

Лабораторная работа №8

Построение беспроводных сетей

Беспроводными обычно называют сети, соответствующие требованиям, предъявляемым к передачи данных в компьютерных сетях, созданные без использования кабельной проводки. Такие сети, в зависимости от задач и выбранной топологии, могут являться сегментами других сетей, построенных на иных физических принципах.

Беспроводная сеть является средой передачи данных, которая используется различными корпоративными приложениями для поддержания и оптимизации бизнес-процессов компании благодаря гибкости, мобильности и доступности сетевой среды.

Способы передачи

Беспроводные сети используют несколько способов передачи данных:

- инфракрасное излучение;
- оптическое излучение;
- лазерное излучение;
- радиопередача в узком спектре (одночастотная передача);
- радиопередача в рассеянном спектре.

Типы беспроводных сетей

В зависимости от решаемых задач и технологии передачи данных, беспроводные сети можно разделить на следующие типы:

- Беспроводная персональная сеть (WPAN) – применяется для связи различных устройств, таких как компьютерная и бытовая техника между собой, а также с сетями более высокого уровня. WPAN разворачивается с применением сетевых технологий Bluetooth, infrared или Wi-Fi и имеет небольшой радиус действия от десятков сантиметров до нескольких метров.

- Беспроводная локальная сеть (WLAN) – объединение беспроводных устройств в сеть происходит без использования кабелей, передача данных осуществляется через радиоэфир. Наиболее распространенной сетевой технологией для построения беспроводных локальных сетей является Wi-Fi. Данная технология обеспечивает необходимое покрытие помещений для работы конечных пользователей, например, добавлением в сеть дополнительных точек доступа.

- Беспроводная сеть масштаба город (WMAN) – реализуется широкополосный доступ к сети через радиоканал с возможностью передачи звука и видео. WMAN используется для соединения территориально распределенных объектов (до 50 км) при помощи технологии WiMAX.

- Беспроводная глобальная вычислительная сеть (WWAN) – главным отличием от локальных беспроводных сетей WLAN является использование беспроводных технологий сотовой связи для передачи данных (таких как UMTS, GPRS, CDMA, GSM, CDPD, Mobitex, HSDPA, 3G и др.). Технологии WWAN дают возможность пользователям получать доступ к Интернету, электронной почте и подключаться к виртуальным частным сетям из любой точки в пределах зоны действия оператора беспроводной связи.

Преимущества внедрения беспроводных решений

Беспроводные технологии передачи данных имеют значительное влияние на производительность и эффективность бизнес-процессов, позволяя расширить возможности для развития и совершенствования бизнеса путем внедрения функций мобильной передачи голоса, данных, видео и других приложений.

Основными преимуществами использования беспроводных технологий в отличие от кабельных технологий являются:

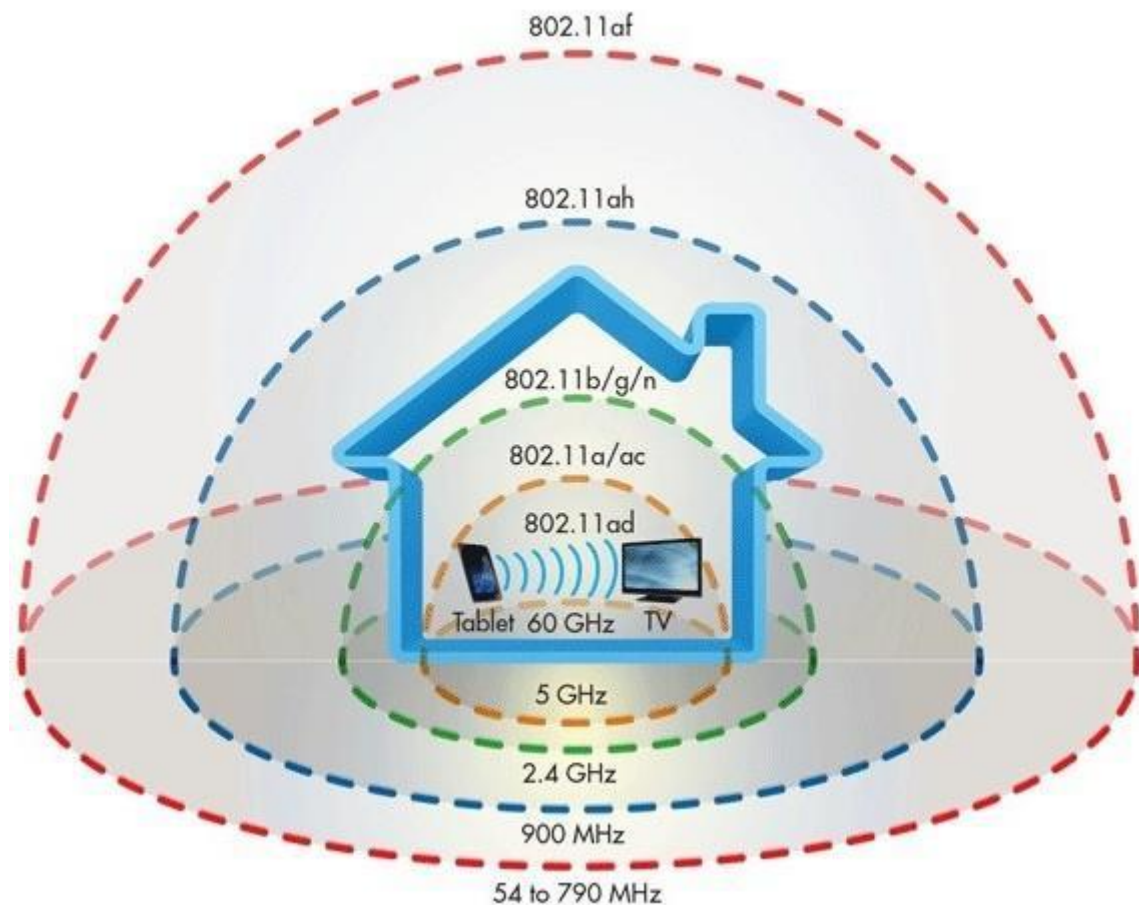
- обеспечение мобильностью пользователей сетевой инфраструктуры;
- гибкость и масштабируемость системы;
- доступность и высокая производительность IT-инфраструктуры;
- простое централизованное администрирование и удобство в обслуживании;
- снижение стоимости владения беспроводной сетевой инфраструктурой;
- и др.

Сегодня даже самые "непосвященные" в IT-технологии потребители интернет-услуг, ни разу не слышавшие о 4G и LTE, используют Wi-Fi как само собой разумеющееся решение при использовании Интернет-услуг.

Будущее технологии Wi-Fi

За 25-летний путь развития скорости беспроводные передачи данных по Wi-Fi были увеличены почти в 3.5 тысячи раз, достигая на сегодняшний день почти 7-гигабитных скоростей (против 2 Мегабит в секунду в начале своего пути). Сегодня технология 802.11 является глобальной, и во многих местах, начиная от небольших кафе и заканчивая крупными бизнес-центрами, это решение является почти неотъемлемой частью любой инфокоммуникационной инфраструктуры. То поколение, которое растет сейчас, ожидает, что Wi-Fi будет и в их недалеком будущем, поскольку тарифные планы на сотовых телефонах лимитированы, и пользователи привыкли работать в сети через Wi-Fi в целях экономии трафика. Выпуск серии стандартов Wi-Fi является ярким примером того, как технология связи позволила пользователям получать доступ к данным и различным информационным технологиям самым экономичным образом. Решение 802.11 стало первой в истории беспроводной технологией, которую эффективно и легко мог подключить и настроить любой пользователь без необходимости в получении лицензии на использование радиоканала. Разработчики Wi-Fi технологии на самом старте своего развития "отдали" ее в свободное плавание и позволили производителям оборудования и крупным корпорациям экспериментировать с этим беспроводным решением, что, несомненно, и стало определяющим фактором в успехе и повсеместном внедрении хот-спотов на основе стандарта IEEE 802.11.

Стандарты Wi-Fi следующих поколений



Недавно вышедшая на свет версия стандарта Wi-Fi - 802.11ad (альтернативное название – Multi-Gigabit Wi-Fi) работает в диапазоне 60 ГГц с максимальной скоростью 7 Гбит/сек, вывела эту беспроводную технологию на новый уровень. Несмотря на то, что технологически производство радиостанций для частоты 60 ГГц более сложно, чем в диапазонах 2.4 и 5 ГГц, эти продукты вскоре получат широкое распространение на рынке. По крайней мере, уже есть несколько беспроводных решений, поддерживающих этот стандарт. Полоса в 60 ГГц предназначена в основном для использования внутри помещений и ориентирована на работу с видео-сервисами и приложениями:

Будущее технологии Wi-Fi



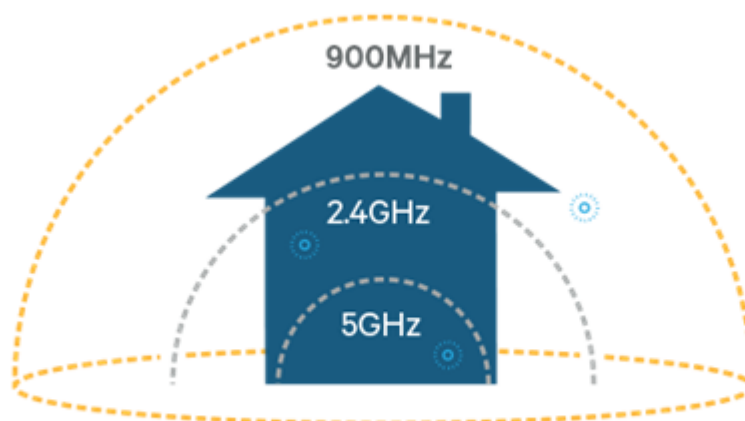
Следующая версия стандарта – 802.11ay (WiGig второго поколения), которая является своего рода улучшением выпущенного 802.11ad, которую мы также рассматривали ранее. Поэтому 802.11ay, как и 11ad, не будет новым типом WLAN сетей, скорее 11ay позволит еще больше оптимизировать использование полосы 60 ГГц и обеспечить скорости передачи данных до 176 Гбит/сек.

Такие скорости стали доступны благодаря использованию 256-QAM модуляции, использованию четырех потоков MIMO по 44 Гбит/сек каждый и увеличению ширины полосы пропускания канала до 8,64 ГГц. Также в 11ay добавится технология MU-MIMO. Разработчики стандарта утверждают, что финальная версия спецификации 802.11ay будет принята до конца 2017 года. В будущем эта технология может использоваться, например, для беспроводного подключения мониторов и телевизоров с высоким разрешением. Поэтому, возможно, еще через несколько лет проводов на наших рабочих столах будет еще меньше, если беспроводные карточки будут сразу интегрированы в мониторы.

Еще одна версия стандарта, которую вы увидим в ближайшем будущем, решит проблему низкой производительности крупных локальных сетей – 802.11ax, предназначенная для повышения эффективности работы Wi-Fi в сегментах с высокой плотностью абонентов (стадионы, торговые центры, метро), словом, везде, где большое количество людей обращаются к оборудованию Wi-Fi радиодоступа в одном временном интервале. Словом, 802.11ax значительно улучшает работу пользователей в плотных сетях, благодаря внедрению OFDMA в Wi-Fi. Также идут работы над спецификацией

802.11az, которая предназначена для улучшения геопозиционирования объектов с помощью GPS внутри помещений.

802.11ah (альтернативное название - Wi-Fi HaLow) – совсем недавно разработанный стандарт для шумевшего Internet of Things (IoT), для которого был выделен дополнительный спектр в диапазоне ниже 1 ГГц. IoT несколько отличается от стандартных приложений доступа в Интернет, так как "Интернет вещей" (со скоростями передачи в сотни килобит в секунду) не сильно заинтересован в высокой пропускной способности. Ему скорее необходим более широкий диапазон частот и высокая энергоэффективность, поэтому он и разрабатывается в диапазоне 900 МГц. Но в этом спектре гораздо меньше доступных частот и в разных странах он используется по-разному (в отличие от 2.4 и 5 ГГц, которые доступны по всему миру). Поэтому для полноценной интеграции 802.11ah нужно вести работу по частотному согласованию для выделения дополнительного спектра с представителями различных стран (особенно Европейских). Тем не менее, стандарт уже выпущен, и он позволит Wi-Fi оборудованию вести передачу данных на расстояниях, измеряемых несколькими километрами:



Энергоэффективный, "дальнобойный" Wi-Fi

Технология Wi-Fi является настолько удачным решением, что с его помощью также будет производиться "разгрузка" существующих LTE сетей, о чем мы уже писали ранее. Передача мобильных данных через Wi-Fi в LTE сетях является подходящим решением для постоянно растущего мобильного интернета и спроса на него. Это позволит снизить затраты на построение новых сетей оператором связи и предоставляет новые возможности для бизнеса, так как открывает широкий спектр стратегий реализации таких сетей. Для этого нужно создать широкополосное радиопокрытие Wi-Fi, приспособленное для оффлоада и обеспечить взаимодействие Wi-Fi устройств с корневой инфраструктурой мобильной сети оператора для аутентификации. Уже существует большое количество сервисов (Wi-Fi - агрегаторов), позволяющих это сделать. Что касается мобильных устройств самих абонентов, то абонентские Smart-устройства под управлением

распространенных ОС (Android, BlackBerry, Apple iOS и Windows Mobile) обычно пытаются автоматически подключиться с 4G/3G сетей на Wi-Fi, как только оказываются в зоне действия последнего. Они также сохраняют параметры Wi-Fi-сетей, с которыми уже производилось соединение.

Сотовая связь - это наиболее современная и быстро развивающаяся область телекоммуникаций. Сотовой она называется потому, что территория, на которой обеспечивается связь, разбивается на отдельные ячейки или соты.

Как правило, в каждой соте абонент получает одинаковый набор услуг и в определенных территориальных границах получает эти услуги по равной цене. Таким образом, перемещаясь от одной соты к другой абонент не чувствует территориальной привязанности и может свободно пользоваться услугами связи. Также важным моментом является непрерывность соединения.

Перемещаясь соединение, установленное абонентом (голосовой звонок, пакетная передача данных) не должны прерываться. Это обеспечивается благодаря так называемому хэндоверу (Handover). Соединение установленное абонентом как бы похватывается соседними сотами по эстафете, а абонент продолжает неподозревая разговаривать или путешествовать по просторам сети Интернет.

Итак, рассмотрим из чего же состоит сеть сотовой связи. Вся сеть делится на две подсистемы: подсистема базовых станций и подсистема коммутации.

Основными элементами подсистемы базовых станций (как не трудно догадаться) являются сами базовые станции (BTS). Они то как раз и создают те соты, о которых говорилось в начале. Каждая базовая станция, как правило, обслуживает три соты. Радиосигнал от базовой станции излучается через 3 секторные антенны, каждая из которых направлена на свою соту. Иногда можно встретить ситуацию, когда на одну соту направлены сразу несколько антенн одной базовой станции. Это связано с тем, что сеть сотовой связи работает в нескольких диапазонах (900 и 1800). Кроме того, на данной базовой станции может присутствовать оборудование сразу нескольких поколений связи (3G и 5G).

Наиболее привычным местом размещения базовой станции является башня или мачта, построенная специально для нее. Однако, в условиях городской местности трудно найти место под размещение массивного сооружения. Поэтому в крупных городах базовые станции размещаются на зданиях. Кроме того, в последнее время появляются мобильные варианты базовых станций, размещенных на грузовиках. Их очень удобно использовать во время стихийных бедствий или во местах массового собрания людей (футбольные стадионы, центральные площади) на время праздников, концертов, футбольных матчей. Но, к сожалению, из-за проблем в законодательстве широкого применения они пока не нашли.



Базовая станция на башне



Базовая станция на крыше здания



Мобильная базовая станция

Как это ни странно, но сотовые операторы часто разрешают своим конкурентам использовать свои башенные сооружения для размещения антенн (Естественно на взаимовыгодных условиях). Это вызвано тем, что строительство башни или мачты - это дорогое удовольствие, и такой обмен позволяет сэкономить не мало средств!

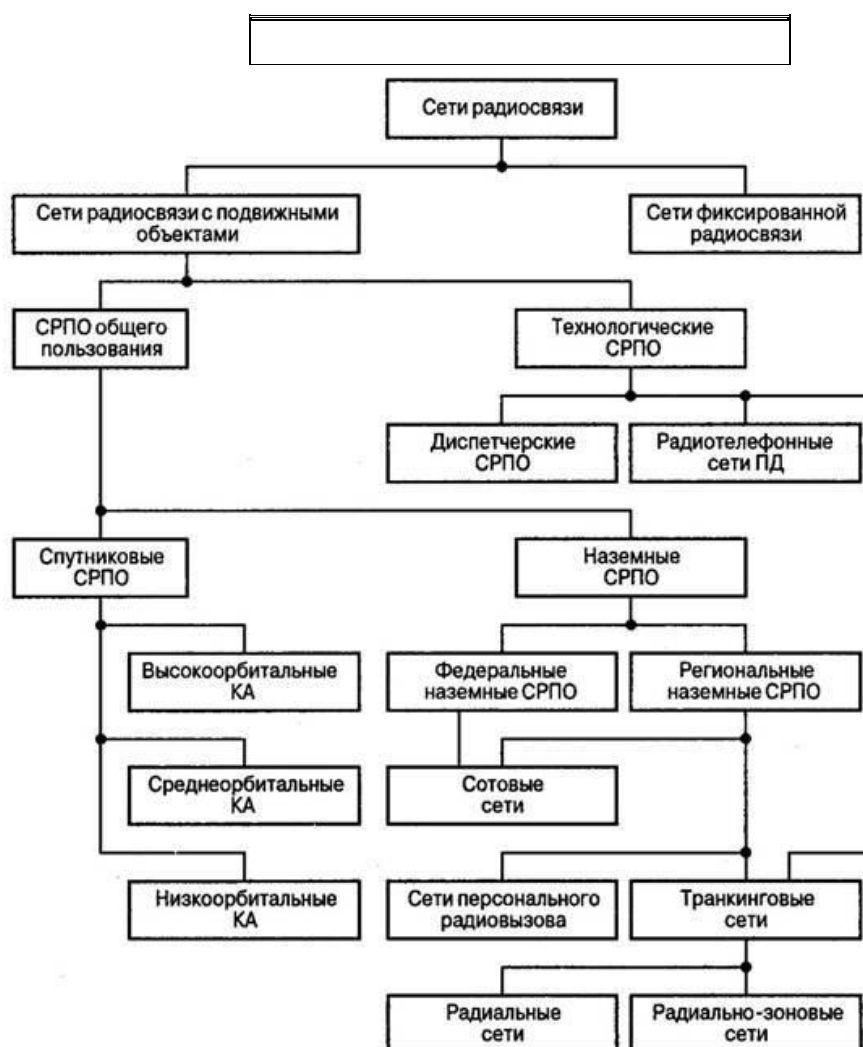
От подсистемы базовых станций сигнал передается в сторону подсистемы коммутации, где и происходит установление соединения с нужным абоненту направлением. В подсистеме коммутации есть ряд баз данных, в которых хранятся сведения об абонентах. Кроме того эта подсистема отвечает за безопасность.

Мы рассмотрели основные элементы сети сотовой связи. Здесь конкретно применялись термины стандарта GSM. Однако, и в предыдущих, и в последующих стандартах присутствуют аналогичные элементы и функции, лишь под другими названиями

Радиосвязь организуется не только с помощью сетей фиксированной радиосвязи, но и с использованием сетей с подвижными объектами (СРПО).

Сеть радиосвязи с подвижными объектами — это совокупность технических средств, с помощью которых можно предоставлять подвижным объектам связь между собой и с абонентами телефонной сети. Она предназначена для обслуживания абонентов при международном, национальном и региональном передвижениях (роуминг) и позволяет обеспечивать связь между абонентами при пересечении ими границ разных географических зон.

Сети радиосвязи с подвижными объектами классифицируются по нескольким признакам (рис. 3.8) [2]. Технологические СРПО принадлежат определённым ведомствам и службам (газовая промышленность, железнодорожный транспорт, скорая помощь, пожарная охрана и др.). Они предназначены для предоставления услуг радиосвязи ограниченному контингенту физических и юридических лиц.



Классификация сетей радиосвязи с подвижными объектами

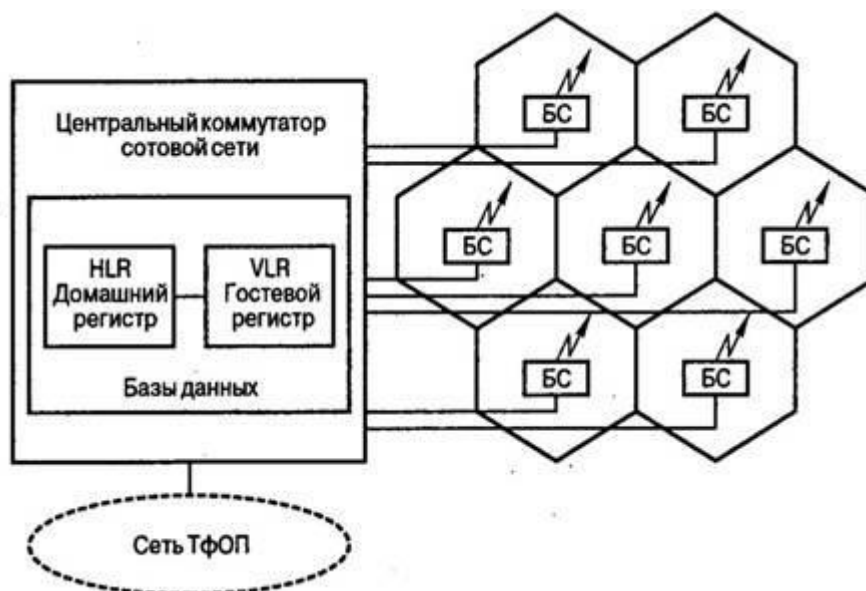
Технологические СРПО подразделяются на диспетчерские, транкинговые и радиосети передачи данных. Диспетчерские СРПО предназначены для радиотелефонной связи должностных лиц органов управления с подчинёнными подвижными объектами, а также абонентов между собой.

Сотовые СРПО относятся к общедоступным сетям наземной радиосвязи с подвижными объектами, которые предоставляют абонентам все виды услуг обычной телефонной связи. Они построены в виде совокупности сетей, покрывающих обслуживаемую территорию, в которых для обеспечения

эффективного использования выделенного частотного ресурса и высокой ёмкости сети применяется повторное использование частот.

Транкинговые (радиальные и радиально-зоновые) сети предназначены для предоставления услуг связи в основном абонентам ведомственных сетей на базе реализации многостанционного доступа к небольшому числу радиоканалов с ограниченным выходом или без выхода на телефонную сеть общего пользования. Транкинговые сети позволяют заменить сети радиосвязи с фиксированным распределением частот и осуществить интеграцию в рамках одной сети связи различных групп пользователей с целью повышения эффективности применения радиочастотного спектра.

С топологической точки зрения сеть сотовой связи строится в виде совокупности ячеек, или сот, покрывающих обслуживаемую территорию. Общая структура сети сотовой радиосвязи с подвижными объектами показана на рис. 3.9 [2].



Структура сотовой сети радиосвязи

Сотовая структура сети основана на принципе повторного использования частот – главном принципе сотовой сети. Элементами сотовой сети, кроме того, являются:

- центр коммутации;
- базовые станции;
- подвижные станции, или абонентские радиотелефонные аппараты.

Базовая станция (БС) сотовой связи обслуживает все подвижные станции в пределах своей ячейки, при этом ресурс для установления соединений базовая станция предоставляет по требованию подвижных абонентов, как правило, на равноправной основе.

При перемещении абонента из одной ячейки в другую происходит передача его обслуживания от одной базовой станции к другой. Все базовые

станции сети, в свою очередь, замыкаются на центр коммутации, с которого имеется выход в единую сеть электросвязи РФ.

В настоящее время широко используется общеевропейский стандарт GSM-900. В этом стандарте передатчики подвижных станций работают в диапазоне частот 890–915 МГц, передатчики базовых станций – в диапазоне 935–960 МГц. Между диапазонами приёма и передачи предусмотрен постоянный разнос в 45 МГц. Каждый из поддиапазонов разбит на 124 частотных канала с шагом 200 кГц. Максимальная дальность связи 35 км.

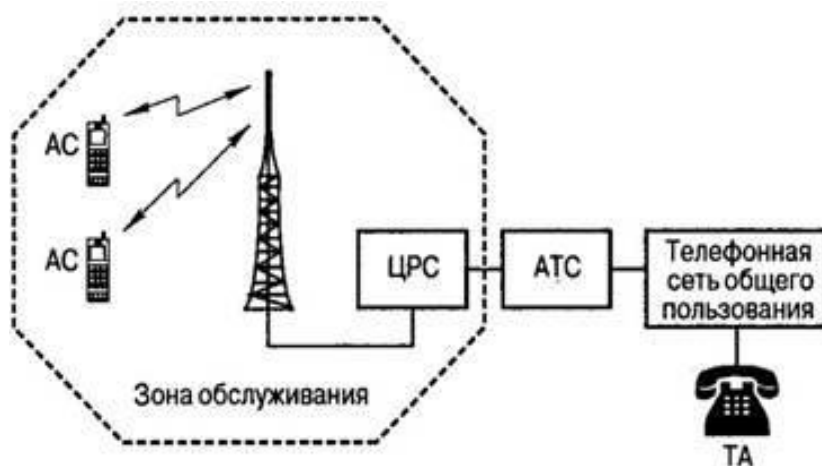
В стандарте GSM обеспечивается высокая степень безопасности передаваемых сообщений за счёт их шифрования по алгоритму шифрования с открытым ключом. Функциональное сопряжение элементов системы осуществляется рядом интерфейсов.

В технологии построения транкинговой связи используется принцип, при котором конкретный канал закрепляется для каждого сеанса связи индивидуально в зависимости от распределения нагрузки в системе, а трафик нагрузки в основном замыкается внутри сетей. Выход абонентов на сеть телефонной связи общего пользования (ТфОП) ограничен.

В настоящее время используют радиальные и радиально-зоновые транкинговые сети. Такая сеть включает:

- базовую станцию, состоящую из антенно-фидерного устройства, модулей приёмопередатчиков, контроллеров для каждого модуля приёмопередатчика и базового контроллера;
- зонное оборудование (станцию), состоящее из автономных ретрансляторов, соединительных линий с сетью общего пользования и контроллеров;
- оборудование управления, состоящее из системного терминала «менеджер системы», пультов диспетчера.

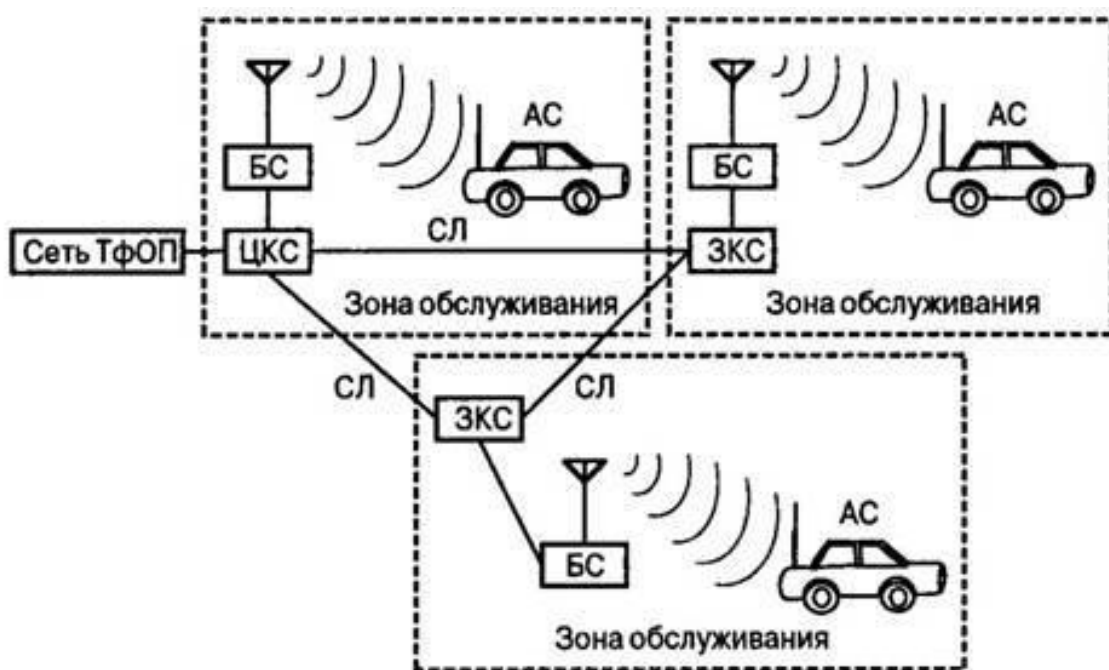
В транкинговых сетях, построенных по радиальному принципу, весь каналный ресурс закрепляется за одной центральной базовой станцией (ЦРС). Антенна такой станции размещается в наиболее высокой точке предполагаемого обслуживания рис. 3.10 [2]. Примером такой архитектуры является советская сеть радиосвязи «Антей», созданная в 1960 г.



Структура транкинговой сети, построенной по радиальному принципу

Рассматриваемая схема имеет ряд недостатков, в частности, для расширения зоны обслуживания необходимо увеличить мощность абонентской станции (АС), что соответственно повышает общий уровень помех.

При небольшом количестве абонентов увеличения зоны обслуживания можно добиться, используя радиально-зоновый принцип. Формируется так называемая односотовая сеть с несколькими точками размещения антенн и с вещанием на общей волне. В этом случае наряду с главным пунктом размещения антенны (УКС) имеется ряд вспомогательных пунктов (ЗКС), соединённых линиями связи с главным (рис. 3.11) [2].



Структура транкинговой сети, построенной по радиально-зоновому принципу

В общем случае технология построения транкинговых сетей предусматривает следующее:

- использование метода свободного выбора незанятого канала радиодоступа из выделенного в каждой зоне обслуживания пучка каналов. Это достигается образованием общего для всех пользователей в каждой зоне служебного (сигнального) канала, по которому в соответствующую базовую станцию поступают сигналы вызовов, включая идентификацию вызываемого абонента, а также номер вызывающего абонента;

- они не обеспечивают непрерывной связи при пересечении абонентами границ зон радиопокрытия базовых станций. «Эстафетная передача» заменена операцией повторного вхождения в сеть при ухудшении качества связи, обусловленного переходом пользователя из одной зоны в другую;

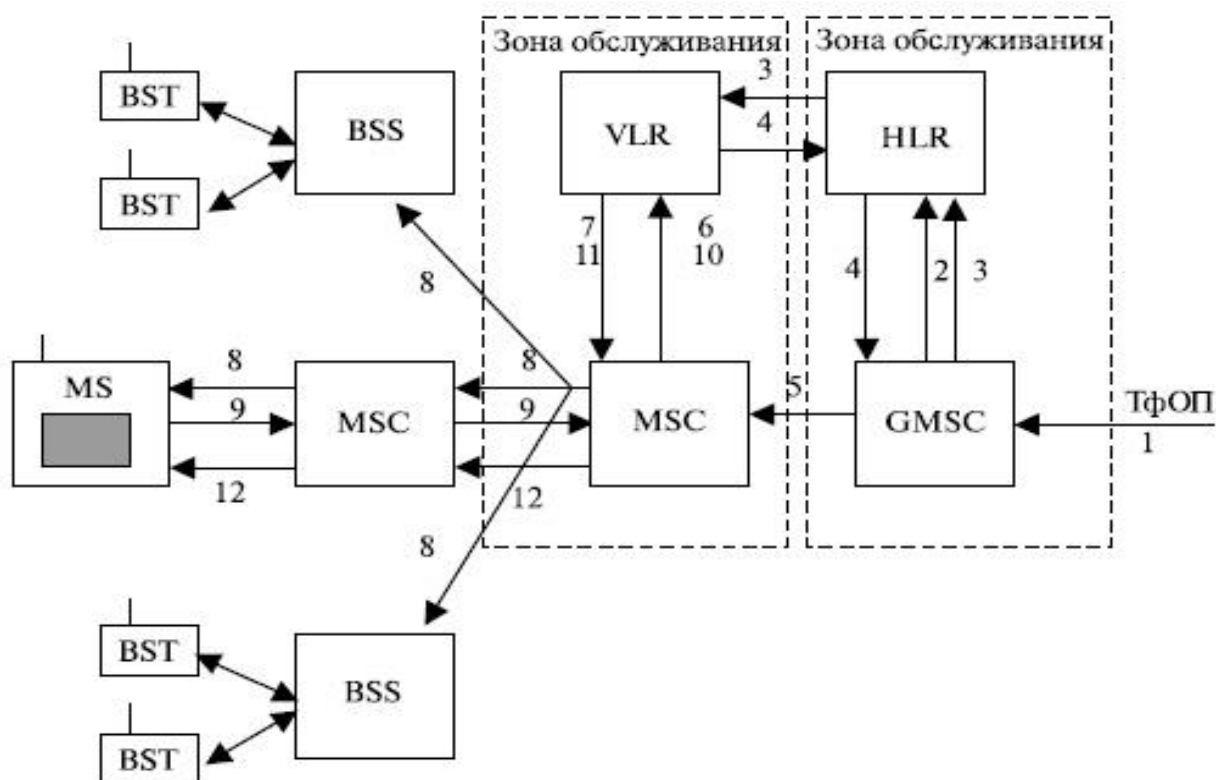
– наделение базовых станций функциями локального управления сотами путём непосредственного соединения абонентов, находящихся в зоне обеспечения, через локальный коммутатор, а также подключением подвижных пользователей к местной автоматической телефонной станцией (АТС), имеющей прямые выходы на локальный коммутатор базовой станции или через диспетчерский пункт.

Контрольные вопросы

1. Какие беспроводные среды передачи данных вы знаете? Дайте им краткую характеристику.
2. Какую беспроводную среду данных на ваш взгляд наилучше использовать для построения беспроводных компьютерных сетей и почему?
3. Почему в промышленных условиях целесообразно использовать инфракрасные среды передачи данных и почему?
4. В каких случаях целесообразно использовать беспроводные компьютерные сети и почему?
5. В каких случаях нецелесообразно использовать беспроводные компьютерные сети и почему?
6. Что такое беспроводная локальная сеть (WLAN)? Каковы преимущества использования WLAN вместо проводной локальной сети?
7. Что такое точка доступа? Сколько пользователей одновременно поддерживает одна точка доступа и почему?
8. Какие алгоритмы шифрования используются в стандарте IEEE 802.11.

Задание

1. Ознакомится с процессом обслуживания вызова системы коммутации при работе в системе мобильной связи
2. Изобразить алгоритм обслуживания вызова в системе мобильной связи.



1. Входящий вызов поступает от стационарной сети ТфОП на вход шлюза MSC (GMSC — Gateway MSC).

2. На основе международного мобильного идентификационного номера станции (IMSI — International Mobile Station Identity) вызываемого абонента определяется домашний регистр местоположения (HLR).

3. Затем запрашивают соответствующий визитный регистр местоположения (VLR) для того, чтобы определить для мобильной станции номер для услуг роуминга— MSRN (Mobile Station Roaming Number).

4. Он передается назад в HLR GMSC.

5. Затем соединение переключается к соответствующему MSC.

6. MSC вырабатывает запрос VLR.

7. Теперь визитный регистр местоположения (VLR) делает запрос зоны местоположения (LA — Location Area) и о состоянии (доступности) мобильного абонента. Если MS отмечена как доступная, то выполняется п. 8.

8. Передается широковещательный вызов по всей зоне нахождения, записанной в визитном регистре местоположения (VLR).

9. Мобильный абонентский телефон отвечает на широковещательный запрос из текущей радиосоты.

10. После этого выполняются все необходимые процедуры безопасности (аутентификация и обмен шифровальными ключами). Если они выполнены успешно, то выполняется п. 11.

11. Визитный регистр местоположения (VLR) указывает для MSC, что вызов закончен, и передает MSC временный мобильный опознавательный код станции (TMSI — Temporary Mobile Station Identity).

12. MSC передает MS TMSI и информирует его о начале работы.