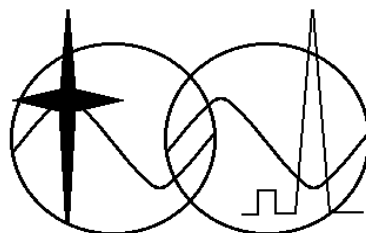


**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**  
**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**  
**(ТУСУР)**

**Кафедра средств радиосвязи (СРС)**



**СИСТЕМА СОТОВОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА GSM-900**

**Учебно-методическое пособие по лабораторной работе**  
**для студентов радиотехнических специальностей**

Составил:  
заведующий кафедрой СРС,  
профессор Мелихов С.В.

2012

### **1. Цель работы**

Изучить основные технические характеристики, функциональное построение и интерфейсы принятые в цифровой сотовой системе подвижной радиосвязи стандарта GSM.

### **2. Задание**

1. Ознакомиться с общими характеристиками стандарта GSM.
2. Изучить функциональную схему и состав оборудования.
3. Ознакомиться с составом долговременных данных, хранящихся в регистрах HLR и VLR.
4. Ознакомиться с процедурой проверки сетью подлинности абонента.
5. Составить отчет.

### **3. Краткая теория**

Стандарт GSM (Global System for Mobile communications) тесно связан со всеми современными стандартами цифровых сетей, в первую очередь с ISDN и IN (Intelligent Network). Основные функциональные элементы GSM входят в разрабатываемый международный стандарт глобальной системы подвижной связи UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). В 1990 г. были опубликованы спецификации первой фазы GSM. К середине 1991 г. стали поддерживаться коммерческие услуги GSM, а к 1993 г. функционировало уже 36 сетей GSM в 22 странах, и еще 25 стран выбрали направление GSM или поставили вопрос о его принятии. В июне 1992 г. стандарт GSM принят в России в качестве федерального стандарта на цифровые сотовые системы подвижной связи (ССПС).

С января 1996 г. в Москве и области началась коммерческая эксплуатация сети стандарта GSM (900 МГц). Оператором сети GSM в Москве является компания «Мобильные ТелеСистемы» (МТС). В первые дни коммерческой эксплуатации «МТС» впервые в России открыла автоматический роуминг абонентов своей сети с абонентами ССПС стандарта GSM в Германии, Швейцарии, Финляндии и Англии. Совместно с операторами сетей GSM в других регионах «МТС» организовала работу по созданию федеральной сети GSM России и ее интеграции с глобальной сетью сотовой связи, охватывающей Европу, Азию, Австралию и африканские страны.

В соответствии с определениями ИТУ - Т (International Telecommunication Union - Telecommunications Standardization Sector) сеть GSM может предоставлять следующие услуги: по переносу информации (bearer services); предоставления связи (teleservices); дополнительные (supplementary services).

Система GSM является цифровой системой передачи данных, речь кодируется и передается в виде цифрового потока. Кроме того, предоставляются разнообразные услуги передачи данных. Абоненты GSM могут осуществлять обмен информацией с абонентами ISDN, обычных телефонных сетей, сетей с коммутацией пакетов и сетей связи с коммутацией каналов, используя различные методы и протоколы доступа, например, X.25 или X.32. Возможна передача факсимильных сообщений, реализуемых при использовании соответствующего адаптера для факс-аппарата. Уникальной возможностью GSM, которой не было в аналоговых системах, является двунаправленная передача коротких сообщений SMS (Short Message Service) (до 160 байт), передаваемых в режиме с промежуточным хранением данных. Адресату, являющимся абонентом SMS, может быть послано сообщение, после которого отправителю посылается подтверждение о получении. Короткие сообщения можно использовать в режиме широковещания, например, для того, чтобы извещать абонентов об изменении условий дорожного движения в регионе. Текущие спецификации в виде дополнительных возможностей описывают услуги по переносу информации и предоставлению связи (например, перенаправление вызова в случае недоступности подвижного абонента). В совершенствовании системы появляются новые возможности, такие, как идентификация вызова, постановка вызова в очередь, переговоры сразу нескольких абонентов и др.

В соответствии с рекомендацией СЕРТ 1980 г., касающейся использования спектра частот подвижной связи в диапазоне частот 862...960 МГц, стандарт GSM на цифровую общеевропейскую сотовую систему наземной подвижной связи предусматривает работу передатчиков в двух диапазонах частот: 890...915 МГц (для передатчиков подвижных станций – MS), 935...960 МГц (для передатчиков базовых станций – BTS).

В стандарте GSM используется узкополосный многостанционный доступ с временным разделением каналов (NB-TDMA). В структуре TDMA кадра содержится 8 временных позиций на каждой из 124 несущих.

Для защиты от ошибок в радиоканалах при передаче информационных сообщений применяется блочное и сверточное кодирование с перемежением. Повышение эффективности кодирования и перемежения при малой скорости перемещения подвижных станций достигается медленным переключением рабочих частот (SFH) в процессе сеанса связи со скоростью 217 скачков в секунду.

Для борьбы с интерференционными замираниями принимаемых сигналов, вызванными многолучевым распространением радиоволн в условиях города, в аппаратуре связи используются эквалайзеры, обеспечивающие выравнивание импульсных сигналов со среднеквадратическим отклонением времени задержки до 16 мкс. Система

синхронизации рассчитана на компенсацию абсолютного времени задержки сигналов до 233 мкс, что соответствует максимальной дальности связи или максимальному радиусу ячейки (соты) 35 км.

В стандарте GSM выбрана гауссовская манипуляция с минимальным сдвигам (GMSK); индекс манипуляции – 0.3. 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 достигается высокая степень безопасности передачи сообщений; осуществляется шифрование сообщений по алгоритму шифрования с открытым ключом (RSA).

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАНДАРТА GSM-900

Частоты передачи подвижной станции и приема базовой станции, МГц	890...915
Частоты приема подвижной станции и передачи базовой станции, МГц	935...960
Дуплексный разнос частот приема и передачи, МГц	45
Скорость передачи сообщений в радиоканале, кбит/с	270
Скорость преобразования речевого кодекса, кбит/с	13
Ширина полосы канала связи, кГц	200
Максимальное количество каналов	124
Максимальное количество каналов связи в базовой станции	16...20
Вид модуляции	GMSK
Индекс модуляции	0,5
Произведение полосы гауссовского фильтра на длительность бита	0,3
Ширина полосы предмодуляционного гауссовского фильтра, кГц	81,3
Количество скачков по частоте в секунду	217
Временное разнесение окон «передача» - «прием» в интервале кадра (для подвижной станции)	2
Вид речевого кодекса	RPE LTP
Максимальный радиус соты, км	до 35
Схема организации каналов (комбинированная)	TDMA/FDMA

Функциональное построение и интерфейсы, принятые в стандарте GSM, иллюстрируются структурной схемой рис. 1, на которой MSC (Mobile Switching Centre) –

центр коммутации подвижной связи; BSS (Base Station Sistem) – оборудование базовой станции; OMC (Operations and Maintenance Centre) – центр управления и обслуживания; MS (Mobile Stations) – подвижные станции (ПС).

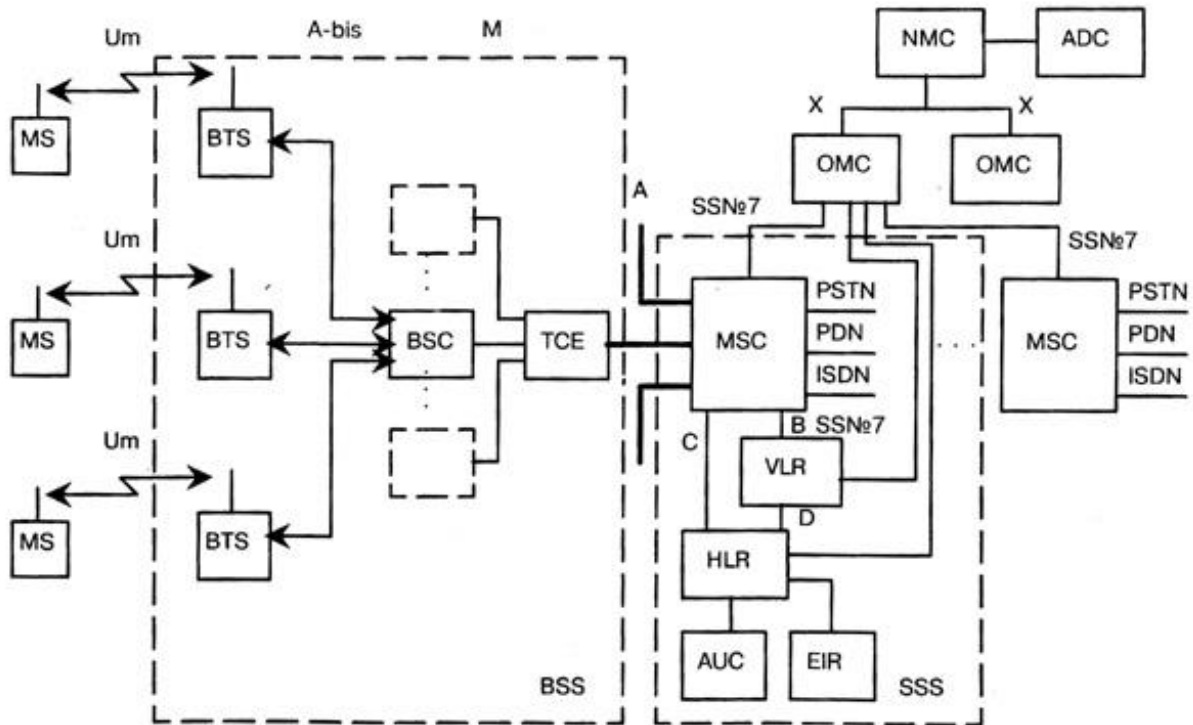


Рисунок 1 – Структурная схема стандарта GSM

Функциональное сопряжение элементов системы осуществляется рядом интерфейсов. Все сетевые функциональные компоненты в стандарте GSM взаимодействуют в соответствии с системой сигнализации МККТТ N7 (ССИТ SS N7). SS N7 стандартизована на международном уровне и предназначена для обмена сигнальной информацией в цифровых сетях связи с цифровыми программно-управляемыми станциями. Система оптимизирована для работы по цифровым каналам со скоростью 64 кбит/с и позволяет управлять процессом соединения, а также передавать информацию техобслуживания и эксплуатации. Кроме того, ее можно применять в качестве надежной транспортной системы для передачи других видов информации между станциями и специализированными центрами в сетях телекоммуникаций. SS N7 использует метод передачи сигнальной информации по специальному каналу, общему для одного или нескольких пучков информационных каналов. Сигнальная информация должна передаваться в правильной последовательности, без потерь, при этом могут быть задействованы и наземные и спутниковые каналы. Сеть SS N7 является обязательным условием создания сети стандарта GSM.

Центр коммутации подвижной связи обслуживает группу сот и обеспечивает все виды соединений, в которых нуждается в процессе работы подвижная станция. MSC аналогичен ISDN коммутационной станции и представляет собой интерфейс между фиксированными сетями (PSTN, PDN, ISDN и т.д.) и сетью подвижной связи. Он обеспечивает маршрутизацию вызовов и функции управления вызовами. Кроме выполнения функций обычной ISDN коммутационной станции, на MSC возлагаются функции коммутации радиоканалов. К ним относятся эстафетная передача, в процессе которой достигается непрерывность связи при перемещении подвижной станции из соты в соту, и переключение рабочих каналов в соте при появлении помех или неисправностях.

Каждый MSC обеспечивает обслуживание подвижных абонентов, расположенных в пределах определенной географической зоны (например, Москва и область). MSC управляет процедурами установления вызова и маршрутизации. Для телефонной сети общего пользования (PSTN) MSC обеспечивает функции сигнализации по протоколу SS N7, передачи вызова или другие виды интерфейсов в соответствии с требованиями конкретного проекта.

MSC формирует данные, необходимые для выписки счетов за предоставленные сетью услуги связи, накапливает данные по состоявшимся разговорам и передает их в центр расчетов (биллинг-центр). MSC составляет также статистические данные, необходимые для контроля работы и оптимизации сети.

MSC поддерживает также процедуры безопасности, применяемые для управления доступами к радиоканалам.

MSC не только участвует в управлении вызовами, но также управляет процедурами регистрации местоположения и передачи управления, кроме передачи управления в подсистеме базовых станций (BSS). Регистрация местоположения подвижных станций необходима для обеспечения доставки вызова перемещающимся подвижным абонентам от абонентов телефонной сети общего пользования или других подвижных абонентов. Процедура передачи вызова позволяет сохранять соединения и обеспечивать ведение разговора, когда подвижная станция перемещается из одной зоны обслуживания в другую. Передача вызовов в сотах, управляемых одним контроллером базовых станций (BSC), осуществляется этим BSC. Когда передача вызовов осуществляется между двумя сетями, управляемыми разными BSC, то первичное управление осуществляется в MSC. В стандарте GSM также предусмотрены процедуры передачи вызова между сетями (контроллерами), относящимися к разным MSC. Центр коммутации осуществляет постоянное слежение за подвижными станциями, используя регистры положения (HLR) и перемещения (VLR). В HLR хранится та часть 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) (рис. 2, рис. 3).

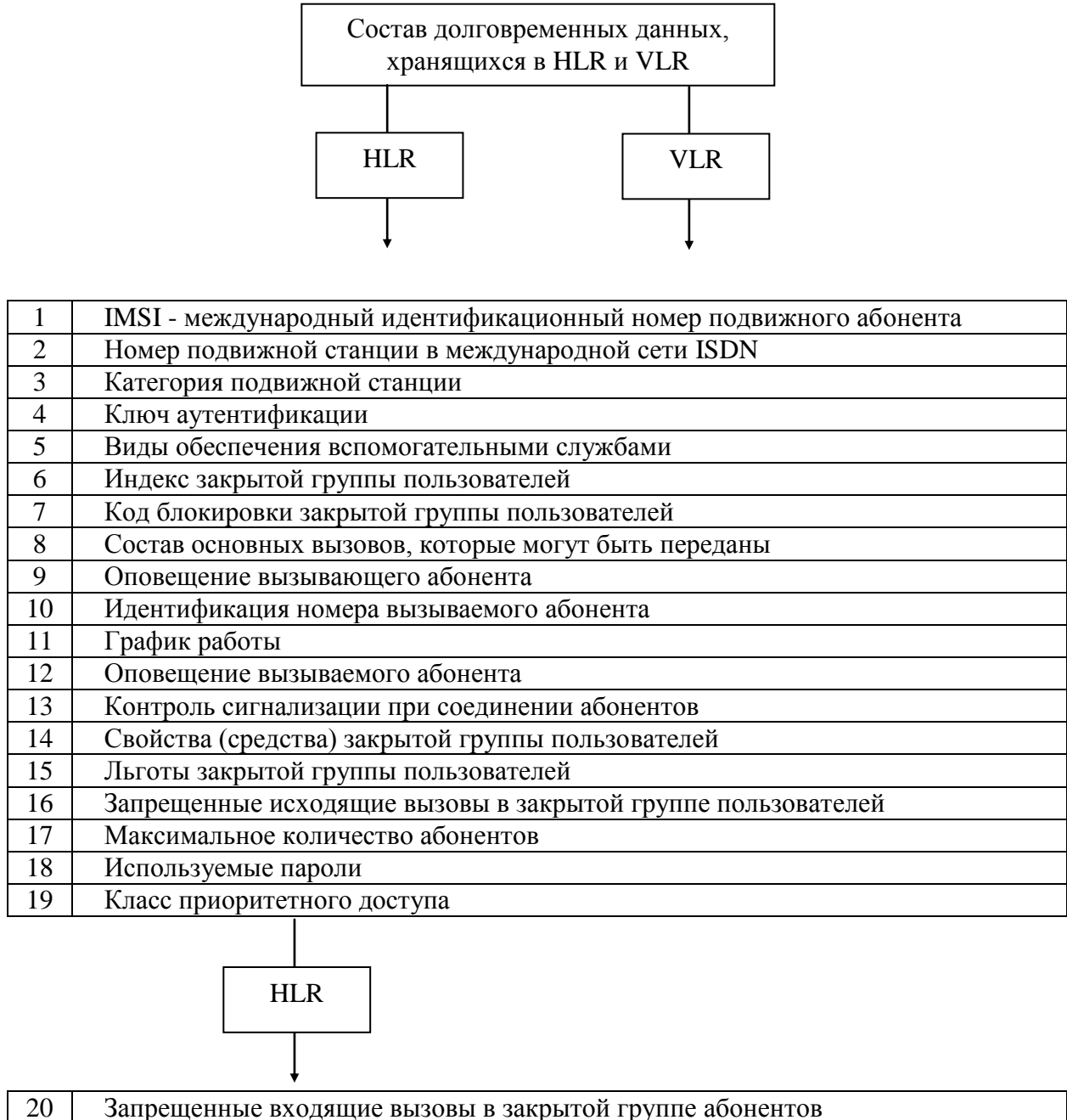


Рисунок 2 – Состав долговременных данных хранящихся в HLR и VLR

Практически HLR представляет собой справочную базу данных о постоянно прописанных в сети абонентах. В ней содержатся опознавательные номера и адреса, а также параметры подлинности абонентов, состав услуг связи, специальная информация о

маршрутизации. Ведется регистрация данных о роуминге (блуждании) абонента, включая данные о временном идентификационном номере подвижного абонента (TMSI) и соответствующем VLR.

К данным, содержащимся в HLR, имеют дистанционный доступ все MSC и VLR сети и, если в сети имеются несколько HLR, в базе данных содержится только одна запись об абоненте, поэтому каждый HLR представляет собой определенную часть общей базы данных сети об абонентах. Доступ к базе данных об абонентах осуществляется по номеру IMSI или MSISDN (номеру подвижного абонента в сети ISDN). К базе данных могут получить доступ MSC или VLR, относящиеся к другим сетям, в рамках обеспечения межсетевого роуминга абонентов.



Рисунок 3 – Состав временных данных хранящихся в HLR и VLR

Второе основное устройство, обеспечивающее контроль за передвижением подвижной станции из зоны а 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 BSC, 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.

VLR содержит такие же данные, как и HLR, однако эти данные содержатся в VLR только до тех пор, пока абонент находится в зоне, контролируемой VLR.

В сети подвижной связи GSM соты группируются в географические зоны (LA), которым присваивается свой идентификационный номер (LAC). Каждый VLR содержит данные об абонентах в нескольких LA. Когда подвижный абонент перемещается из одной LA в другую, данные о его местоположении автоматически обновляются в VLR. Если старая и новая LA находятся под управлением различных VLR, то данные на старом VLR стираются после их копирования в новый VLR. Текущий адрес VLR абонента, содержащийся в HLR, также обновляется.

VLR обеспечивает также присвоение номера «блуждающей» подвижной станции (MSRN). Когда подвижная станция принимает входящий вызов, VLR выбирает его MSRN и передает его на MSC, который осуществляет маршрутизацию этого вызова к базовым станциям, находящимся рядом с подвижным абонентом.

VLR также распределяет номера передачи управления при передаче соединений от одного MSC к другому. Кроме того, VLR управляет распределением новых TMSI и передает их в HLR. Он также управляет процедурами установления подлинности во время обработки вызова. По решению оператора TMSI может периодически изменяться для усложнения процедуры идентификации абонентов. Доступ к базе данных VLR может обеспечиваться через IMSI, TMSI или MSRN. В целом VLR представляет собой локальную базу данных о подвижном абоненте для той зоны, где находится абонент, что позволяет исключить постоянные запросы в HLR и сократить время на обслуживание вызовов.

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).

Каждый подвижный абонент на время пользования системой связи получает стандартный модуль подлинности абонента (SIM), который содержит, международный идентификационный номер (IMSI), свой индивидуальный ключ аутентификации (Ki), алгоритм аутентификации (A3).

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.

Процедура проверки сетью подлинности абонента реализуется следующим образом. Сеть передает случайный номер (RAND) на подвижную станцию. На ней с помощью Ki и алгоритма аутентификации A3 определяется значение отклика (SRES), т.е.

$$SRES = Ki \cdot RAND .$$

Подвижная станция посылает вычисленное значение SRES в сеть, которая сверяет значение принятого SRES со значением SRES, вычисленным сетью. Если оба значения совпадают, подвижная станция приступает к передаче сообщений. В противном случае связь прерывается, и индикатор подвижной станции показывает, что опознавание не состоялось. Для обеспечения секретности вычисление SRES происходит в рамках SIM. Несекретная информация (например, Ki) не подвергается обработке в модуле SIM.

Процедура аутентификации иллюстрируется схемой рис. 4.

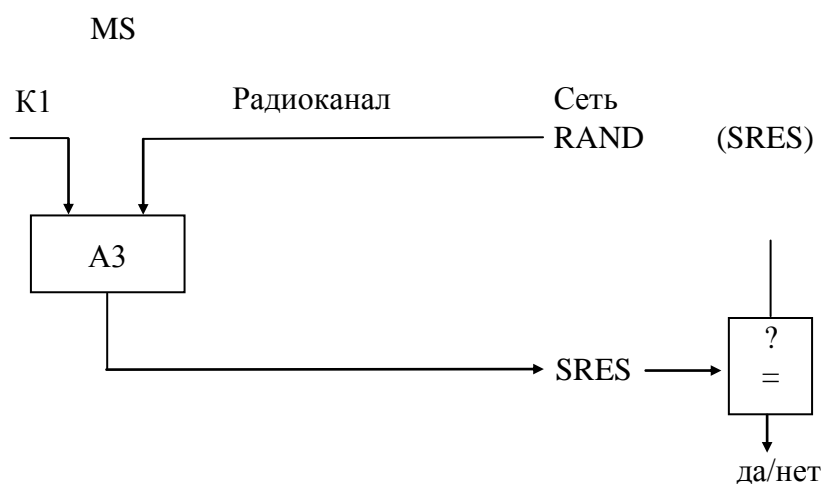


Рисунок 4 – Принцип аутентификации

**EIR** - регистр идентификации оборудования, содержит централизованную базу данных для подтверждения подлинности международного идентификационного номера

оборудования подвижной станции (IMEI). Эта база данных относится исключительно к оборудованию подвижной станции. База данных EIR состоит из списков номеров IMEI, организованных следующим образом:

**БЕЛЫЙ СПИСОК** – содержит номера IMEI, о которых есть сведения, что они закреплены за санкционированными подвижными станциями.

**ЧЕРНЫЙ СПИСОК** – содержит номера IMEI подвижных станций, которые украдены или которым отказано в обслуживании по другой причине.

**СЕРЫЙ СПИСОК** – содержит номера IMEI подвижных станций, у которых существуют проблемы, выявленные по данным программного обеспечения, что не является основанием для внесения в «черный список».

К базе данных EIR получают дистанционный доступ MSC данной сети, а также MSC других подвижных сетей.

Как и в случае с HLR, сеть может иметь более одного EIR, при этом каждый EIR управляет определенными группами IMEI. В состав MSC входит транслятор, который при получении номера IMEI возвращает адрес EIR, управляющий соответствующей частью базы данных об оборудовании.

**IWF** – межсетевой функциональный стык, является одной из составных частей MSC. Он обеспечивает абонентам доступ к средствам преобразования протокола и скорости передачи данных так, чтобы можно было передавать их между его терминальным оборудованием (DIE) сети GSM и обычным терминальным оборудованием фиксированной сети. Межсетевой функциональный стык также «выделяет» модем из своего банка оборудования для сопряжения с соответствующим модемом фиксированной сети. IWF также обеспечивает интерфейсы типа прямого соединения для оборудования, поставляемого клиентам, например, для пакетной передачи данных PAD по протоколу X.25.

**ЕС** – эхоподавитель, используется в MSC со стороны PSTN для всех телефонных каналов (независимо от их протяженности) из-за физических задержек в трактах распространения, включая радиоканал, сетей GSM. Типовой эхоподавитель может обеспечивать подавление в интервале 68 мс на участке между выходом ЕС и телефоном фиксированной телефонной сети. Общая задержка в канале GSM при распространении в прямом и обратном направлениях, вызванная обработкой сигнала, кодированием/декодированием речи, канальным кодированием и т.д., составляет около 180 мс. Эта задержка была бы незаметна подвижному абоненту, если бы в телефонный канал не был включен гибридный трансформатор с преобразованием тракта с двухпроводного на четырехпроводный режим, установка которого необходима в MSC. так

как стандартное соединение с PSTN является двухпроводным. При соединении двух абонентов фиксированной сети эхо-сигналы отсутствуют. Без включения ЕС задержка от распространения сигналов в тракте GSM будет вызывать раздражение у абонентов, прерывать речь и отвлекать внимание.

**ОМС** – центр эксплуатации и технического обслуживания, является центральным элементом сети GSM, который обеспечивает контроль и управление другими компонентами сети и контроль качества ее работы. ОМС соединяется с другими компонентами сети GSM по каналам пакетной передачи протокола X.25. ОМС обеспечивает функции обработки аварийных сигналов, предназначенных для оповещения обслуживающего персонала, и регистрирует сведения об аварийных ситуациях в других компонентах сети В зависимости от характера неисправности ОМС позволяет обеспечить ее устранение автоматически или при активном вмешательстве персонала. ОМС может обеспечить проверку состояния оборудования сети и прохождения вызова подвижной станции. ОМС позволяет производить управление нагрузкой в сети. Функция эффективного управления включает сбор статистических данных о нагрузке от компонентов сети GSM, записи их в дисковые файлы и вывод на дисплей для визуального анализа. ОМС обеспечивает управление изменениями программного обеспечения и базами данных о конфигурации элементов сети. Загрузка программного обеспечения в память может производиться из ОМС в другие элементы сети или из них в ОМС.

**NMC** – центр управления сетью, позволяет обеспечивать рациональное иерархическое управление сетью GSM. Он обеспечивает эксплуатацию и техническое обслуживание на уровне всей сети, поддерживаемой центрами ОМС, которые отвечают за управление региональными сетями. NMC обеспечивает управление графиком во всей сети и обеспечивает диспетчерское управление сетью при сложных аварийных ситуациях, как например, выход из строя или перегрузка узлов. Кроме того, он контролирует состояние устройств автоматического управления, задействованных в оборудовании сети, и отражает на дисплее состояние сети для операторов NMC. Это позволяет операторам контролировать региональные проблемы и, при необходимости, оказывать помощь ОМС, ответственному за конкретный регион. Таким образом, персонал NMC знает состояние всей сети и может дать указание персоналу ОМС изменить стратегию решения региональной проблемы.

**NMC** концентрирует внимание на маршрутах сигнализации и соединениях между узлами с тем, чтобы не допускать условий для возникновения перегрузки в сети. Контролируются также маршруты соединений между сетью GSM и PSTN во избежание распространения условий перегрузки между сетями. При этом персонал NMC

координирует вопросы управления сетью с персоналом других NMC. NMC обеспечивает также возможность управления графиком для сетевого оборудования подсистемы базовых станций (BSS). Операторы NMC в экстремальных ситуациях могут задействовать такие процедуры управления, как «приоритетный доступ», когда только абоненты с высоким приоритетом (экстренные службы) могут получить доступ к системе.

NMC может брать на себя ответственность в каком-либо регионе, когда местный ОМС является необслуживаемым, при этом ОМС действует в качестве транзитного пункта между NMC и оборудованием сети. NMC обеспечивает операторов функциями, аналогичными функциям ОМС.

NMC является также важным инструментом планирования сети, так как NMC контролирует сеть и ее работу на сетевом уровне, а следовательно, обеспечивает планировщиков сети данными, определяющими ее оптимальное развитие.

**BSS** – оборудование базовой станции, состоит из контроллера базовой станции (BSC) и приемо-передающих базовых станций (BTS) Контроллер базовой станции может управлять несколькими приемо-передающими 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 некоторые функции, например: освобождение канала, главным образом, под контролем MSC, но MSC может запросить базовую станцию обеспечить освобождение канала, если вызов не проходит из-за радиопомех. BSS и MSC совместно осуществляют приоритетную передачу информации для некоторых категорий подвижных станций.

**TCE** – транскодер, обеспечивает преобразование выходных сигналов канала передачи речи и данных MSC (64 кбит/с ИКМ) к виду, соответствующему рекомендациям GSM по радиointерфейсу (Рек. GSM 04.08). В соответствии с этими требованиями скорость передачи речи, представленной в цифровой форме, составляет 13 кбит/с. Этот канал передачи цифровых речевых сигналов называется «полноскоростным». Стандартом предусматривается использование и полускоростного речевого канала (скорость передачи 6,5 кбит/с).

Снижение скорости передачи обеспечивается применением специального речепреобразующего устройства, использующего линейное предикативное кодирование (LPC), долговременное предсказание (LTP), остаточное импульсное возбуждение (RPE – иногда называется RELP).

Транскодер обычно располагается вместе с MSC, тогда передача цифровых сообщений в направлении к контроллеру базовых станций (BSC) ведется с добавлением к потоку со скоростью передачи 13 кбит/с, дополнительных битов (стаффингование) до скорости передачи данных 16 кбит/с. Затем осуществляется уплотнение с кратностью 4 в стандартный канал 64 кбит/с. Так формируется определенная Рекомендациями GSM 30-канальная ИКМ линия, обеспечивающая передачу 120 речевых каналов. Шестнадцатый канал (64 кбит/с), «временное окно», выделяется отдельно для передачи информации сигнализации и часто содержит график SS N7 или LAPD. В другом канале (64 кбит/с) могут передаваться также пакеты данных, согласующиеся с протоколом X.25 МККТТ.

Таким образом, результирующая скорость передачи по указанному интерфейсу составляет  $30 \times 64 \text{ кбит/с} + 64 \text{ кбит/с} + 64 \text{ кбит/с} = 2048 \text{ кбит/с}$ .

**MS** – подвижная станция, состоит из оборудования, которое служит для организации доступа абонентов сетей GSM к существующим фиксированным сетям электросвязи. В рамках стандарта GSM приняты пять классов подвижных станций от модели 1-го класса с выходной мощностью 20 Вт, устанавливаемой на транспортном средстве, до портативной модели 5-го класса, максимальной мощностью 0,8 Вт. При передаче сообщений предусматривается адаптивная регулировка мощности передатчика, обеспечивающая требуемое качество связи.

Подвижный абонент и станция независимы друг от друга. Как уже отмечалось, каждый абонент имеет свой международный идентификационный номер (IMSI), записанный на его интеллектуальную карточку. Такой подход позволяет устанавливать радиотелефоны, например, в такси и автомобилях, сдаваемых на прокат. Каждой подвижной станции также присваивается свой международный идентификационный номер (IMEI). Этот номер используется для предотвращения доступа к сетям GSM похищенной станции или станции без полномочий.

#### **4. Контрольные вопросы.**

1. Основные технические характеристики стандарта GSM.
2. Структурная схема стандарта GSM.
3. Назначение и функции, выполняемые центром коммутации подвижной связи MSC.
4. Перечислить состав долговременных данных, хранящихся в регистрах HLR и VLR. .
5. Каким образом реализуется процедура проверки сетью подлинности абонента.
6. Назначение межсетевых функциональных стыков IWF, эхоподавителя EC.

7. Функции, выполняемые центром эксплуатации и технического обслуживания ОМС.
8. Пояснить термин «приоритетный доступ». Какой блок реализует эту процедуру?
9. Состав оборудования базовой станции BSS. Ее назначение.
10. Назначение транскодера TCE.

### **5. Содержание отчета**

1. Название и цель работы.
2. Структурная схема цифровой сотовой системы подвижной радиосвязи стандарта GSM и пояснение назначения ее блоков.

### **Литература**

1. Громаков Ю.Я. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. - М.: ЭКО-ТРЭНДЗ, 1998. – 239 с.
2. Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 292 с.
3. Маковеева М.М., Шинаков Ю.С. Системы связи с подвижными объектами: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2002. – 440 с.
4. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов / В.И. Иванов, В.Н. Гордиенко, Г.Н. Попов и др.; под ред. В.И. Иванова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 231 с.
5. Ратынский Н.В. Основы сотовой связи. – М.: Радио и связь, 2000. – 248 с.