовой связи транкинговые сети работают только на региональном уровне без возможности национального и международного роуминга

Часто используют

- В транкинговой сети часто используется полудуплексный режим работы, при котором один и тот же канал поочередно используется для связи в прямом и обратном направлениях
- Наиболее распространенный способ многостанционного доступа-МДЧР

Однозоновая и Многозоновая

- Первая предусматривает обеспечение связи в пределах зоны действия одной базовой(центральной) станции
- В многозоновой сети имеется несколько базовых станций. Распределенных по территории и подключаемых к единому центру коммутации и управления

Многозоновые системы

- Расширение зоны действия достигается с помощью дополнительных базовых станций ретрансляторов
- Связь между ретрансляторами осуществляется по выделенным каналам связи через центр коммутации
- Ретрансляторы содержат набор приемопередатчиков по одному на каждый частотный канал(МДЧР), работающих на общую антенну

Режим работы транкинговой СВЯЗИ

- Режим персональной радиотелефонной СВЯЗИ
- Групповой(диспетчерский) режим связи
- Режим связи АТС и УАТС
- Режим непосредственной связи между МС

Первые два режима

- В режиме персональной связи связь между МС осуществляется через ретранслятор без выхода в телефонную сеть
- Групповой режим работы является основным для транкинговых систем
- Разговор между абонентами и вызываемым лицом будет слышан всем участникам группы

Оставшиеся два

- В режиме связи АТС абонент может связаться с любым абонентом учрежденческой или городской телефонной сети
- Непосредственная связь между МС используется, если абоненты находятся вне зоны обслуживания своего ретранслятора

Приемопередатчики

- В транкинговых системах приемники\передатчики МС более сложнее чем те, которые используются в системах, где канал распределены на постоянной основе
- Это происходит оттого, что объекты должны либо сканировать каналы в поисках доступного, либо постоянно слушать на выделенном для вызова канале

TETRA

- *TETRA –trans European trunked radio –*
Общеевропейская система транковой
(транкинговой) связи
- *Trunk* – канал связи; магистральный
канал
- *Trunking* – группообразование,
организация магистральной связи

Пейджинг

- Системы персонального радиосигнального радиовызова, или пейджинговые системы,-это системы односторонней мобильной радиосвязи, обеспечивающие передачу коротких сообщений из центра системы на абонентские приемники
- Посылаемое сообщение называется «страницей»

ОТВЕТИШЬ ПОТОМ

- Пейджинговые системы, обеспечивающие в основном одностороннюю связь «оператор МС», являются более экономичными в ситуациях, когда нет необходимости в немедленном ответе на сообщение
- Пейджинг экономит спектр, т к для передачи сообщения требуется только одна частота, и сообщения очень непродолжительны

Оповещение и управление

- Получатель сообщения может быть оповещен о вызове либо тональным сигналом приемника пейджера, либо вибрацией
- некоторые пейджинговые системы предоставляют услуги по управлению сообщениями

Прием

- С терминала оператора сообщение поступает на базовую станцию, включающую радиопередатчик и АФУ, с радиусом действия до 100 км
- Пейджеры осуществляют прием тех сообщений, которые им адресованы

Типы сообщений

- В пейджерных системах могут передаваться сообщения четырех типов:
тональные,
цифровые,
буквенно-цифровые и
речевые

Проще и экономичнее сотовой СВЯЗИ

- Краткость сообщений(не более 100-200 символов)
- Передача сообщений в одну сторону
- Эффективнее использование канала связи по числу обслуживаемых абонентов

Частоты пейджинга

- Используемые диапазоны частот
- 150,
- 300,
- 400,
- 500,
- 900 МГц

Беспроводные телефоны

- Беспроводные телефоны первого поколения разработаны для использования в домашней обстановке и имеют радиус действия 100м
- Второе поколение отличается дополнительными услугами, что позволяет использовать на небольших предприятиях

Использование

- Портативный приемопередатчик может работать:
- В зоне действия локальной базовой станции установленной в доме или офисе
- С использованием одной из многоканальных БС, установленных в общественных местах, в радиусе примерно 200м

Система СТ2

- Когда абонент находится вне зоны локальной БС, он должен инициировать вызов
- Вызовы не могут производиться из ТфОп на телефонный аппарат абонента СТ2
- Скорость передачи данных 19,2 и 32 кбит/с для несинхронного и синхронного протоколов

Система DECT

- Обеспечивает управление данными
- Предоставляет абоненту возможность получать вызовы, когда он находится вне зоны локальной БС
- Так как подвижный объект фактически стационарен, условия, накладываемые на передачу данных, менее жесткие, чем в GSM

Стандарты

<i>Характеристика</i>	<i>ST2</i>	<i>DECT</i>	<i>PACS</i>
Регион	Европа	Европа	США
Диапазон, МГц	864-868	1880-1900	1850-1910
Число несущих	40	10	400 или 32
Скорость, кбит/с	72	1152	384

Сравнение

<i>Параметр</i>	<i>GSM</i>	<i>CDMA</i>	<i>DECT</i>
Метод доступа	TDMA/ FDMA	CDMA/ FDMA	TDMA/ FDMA
Размер канала	200 кГц	1,25 МГц	1,7 МГц
Размер сота, max	32 км	2,5 км	500 м

Системы персональной спутниковой связи

- Не ограничены по привязке к конкретной местности
- Способны дополнить наземные системы сотовой связи там, где их организация невозможна

Используются околоземные орбиты

- В системах ПСС экономичность достигается при использованием низких околоземных орбит(с высотами до 1500км)
- Это обеспечивает энергетический выигрыш по сравнению с системами на основе геостационарных и высокоорбитальных спутников

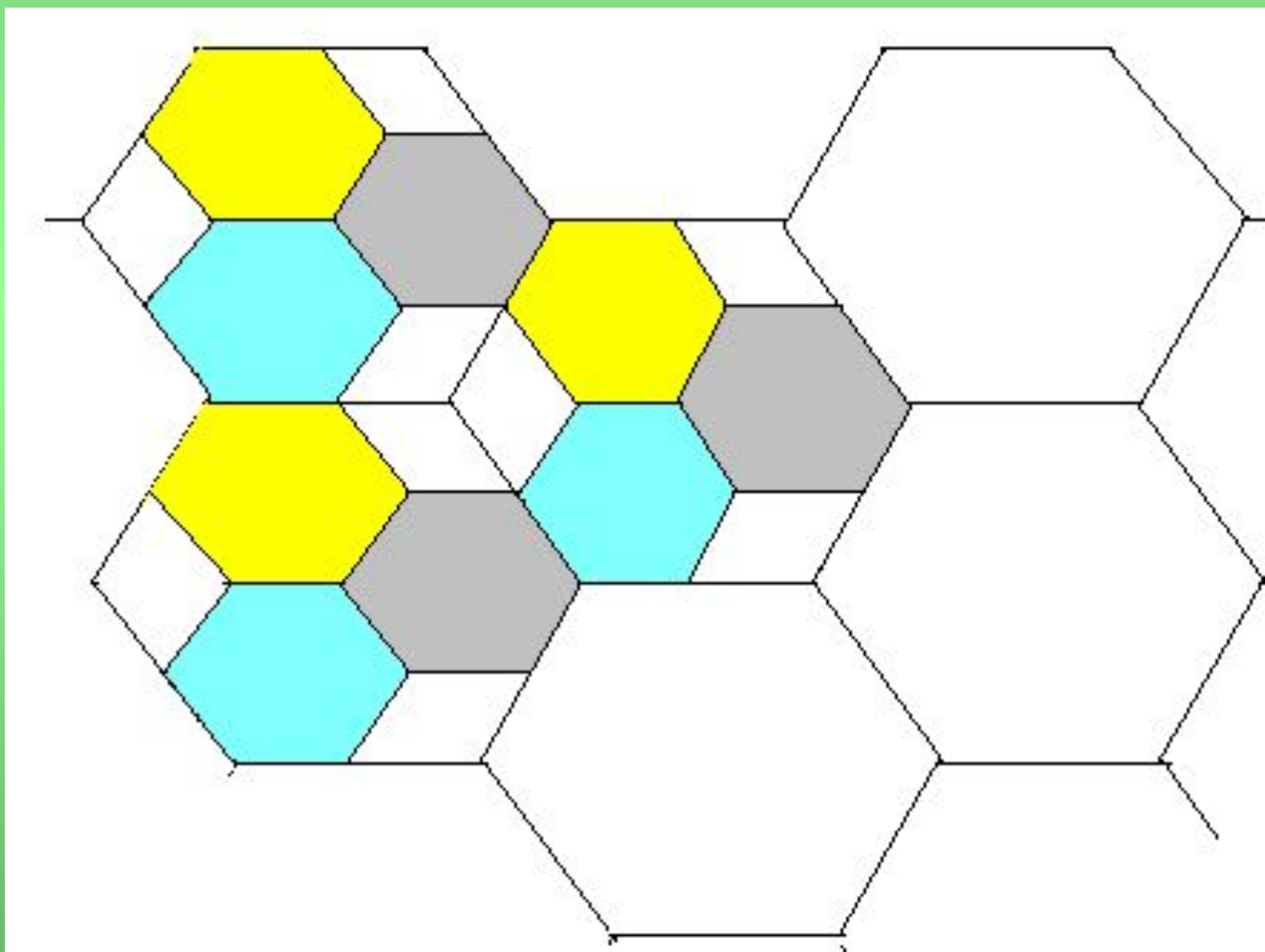
В состав систем ПСС входят

- Несколько спутников-ретрансляторов
- Наземные Центр управления системой и шлюзовые станции
- Абонентские терминалы

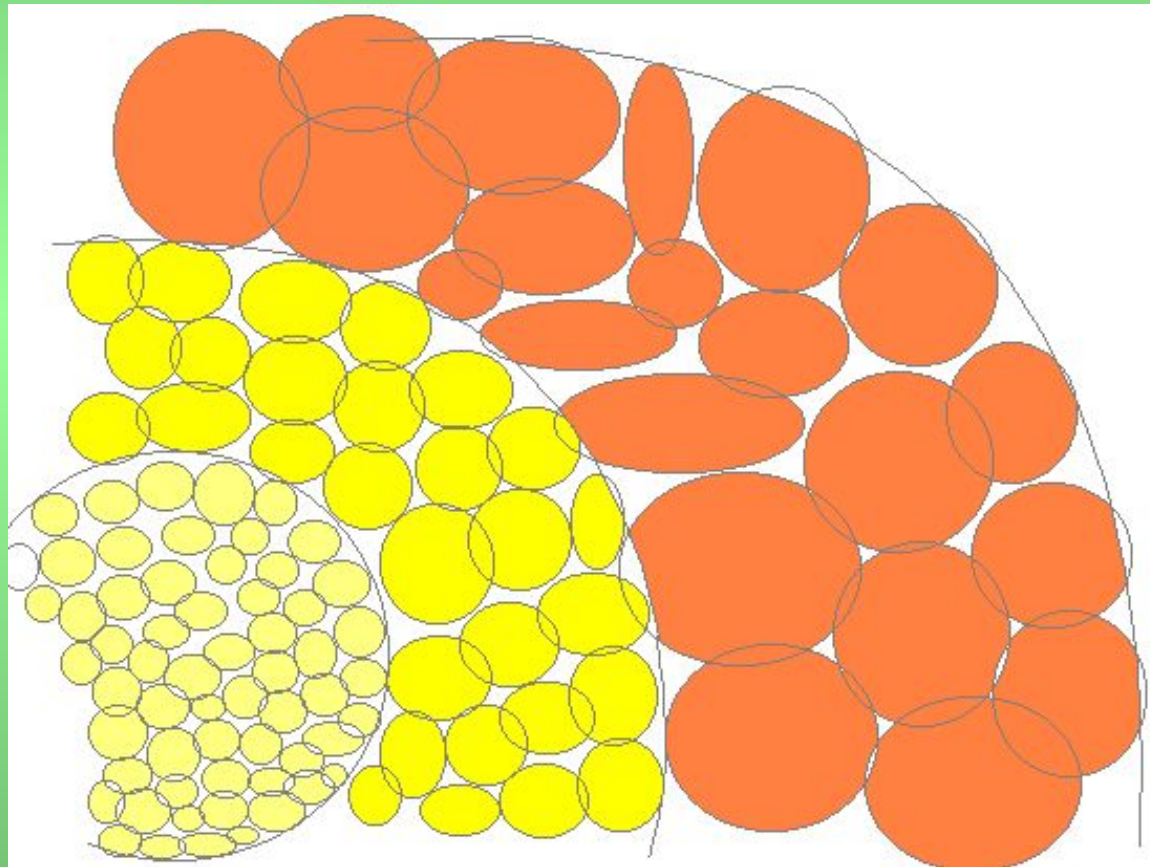
По размеру сот различают

- Пикос-связь внутри офиса, помещения с радиусом сота 10-50 м
- Микросот-связь внутри аэропорта, торговых центров, организация локальных вычислительных сетей с радиусом сота 100-300м
- Макросот-основа сетей мобильной и персональной связи и имеют радиус сота до 40 км
- Магасот-формируется узким лучом КА-ретранслятора и имеют радиус сота от нескольких сотен до тысячи км

Разбиение ячеек на более мелкие



Пример разбиения территории города на соты



Проблемы проектирования

- В основе проектирования лежит критерий «эффективность-стоимость»
- задачи проектирования: расставить базовые станции, распределить частотные каналы между ячейками, обеспечить обслуживание с требуемым качеством

Задача очень сложна

- Поскольку конфигурация и параметры сети зависят от условия местности, приходится выполнять большой объем расчетов
- В проектируемой сети обязательно производится экспериментальные измерения характеристик электромагнитного поля с последующей корректировкой схемы сети

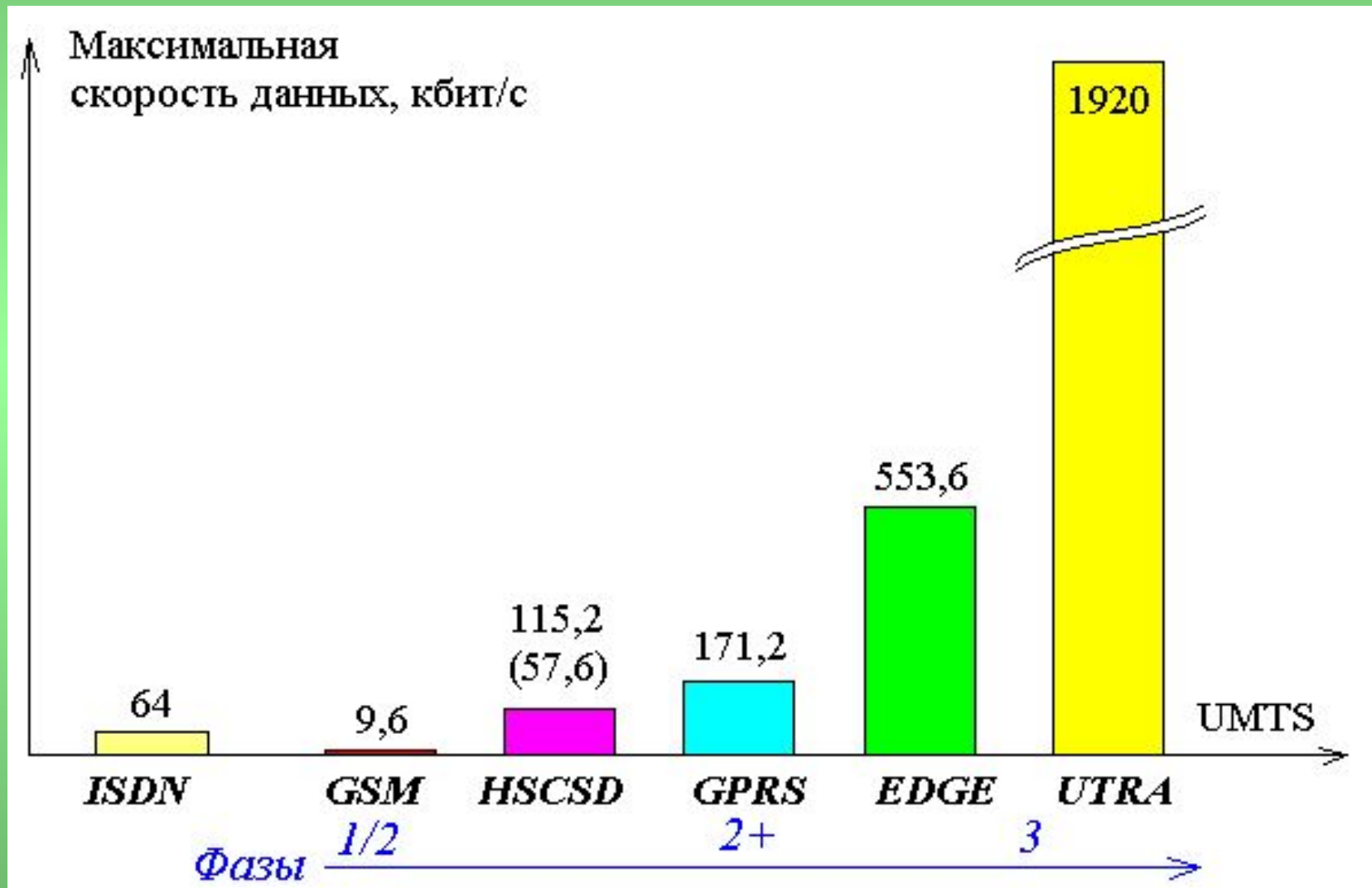
Некоторые сокращения

- *GSM* – *Global System for Mobile telecommunications* – глобальная система мобильной связи
- *CDMA* - *Code Division Multiple Access* – многостанционный доступ с кодовым разделением
- *UMTS* – *Universal Mobile Telecommunications System* – универсальная мобильная телекоммуникационная система
- *UTRA* – *UMTS Terrestrial Radio Access* – сеть радиодоступа системы *UMTS*

Характерные полосы частот

Стандарт	Частоты, МГц	
	Обратный канал	Прямой канал
<i>GSM 900</i>	890-915	935-960
<i>GSM 1800</i>	1710-1785	1805-1880
<i>GSM 1900</i>	1850-1910	1930-1990

Развитие стандарта GSM



Использованные сокращения

- *HSCSD* – *High Speed Circuit Switching Data* – высокоскоростная передача данных с коммутацией каналов
- *GPRS* – *General Packet Radio Service* – обобщенные услуги пакетной радиопередачи
- *EDGE* – *Enhanced Data for GSM Evolution* – повышение скорости для эволюции *GSM*