

1. Концептуальная модель сотовых сетей подвижной связи (ССПС): топологический, функциональный и технический аспекты.

Одной из основных тенденций развития сетей радиосвязи вообще и подвижной радиосвязи в частности является поиск наиболее эффективных путей использования ограниченного частотного диапазона. Решением данной проблемы является использование **зоновых сетей радиосвязи** с ячеистой (**сотовой**) структурой (в англоязычной литературе соты чаще называют ячейками – *cell*).

В целом сотовые технологии могут применяться в гигасотовых спутниковых сетях (с радиусом зон до сотен – тысяч километров), в макросотовых (или просто сотовых), микросотовых и пикосотовых РСОРП (с радиусом единицы – десятки километров, сотни и десятки метров соответственно), а также в транкинговых сетях связи и системах персонального радиовызова.

На рис. 1 приведена обобщенная концептуальная модель зоновых СПР с выделенными характерными особенностями беспроводных, сотовых, транкинговых, пейджинговых и спутниковых сетей.

Рассмотрим более подробно концептуальную модель ССПС как основного типа зоновых СПР. Целесообразно выделить три аспекта: топологический, функциональный, технический.

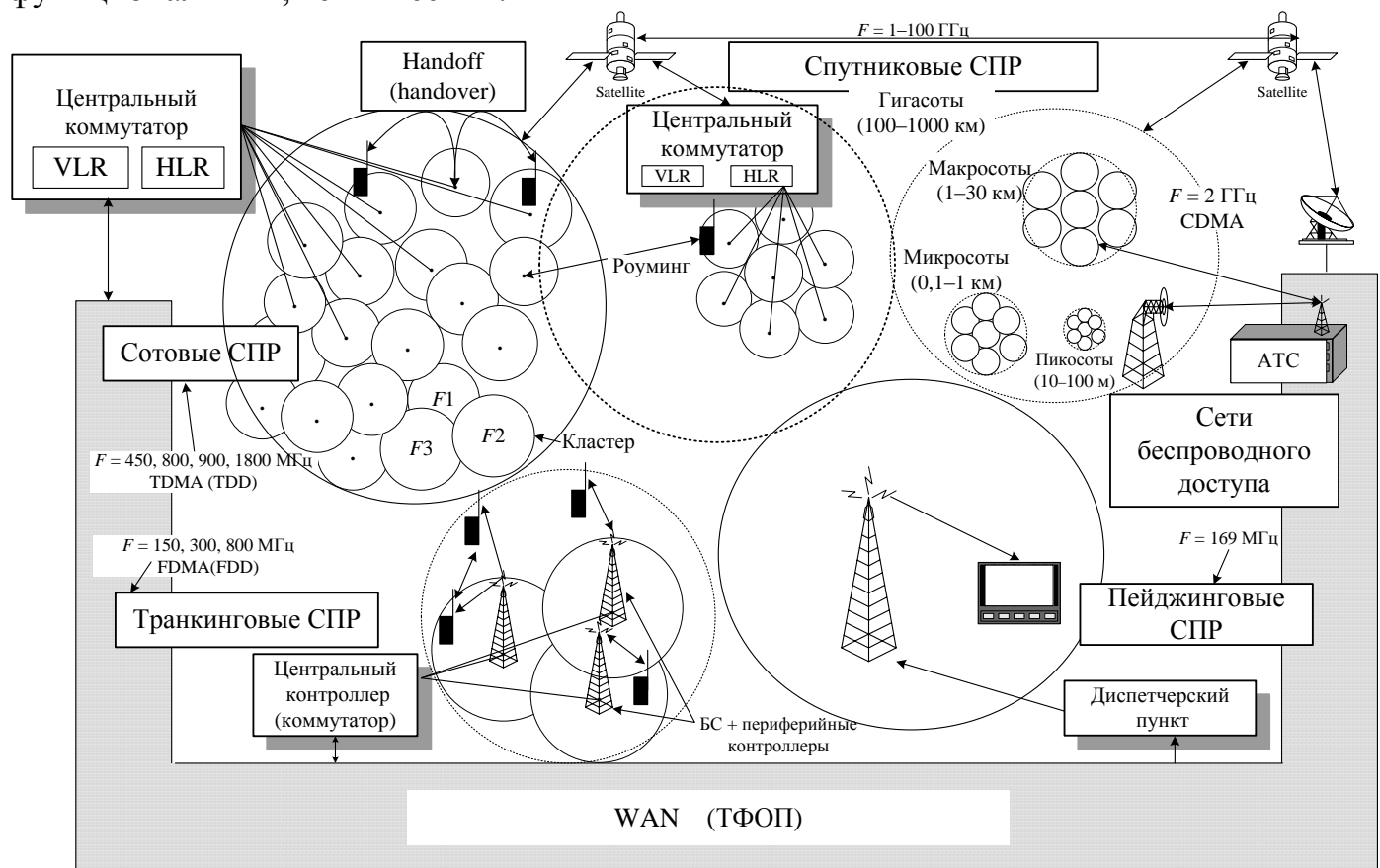


Рис. 1. Концептуальная модель зоновых СПР

Топологический аспект отражает основное правило построения системы сотовой связи как совокупности ячеек, или сот, покрывающих обслуживаемую территорию. Ячейки обычно схематически изображают в виде одинаковых правильных шестиугольников, что по сходству с пчелиными сотами и послужило поводом назвать

систему сотовой. Ячеечная, или сотовая, структура системы является следствием реализации **принципа повторного использования частот** – основного принципа сотовой системы, определяющего эффективное использование выделенного частотного ресурса и высокую канальную емкость системы.

Деление всей территории обслуживания подвижных абонентов на отдельные ячейки является своеобразной реализацией метода множественного доступа с пространственным разделением.

Понятие множественного доступа (английский эквивалент *multiple access*) связано с организацией совместного использования ограниченного участка спектра частот многими пользователями.

Напомним основные варианты множественного доступа:

множественный доступ с частотным разделением (МДЧР);

множественный доступ с временным разделением (МДВР);

множественный доступ с кодовым разделением (МДКР);

множественный доступ с пространственным разделением (МДПР).

Первые три варианта доступа используются внутри отдельных зон, а также в смежных зонах с недостаточным пространственным разделением. При этом само деление территории на отдельные зоны реализуется преимущественно за счет пространственного разделения, которое и позволяет применять принцип повторного использования частот в различных (как правило, не смежных) зонах. При этом в качестве физических границ пространственно различаемых зон доступа могут выступать области ослабления радиоволн ниже допустимого уровня из-за рассеяния в свободном пространстве, влияния закрывающих препятствий, влияния диаграмм направленности антенн.

Множественный доступ с частотным разделением – наиболее простой из трех методов множественного доступа как по идее, так и по возможности реализации. В этом методе каждому пользователю на время сеанса связи выделяется своя полоса частот (частотный канал), которой он владеет безраздельно. Метод FDMA используется во всех аналоговых системах сотовой связи (системах первого поколения), при этом полоса одного частотного канала составляет 10–30 кГц. Основным недостатком FDMA с точки зрения сотовых сетей связи недостаточно эффективное использование полосы частот.

Множественный доступ с временным разделением значительно сложнее в реализации, чем FDMA. Суть метода TDMA заключается в том, что каждый частотный канал (несущая частота) по очереди предоставляется нескольким пользователям на определенные промежутки времени. Благодаря этому в одном частотном канале возможна реализация нескольких физических (информационных) каналов. Одна из сложностей практической реализации метода TDMA заключается в необходимости преобразования сигналов в цифровую форму с последующей обработкой (для сжатия, кодирования, перемежения) и в необходимости сетевой (зоновой) синхронизации. Метод TDMA по эффективности использования спектра превосходит FDMA, а дополнительные резервы открываются при использовании иерархических структур (микро и пикосот) и адаптивного распределения каналов.

Множественный доступ с кодовым разделением предполагает использование широкополосных шумоподобных сигналов. При данном методе большая группа пользователей 30–50 одновременно использует общую относительно широкую полосу частот (не менее 1 МГц). Метод CDMA наиболее сложен как в отношении

теоретических принципов построения, так и в плане практической реализации. Как и TDMA, метод CDMA предполагает использование сигналов в цифровой форме.

Множественный доступ с пространственным разделением (SDMA – Space Division Multiple Access) предполагает использование антенных систем с большим количеством фиксированных или «прыгающих» лучей, что наиболее характерно для сложных спутниковых систем. Для наземных зоновых СПР более характерно использование секторных антенн, разделяющих круговые зоны доступа на несколько секторов. Как отмечалось, способом пространственного разделения также является использование пространственно разнесенных зон доступа и естественного ослабления радиоволн между ними.

Принцип повторного использования частот радикально отличает сотовые системы связи от других систем подвижной радиосвязи (в частности, от простейших транкинговых) и позволяет теоретически до бесконечности повышать емкость (пропускную способность) ССПС. Суть данного принципа тривиальна: с целью экономного расходования частотного ресурса обеспечить как можно более частое повторное использование одинаковых частот за счет ограниченной дальности распространения взаимно мешающих сигналов. В соответствии с данным принципом в соседних ячейках сотовой системы связи используются разные полосы (группы) частот, а через несколько ячеек эти полосы повторяются. Теоретически бесконечное повышение пропускной способности ССПС определяется возможностью дробления ячеек на более мелкие.

Кластер – это совокупность ячеек, частотные каналы в которых не повторяются (или повторяются по определенному регулярному правилу). В более общем смысле под кластером понимается некоторая часть системы, обладающая определенными локально выраженными особенностями. Из подобных частей можно выложить (составить) всю систему (сеть), накрывающую зонами доступа заданную территорию (рис. 2).

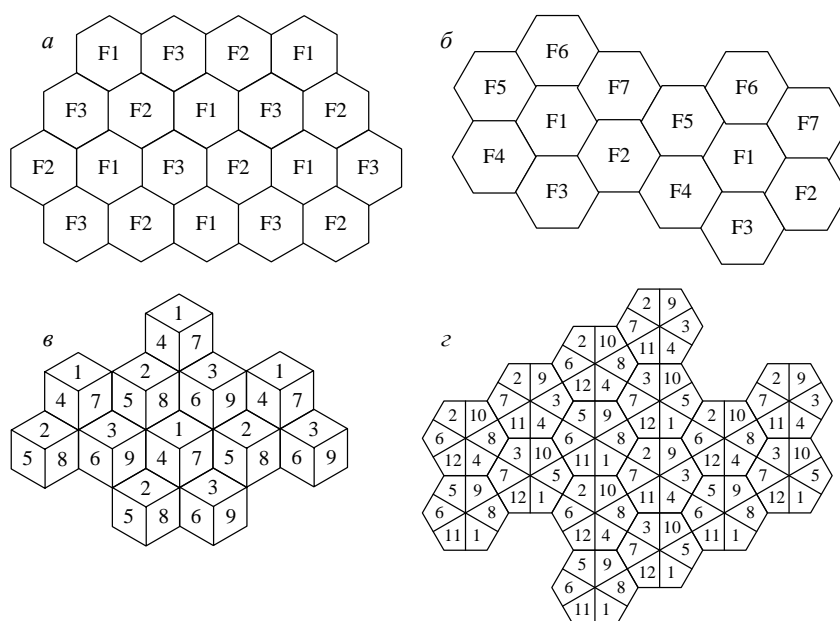


Рис. 2. Примеры повторного использования частот:
 а – 3-частотный кластер; б – 7-частотный кластер;
 в – 9-частотный кластер; г – 12-частотный кластер

На базовых станциях (БС), расположенных в центрах ячеек, могут использоваться

не только всенаправленные (точнее, с круговой направленностью в горизонтальной плоскости) антенны (английское *omni directional antennas*, или просто *omni*), но и направленные (секторные) с шириной диаграммы направленности, как правило, 120 или 60°. При этом шестиугольная ячейка разбивается на три или шесть секторов, в каждом из которых применяется своя полоса частот (см. рис. 2, в, г). Возможны и другие варианты дробления ячеек, которые широко используются для участков сети с интенсивным трафиком в интересах обеспечения необходимой емкости системы.

Функциональный аспект концептуальной модели ССПС отражает особенности взаимодействия основных функциональных элементов сети (см. рис. 1): центра коммутации (*Mobile Switches Center – MSC*), базовых станций (*Base Station – BS*), подвижных (мобильных) станций или абонентских радиотелефонных аппаратов (*Mobile Terminal – MT*).

Базовая станция сотовой системы связи обслуживает все подвижные станции (абонентские радиотелефонные аппараты) в пределах своей ячейки, при этом ресурс для установления соединения базовая станция предоставляет по требованию подвижных абонентов, как правило, на равноправной основе (метод транкинга). При перемещении абонента из одной ячейки в другую происходит передача его обслуживания от одной базовой станции к другой. Все базовые станции системы, в свою очередь, замыкаются на центр коммутации, с которого имеется выход во внешние сети, например в ТФОП.

При перемещении абонента между ячейками одной системы происходит «**эстафетная передача**» обслуживания между базовыми станциями (*handoff* или *handover*) и установление соединения осуществляется через центр коммутации своей системы. При перемещении абонента на территорию другой системы, у которой имеется свой центр коммутации со своим домашним регистром, осуществляется функция автоматической передачи обслуживания абонента в другую систему – **роуминг** (от английского слова *to roam* – блуждать). Для автоматического роуминга прежде всего необходима аппаратурная совместимость систем (принадлежность их к одному и тому же стандарту сотовой связи), а также наличие соответствующих соглашений между компаниями-операторами разных сетей. Архитектура системы сотовой связи в принципе позволяет построить глобальную сеть, которая предусматривает персонификацию предоставления услуг связи (телекоммуникационного сервиса) с вызовом абонента не по месту, а по номеру.

Технический аспект концептуальной модели ССПС отражает особенности технической реализации ее функциональных элементов.

Подвижная станция (МС или абонентский терминал) – окончательное устройство, обеспечивающее доступ подвижного абонента сети к телекоммуникационным ресурсам. Особенностью такого радиотелефона по отношению к обычным носимым радиостанциям является наличие логического блока, являющегося по сути микрокомпьютером со своей оперативной и постоянной памятью, осуществляющим управление работой подвижной станции. Для обеспечения конфиденциальности передачи информации в некоторых системах возможно использование режима шифрования. В этих случаях передатчик и приемник подвижной станции включают блоки шифрования и дешифровки сообщений соответственно.

В радиотелефоне системы GSM предусмотрен специальный съемный модуль идентификации абонента (*Subscriber Identity Module – SIM*). Радиотелефон системы GSM включает также детектор речевой активности (*Voice Activity Detector – VAD*),

который в интересах экономного расходования энергии источника питания (уменьшения средней мощности излучения), а также снижения уровня помех (неизбежно создаваемых для других станций при работающем передатчике) включает работу передатчика на излучение только на те интервалы времени, когда абонент говорит. В необходимых случаях к радиотелефону через специальные адаптеры с использованием соответствующих интерфейсов могут подключаться отдельные терминальные устройства (например, факсимильный аппарат, компьютер).

Радиотелефоны цифровых ССПС обычно не имеют частотного дуплексера, что существенно упрощает и облегчает их конструкцию. Это возможно за счет временного разделения приема и передачи (TDD).

Базовая станция – комплекс технических средств, предназначенный для соединения подвижного абонента с центром коммутации системы сотовой связи. Это самое общее понятие БС, но в различных системах сотовой связи существует ряд особенностей. Так, в стандарте GSM используется понятие система базовой станции (СБС), в которую входит контроллер базовой станции (КБС) и несколько (до 16) блоков приемопередатчиков (БПП).

Три БПП, расположенные в одном месте и замыкающиеся на общий КБС, могут обслуживать каждый свой азимутальный сектор 120° в пределах ячейки (соты) или шесть БПП с одним КБС – шесть секторов 60° .

Контроллер базовой станции, обеспечивает управление работой станции, а также контроль работоспособности всех входящих в нее блоков и узлов. В качестве линии связи базовой станции с центром коммутации обычно используются радио-релейная или волоконно-оптическая линия.

Центр коммутации предназначен для перераспределения потоков между базовыми станциями и установления соединения между подвижными абонентами и абонентами ТФОП.

В развитии систем сотовой связи (даже более отчетливо, чем в других СПР) можно выделить три поколения, два из которых (аналоговые и цифровые сети) уже состоялись, а реализация третьего (интегральные сети) происходит в настоящее время (в перспективе ожидается появление четвертого и пятого поколений), причем отдельные черты третьего поколения присутствуют в последних усовершенствованиях цифровых средств радиосвязи второго и третьего поколений.

2. Технологии построения сотовых сетей подвижной связи с МДЧР/МДВР на примере стандарта GSM.

На определенном этапе аналоговые ССПС перестали соответствовать современному уровню развития информационных технологий из-за многочисленных недостатков и им на смену пришли цифровые ССПС.

Исследования принципов построения цифровых ССПС начаты в 80-х годах в Европе, Северной Америке и Японии завершились разработкой трех стандартов систем с макросотовой топологией сетей и радиусом сот около 35 км:

общеевропейский стандарт GSM-900, принятый Европейским институтом стандартов в области связи (ETSI);

американский стандарт IS-136 (D-AMPS или ADC), разработанный Промышленной ассоциацией в области связи (TIA);

японский стандарт JDC, принятый министерством почт и связи Японии (во многом похожий на стандарт IS-136).

Хотя стандарты цифровых ССПС и отличаются своими характеристиками, они построены на единых принципах и концепциях. Поэтому с основами всех цифровых ССПС можно разобраться на примере одного стандарта, например GSM, который принят в России в качестве федерального стандарта.

Стандарт GSM – результат фундаментальных исследований ведущих научных и инженерных центров Европы. СЕРТ в 1982 создала рабочую группу Group Special Mobile, потом в 1989 г. передала разработку в ETSI, в 1990 г. опубликовали спецификацию 1-й фазы, в 1991 г. началось коммерческое использование, к концу 90-х годов ССПС GSM распространились на всех континентах, включая США, и аббревиатура GSM приобрела новое значение: Global System for Mobile communication. Разработанные в GSM системные и технические решения могут служить примером аналогичных решений во всех цифровых ССПС. К таким решениям относятся:

- построение сетей GSM на принципах ЦСИС, интеллектуальных сетей и ЭМВОС;
- внедрение эффективных методов повторного использования частот;
- применение временного разделения каналов связи (TDMA);
- временное разделение приема и передачи пакетированных сообщений (TDD);
- использование эффективных методов борьбы с многолучевостью, основанных на:
 - частотном разнесении путем применения режима передачи с медленными скачками по частоте (SFH);

- временном разнесении путем использования эквалайзера (регистра с весовым сложением задержанных сигналов), адаптивно перестраиваемого в результате тестирования канала связи с помощью специальной псевдослучайной последовательности;

- пространственном разнесении путем использования нескольких приемных антенн (преимущественно на базовой станции);

- использование эффективных методов борьбы с помехами за счет применения блочного и сверточного кодирования в сочетании с перемежением сигналов;

- программное формирование логических каналов связи и управления;
- использование спектрально-эффективного вида модуляции (GMSK);
- использование высококачественных низкоскоростных речевых кодеков;
- шифрование передаваемых сообщений методом открытого ключа (RSA), аутентификация абонентов и идентификация оборудования.

Общие отличительные характеристики стандарта GSM.

Стандарт GSM предусматривает работу передатчиков подвижных станций в диапазоне частот 890..915 МГц, передатчиков базовых станций в диапазоне 935..960 МГц. Таким образом между диапазонами приема и передачи предусмотрен постоянный разнос 45 МГц. Каждый из указанных поддиапазонов разбит на 124 частотных канала с шагом 200 КГц.

В стандарте GSM используется узкополосный многостанционный доступ с временным разделением каналов (NB TDMA). В структуре TDMA-кадра содержится 8 временных позиций для передачи физических (информационных) каналов. С учетом наличия 124 несущих общая канальная емкость стандарта равна 992 канала.

Для защиты от ошибок в радиоканалах при передаче информационных сообщений применяется блочное и сверточное кодирование с перемежением. Для борьбы с явлением многолучевости распространения радиоволн в условиях города в процессе сеанса связи применяются медленная программная перестройка рабочих частот (SFH) со скоростью 217 скачков в секунду, а также эквалайзеры, обеспечивающие выравнивание импульсных сигналов со среднеквадратическим отклонением времени

задержки до 16 мкс. Система синхронизации обеспечивает компенсацию абсолютного времени задержки сигналов до 233 мкс, что соответствует максимальной дальности связи (радиусу ячейки) 35 км. Увеличение дальности связи приводит к необходимости увеличения защитных промежутков между временными окнами в TDMA-кадре и как следствие к уменьшению их числа при сохранении общей скорости передачи по частотному каналу.

В стандарте GSM выбрана гауссовская манипуляция с минимальным сдвигом. Обработка речи осуществляется в рамках принятой системы прерывистой передачи речи (DTX), которая обеспечивает включение передатчика только при наличии речевого сигнала и отключение передатчика в паузах и в конце разговора. В качестве речепреобразующего устройства выбран речевой кодек с регулярным импульсным возбуждением/долговременным предсказанием и линейным предикативным кодированием с предсказанием (RPE/LTP-LPC-кодек). Общая скорость преобразования речевого сигнала - 13 кбит/с.

В стандарте GSM безопасности передачи сообщений обеспечивается за счет шифрования сообщений по алгоритму шифрования с открытым ключом (RSA). Система связи, действующая в стандарте GSM предоставляет пользователям широкий диапазон услуг и возможность применять разнообразное оборудование для передачи речевых сообщений и данных, вызывных и аварийных сигналов; подключаться к телефонным сетям общего пользования (PSTN), сетям передачи данных (PDN) и цифровым сетям с интеграцией услуг (ISDN).

Функциональное построение сети стандарта GSM, иллюстрируется структурной схемой на рис. 3, на которой MSC (Mobile Switching Center) центр коммутации подвижной связи; BSS (Base Station System) - оборудование базовой станции; OMC (Operations and Maintenance Center) - центр управления и обслуживания; MS (Mobile Stations) - подвижные станции. Функциональное сопряжение элементов системы осуществляется рядом интерфейсов. Все сетевые функциональные компоненты в стандарте GSM взаимодействуют в соответствии с системой сигнализации МККТТ №7 (CCITT SS №7).

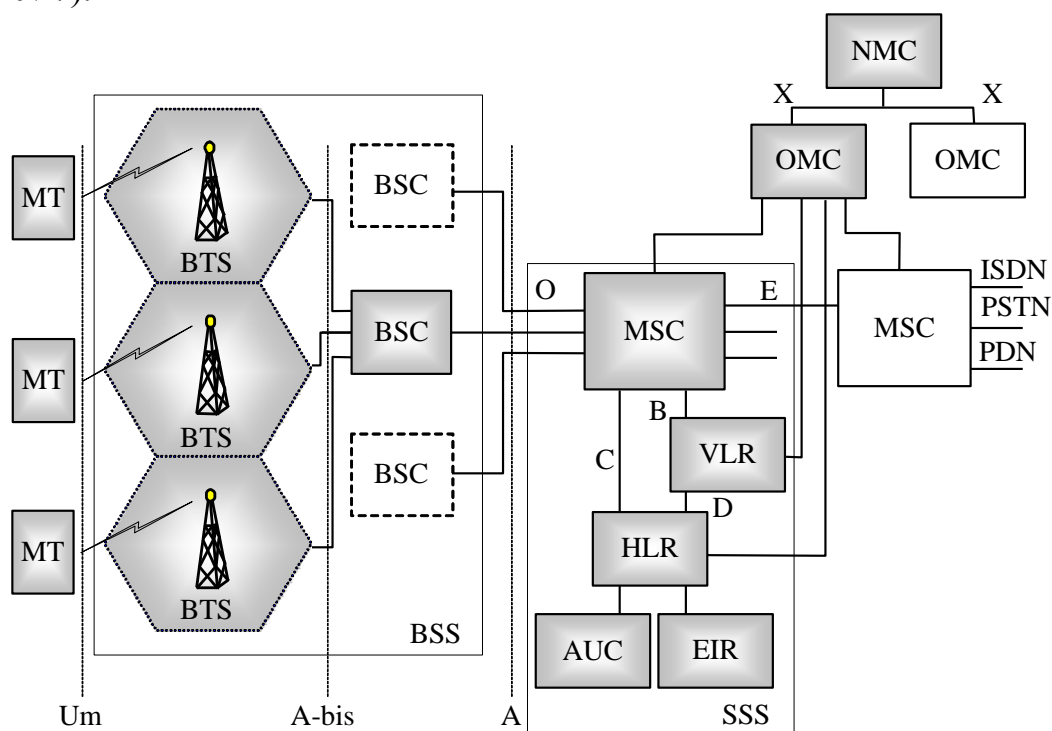


Рис. 3. Структурная схема

Центр коммутации подвижной связи обслуживает группу сот и обеспечивает все виды соединений между подвижными и стационарными пользователями. MSC аналогичен коммутационной станции ISDN, но включает дополнительный интерфейс между фиксированными сетями (PSTN, PDN, ISDN и т.д.) и сетью подвижной радиосвязи. Он обеспечивает:

- маршрутизацию вызовов и функции управления вызовами (функция обычной ISDN-коммутационной станции);

- функции коммутации радиоканалов, к которым относятся "эстафетная передача" для достижения непрерывности связи при перемещении подвижной станции из соты в соту и переключение рабочих каналов в соте при появлении помех или неисправностях;

- постоянное "слежение" за подвижными станциями, используя регистры положения (HLR) и перемещения (VLR).

В HLR хранится информации о местоположении какой-либо подвижной станции, которая позволяет центру коммутации доставить вызов станции. Регистр HLR содержит международный идентификационный номер подвижного абонента (IMSI). Он используется для опознавания подвижной станции в центре аутентификации (AUC).

Второе основное устройство, обеспечивающее контроль за передвижением подвижной станции из зоны в зону, регистр перемещения VLR. С его помощью достигается функционирование подвижной станции за пределами зоны, контролируемой HLR. Когда в процессе перемещения подвижная станция переходит из зоны действия одного контроллера базовой станции BSC, объединяющего группу базовых станций, в зону действия другого, она регистрируется новым BSC, и в VLR заносится информация о номере области связи, которая обеспечит доставку вызовов подвижной станции. Для сохранности данных, находящихся в HLR и VLR, в случае сбоев предусмотрена защита устройств памяти этих регистров.

Для исключения несанкционированного использования ресурсов системы связи вводятся механизмы аутентификации - удостоверения подлинности абонента.

Центр аутентификации состоит из нескольких блоков и формирует ключи и алгоритмы аутентификации. С его помощью проверяются полномочия абонента и осуществляется его доступ к сети связи. AUC принимает решения о параметрах процесса аутентификации и определяет ключи шифрования абонентских станций на основе базы данных, сосредоточенной в регистре идентификации оборудования (EIR - Equipment Identification Register). Каждой подвижной станции присваивается свой международный идентификационный номер (IMEI). Этот номер используется для предотвращения доступа к сетям GSM похищенной станции или станции без полномочий.

Каждый подвижный абонент на время пользования системой связи получает стандартный модуль подлинности абонента (SIM), который содержит: международный идентификационный номер (IMSI), свой индивидуальный ключ аутентификации, алгоритм аутентификации. С помощью заложенной в SIM информации, в результате взаимного обмена данными между подвижной станцией и сетью, осуществляется полный цикл аутентификации и разрешается доступ абонента к сети.

Основное оборудование базовой станции состоит из контроллера базовой станции (BSC) и приемопередающих базовых станций (BTS).

Контроллер базовой станции может управлять несколькими приемопередающими блоками. BSS управляет распределением радиоканалов, контролирует соединения, регулирует их очередность, обеспечивает режим работы с прыгающей частотой,

модуляцию и демодуляцию сигналов, кодирование и декодирование сообщений, кодирование речи, адаптацию скорости передачи для речи, данных и вызова, определяет очередность передачи сообщений персонального вызова.

BSS совместно с MSC, HLR, VLR выполняет ряд функций: освобождение канала, главным образом под контролем MSC, но при этом MSC может запросить базовую станцию, обеспечить освобождение канала, если вызов не приходит из-за радиопомех. BSS и MSC совместно осуществляют приоритетную передачу информации для некоторых категорий подвижных станций.

Центр управления и обслуживания (OMC) обеспечивает распределение функций и организацию взаимодействия между BSS и MSC. Его функции совпадают с функциями OMC в обычных сетях связи. Отличие заключается в том, что в сетях стандарта GSM центр OMC обслуживает управление работой радио-подсистемы.

Сетевые и радиоинтерфейсы.

В стандарте GSM предусмотрены интерфейсы трех видов:

для соединения с внешними сетями;

между различным оборудованием сетей GSM;

между сетью GSM и внешним оборудованием.

Интерфейсы с внешними сетями.

Соединение с PSTN. Соединение с телефонной сетью общего пользования осуществляется через MSC по линии связи 2 Мбит/с в соответствии с системой сигнализации SS №7.

Соединения с ISDN. Для соединения MSC с сетями ISDN предусматриваются четыре линии связи 2 Мбит/с в соответствии с системой сигнализации SS №7.

Соединения с международными сетями GSM. Эти соединения должны осуществляться на основе протоколов систем сигнализации (SCCP) и междоузеловой коммутации подвижной связи (GMSC).

Внутренние GSM-интерфейсы.

Интерфейс между MSC и BSS (A-интерфейс) обеспечивает передачу сообщений для управления BSS; передачи вызова; управления передвижением. A-интерфейс объединяет каналы связи и линии сигнализации. Последние используют протоколы SS №7 МККТТ.

Интерфейс между MSC и LR совмещен с VLR (B-интерфейс). Когда MSC необходимо определить адрес (местоположение) подвижной станции, он обращается к VLR. Если подвижная станция инициирует процедуру местоопределения с MSC, он информирует свой VLR, который заносит всю изменяющуюся информацию в свои регистры. Эта процедура происходит всегда, когда MS переходит из одной области местоопределения в другую. В случае если абонент запрашивает специальные дополнительные услуги или изменяет некоторые свои данные, MSC также информирует VLR, который регистрирует изменения и при необходимости сообщает о них HLR.

Интерфейс между MSC и HLR (C-интерфейс). Используется для обеспечения взаимодействия между MSC и HLR. MSC может послать указание (сообщение) HLR в конце сеанса связи для того, чтобы абонент мог оплатить разговор.

Интерфейс между HLR и VLR (D-интерфейс). Используется для расширения обмена данными о положении подвижной станции, управления процессом связи. Основные услуги, предоставляемые подвижному абоненту, заключаются в возможности передавать или принимать сообщения независимо от местоположения. Для этого HLR должен пополнять свои данные. VLR сообщает HLR о положении MS, управляя ей и

переприсваивая ей номера в процессе блуждания; посылает все необходимые данные для обеспечения обслуживания подвижной станции.

Интерфейс между MSC (E-интерфейс). Обеспечивает взаимодействие между разными MSC при осуществлении процедуры "передачи" абонента из зоны действия одного центра коммутации в зону действия другого при его движении в процессе сеанса связи без ее перерыва.

Интерфейс между BSC и BTS (A-bis-интерфейс). Служит для связи BSC с BTS и определен рекомендациями ETSI/GSM для процессов установления соединений и управления оборудованием. Передача осуществляется цифровыми потоками со скоростями 2,048 Мбит/с возможно использование физического интерфейса 64 кбит/с.

Интерфейсы между сетью GSM и внешним оборудованием.

Интерфейс между MSC и сервис центром (SC). Необходим для реализации службы коротких сообщений (SMS).

Интерфейс к другим ОМС. Каждый центр управления и обслуживания сети должен соединяться с другим ОМС, управляющими сетями в других регионах или другими сетями. Эти соединения обеспечиваются "X"-интерфейсами. Для взаимодействия ОМС с сетями высших уровней используется Q.3-интерфейс.

В соответствии с определениями ITU-T сеть GSM может предоставлять следующие типы услуг: услуги по передаче информации (bearer services – основные службы); услуги предоставления связи (teleservices – телеслужбы); дополнительные услуги (supplementary services).

Основным телесервисом GSM является телефония, т. е. передача речи, включая тональную сигнализацию в полосе частот речи. Поскольку GSM является цифровой системой передачи данных, речь кодируется и передается в виде цифрового потока. Возможна передача факсимильных сообщений, реализуемых при использовании соответствующего адаптера для факс-аппарата.

В качестве дополнительных стандартизован широкий спектр особых услуг (передача вызова, оповещение о тарифных расходах, включение в закрытую группу пользователей). Особое внимание уделяется аспектам безопасности и качеству предоставляемых услуг.

К дополнительной услуге передаче данных относится и служба передачи коротких сообщений (**SMS** – *Short Message Service*). При передаче коротких сообщений используется пропускная способность каналов передачи данных между подвижной станцией и центром эксплуатации и технического обслуживания (**ОМС** – *Operation and Maintenance Center*), то есть каналов управления. Для передачи коротких сообщений могут использоваться общие каналы управления. Сообщения могут передаваться и приниматься подвижной станцией в течение текущего вызова либо в нерабочем цикле.