

Лекция 8. Интерфейсы и каналы в GSM

Цель лекции – ознакомить студентов с основными интерфейсами и каналами в стандарте GSM, понять их назначение и структуру, а также рассмотреть механизмы передачи информации между различными элементами сети.

Введение

Система GSM (Global System for Mobile Communications) является одним из наиболее распространенных стандартов сотовой связи второго поколения. Она внедрила цифровые методы передачи данных, что позволило значительно улучшить качество связи и увеличить количество одновременно обслуживаемых абонентов. Важным аспектом функционирования GSM являются интерфейсы и каналы, которые обеспечивают взаимодействие между мобильными станциями (МС), базовыми станциями (БС) и центральными элементами сети. В этой лекции мы рассмотрим различные типы интерфейсов, используемых в системе GSM, включая эфирный интерфейс, который отвечает за связь между МС и БС. Также будут обсуждены логические каналы, разделенные на каналы информационного обмена и управления, и их роли в обеспечении эффективной передачи данных и управления сетевыми ресурсами. Понимание этих аспектов поможет глубже осознать работу сети GSM и ее архитектурные принципы.

Виды интерфейсов

В каждом стандарте сотовой связи используется несколько интерфейсов, в общем случае различных в разных стандартах. В цифровых сотовых системах мобильной связи стандарта GSM используются интерфейсы трех видов для обеспечения соединения: с внешними сетями, между различным оборудованием сетей GSM, между сетью GSM и внешним оборудованием. Все интерфейсы подлежат стандартизации для обеспечения совместимости аппаратуры разных фирм-изготовителей, что не исключает возможности использования различных интерфейсов, определяемых разными стандартами, для одного и того же информационного стыка. В некоторых случаях применяются уже существующие стандартные интерфейсы, например, соответствующие протоколам обмена в цифровых информационных сетях.

Интерфейс обмена между МС и БС носит название эфирного интерфейса или радиointерфейса. Эфирный интерфейс обязательно используется в любой ССС при любой ее конфигурации и в единственном возможном для своего стандарта сотовой связи варианте. Данное обстоятельство позволяет МС любой фирмы-изготовителя успешно работать совместно с БС той же или любой другой фирмы, что удобно для компаний-операторов и необходимо для организации роуминга. Стандарты эфирного интерфейса разрабатываются весьма тщательно, чтобы обеспечить возможно более эффективное использование полосы частот, выделенной для канала радиосвязи. Именно радиointерфейс обеспечивает каналы связи для множественного доступа.

Интерфейсы с внешними сетями:

- соединение с PSTN. Соединение с телефонной сетью общего пользования осуществляется МС по линии связи 2 Мбит/с.
- соединение с ISDN. Для соединения с создаваемыми сетями ISDN предусматриваются 4 линии связи 2 Мбит/с.

- соединения с международными сетями GSM. Подключение сети GSM к общеевропейским сетям GSM осуществляется на основе протоколов систем сигнализации (SCCP) и межсетевой коммутации мобильной связи (GMSC).

Внутренние GSM-интерфейсы:

- А-интерфейс – интерфейс в системе GSM между центром коммутации мобильной связи MSC и системой базовых станций BSS (подсистема базовых станций — BSC+BTC), обеспечивает передачу сообщений для управления BSS, передачу вызова (хэндовер), управление при изменении местоположения.
- В-интерфейс – интерфейс в системе GSM между центром коммутации мобильной связи MSC и визитным регистром местоположения VLR.
- С-интерфейс – интерфейс в системе GSM между центром коммутации мобильной связи MSC и домашним регистром местоположения HLR.
- D-интерфейс – интерфейс в системе GSM между домашним регистром местоположения HLR и визитным регистром местоположения VLR.
- Е-интерфейс – интерфейс в системе GSM между MSC. Обеспечивает взаимодействие между разными MSC при осуществлении процедуры хэндовера и др.

Интерфейсы между сетью GSM и внешним оборудованием:

- интерфейс между MSC и сервис – центром (SC) необходим для реализации службы коротких сообщений. Он определен в Рекомендациях ETSI/GSM 03.40;
- интерфейс к другим ОМС. Каждый центр управления и обслуживания сети должен соединяться с другими ОМС, управляющими сетями в других регионах или другими сетями.

Физические и логические каналы

Физические каналы создаются с применением оборудования и физических переносчиков информации. А передаваемая ими информация – это логические каналы. Для разных логических каналов при разных фазах и состояниях соединения применяются разные форматы пакетов.

В системе GSM определены две основные группы логических каналов – каналы информационного обмена и каналы управления.

Каналы информационного обмена (ТСН). Каналы ТСН используются системой GSM для передачи пользовательских данных (например, речи и факсимильных сообщений). Они разделены на два основных класса – полноскоростные (ТСН/Ф) и полускоростные (ТСН/Н) каналы. Каналы ТСН/Ф характеризуются пропускной способностью 22,8 Кбит/с, а для каналов ТСН/Н эта величина составляет лишь 11,4 Кбит/с.

Каналы управления (ССН). В системе GSM для контроля доступа к среде распределения каналов информационного обмена и управления мобильностью используется много различных каналов ССН. Определено три группы каналов управления, причем каждая из них, в свою очередь, тоже разделяется на подгруппы.

Широковещательные (ВСН – Broadcast Channels).

- FCCH – Frequency Correction Channel (канал коррекции частоты). Предоставляет информацию, необходимую мобильному телефону для коррекции частоты.

- SCH – Synchronization Channel (канал синхронизации). Предоставляет мобильному телефону информацию, необходимую для TDMA-синхронизации с базовой станцией (BTS), а также ее идентификационные данные BSIC.

- BCCH – Broadcast Control Channel (широковещательный канал служебной информации). Передает основную информацию о базовой станции, такую как способ

организации служебных каналов, количество блоков, зарезервированных для сообщений предоставления доступа, а также количество мультифреймов (объемом по 51 TDMA-фрейму) между Paging-запросами.

Каналы общего назначения (CCCH – Common Control Channels)

- PCH – Paging Channel. Забегая вперед, расскажу, что Paging — это своего рода ring мобильного телефона, позволяющий определить его доступность в определенной зоне покрытия. Данный канал предназначен именно для этого.

- RACH – Random Access Channel (канал произвольного доступа). Используется мобильными телефонами для запроса собственного служебного канала SDCCH. Исключительно Uplink-канал.

- AGCH – Access Grant Channel (канал уведомлений о предоставлении доступа). На этом канале базовые станции отвечают на RACH-запросы мобильных телефонов, выделяя SDCCH, либо сразу TCH.

Собственные каналы (DCCCH – Dedicated Control Channels)

Собственные каналы, так же как и TCH, выделяются определенным мобильным телефонам. Существует несколько подвидов:

- SDCCH – Stand-alone Dedicated Control Channel. Данный канал используется для аутентификации мобильного телефона, обмена ключами шифрования, процедуры обновления местоположения (location update), а также для осуществления голосовых вызовов и обмена SMS-сообщениями.

- SACCH – Slow Associated Control Channel. Используется во время разговора, либо когда уже задействован канал SDCCH. С его помощью BTS передает телефону периодические инструкции об изменении таймингов и мощности сигнала. В обратную сторону идут данные об уровне принимаемого сигнала (RSSI), качестве TCH, а также уровень сигнала ближайших базовых станций (BTS Measurements).

- FACCH – Fast Associated Control Channel. Данный канал предоставляется вместе с TCH и позволяет передавать срочные сообщения, например, во время перехода от одной базовой станции к другой (Handover).

Приведенные логические каналы не могут использовать временные интервалы произвольным образом. В системе GSM применяется довольно сложная схема уплотнения, объединяющая несколько иерархий кадров.

Типичная схема использования физического канала для передачи данных представлена на рис. 8.1. За двенадцатью интервалами пользовательских данных следует интервал передачи сигналов. Далее опять идут 12 интервалов с пользовательскими данными, а затем следует свободный интервал. Эта схема из 26 интервалов повторяется раз за разом. В описанном случае канал TCH/F занимает лишь 24 из 26 интервалов.

TTTTTTTTTTTTSTTTTTTTTTTTx
TTTTTTTTTTTTSTTTTTTTTTTTx

Рисунок 8.1. Структура мультикадров для ассоциированных каналов

Здесь T обозначает пользовательскую передачу в канале TCH/F, а S – передачу сигналов в канале SACCH.

Поскольку нормальный пакет переносит 114 бит пользовательских данных и повторяется каждые 4,615 мс, то это дает пропускную способность 24,7 Кбит/с:

$$\frac{114 \text{ бит}}{4,615 \text{ мс}} = 24,702 \text{ Кбит/с}.$$

Отсюда следует, что канал SACCH характеризуется пропускной способностью 950 бит/с:

$$\frac{24,7 \text{ Кбит/с}}{26} = 950 \text{ бит/с}.$$

Поскольку канал TCH/F использует 24 из 26 интервалов, окончательная скорость передачи составляет 22,8 Кбит/с, что является нормой для канала TCH/F:

$$24,7 \text{ Кбит/с} - (0,95 \text{ Кбит/с} \cdot 2) = 22,8 \text{ Кбит/с}.$$

Эта периодическая схема из 26 интервалов встречается во всех кадрах TDMA каналов TCH. Комбинация таких кадров называется мультикадром информационного обмена. Этот тип мультикадров используется в каналах TCH, SACCH и FACCH.

Контрольные вопросы:

1. Что такое эфирный интерфейс в системе GSM и какую роль он играет?
2. Какие основные группы логических каналов определены в системе GSM?
3. Какова разница между полноскоростными (TCH/F) и полускоростными (TCH/H) каналами?
4. Опишите функции широковещательного канала управления (BCCH) и общего канала управления (CCCH).
5. Каковы основные цели использования канала SDCCH в системе GSM?
6. Что такое ассоциированные каналы управления (SACCH и FACCH) и в каких ситуациях они используются?
7. Какова структура мультикадров информационного обмена в системе GSM и какая пропускная способность у канала TCH/F?
8. Как обеспечивается совместимость между аппаратурой различных производителей в системе GSM?
9. Что такое каналы управления и как они способствуют контролю доступа к среде передачи?
10. Как используются защитные интервалы в каналах передачи для предотвращения помех?