

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»**

Кафедра инфокоммуникационных систем

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

Архитектура систем коммутации

---

(наименование дисциплины)

основная профессиональная образовательная программа:

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
(код и наименование направления подготовки /специальности/)

квалификация бакалавр

профиль

Сети связи и системы коммутации

Санкт-Петербург

2017

## Содержание

Раздел 1. Эволюция топологии сетей связи.....	3
Цели дисциплины и литература.....	3
Архитектура телефонных сетей.....	4
Архитектура IP-телефонии (Softswitch, IMS).....	9
Архитектура сотовых сетей (СПС).....	15
Построение сети доступа.....	16
Раздел 2. Архитектура городской сети с узлообразованием.....	20
Нумерация.....	20
Сельская телефонная сеть (СТС).....	21
Городская телефонная сеть (ГТС).....	21
Примеры построения телефонной сети.....	22
Раздел 3. Архитектура СПС.....	27
Раздел 4. Декомпозиция систем коммутации.....	27
Раздел 5. Сеть NGN.....	27
Раздел 6. Архитектура IMS.....	27
Список используемой в конспекте литературы:.....	27

## Раздел 6. Архитектура IMS

Фиксированные и мобильные сети связи используют АТС основанные на одинаковых принципах построения и коммутации, но отличающихся функциональными особенностями связанными с необходимостью отслеживать местоположение абонента в сетях подвижной связи. Кроме того, АТС применяемая в СПС должна хранить и проверять большое число идентификаторов абонента и его оборудования. Например, идентификатор абонентского терминала (mobile station, MS), SIM-карты, а также за какой АТС (MSC) закреплен абонент и какой контроллер базовой станции (BSC) его обслуживает. По этой причине на фиксированные и мобильные сети устанавливаются различные модификации АТС. Например, станция Nokia DX-200 в различных модификациях применяется как на цифровой фиксированной сети, так и на СПС в качестве MSC. Такая ситуация оставалась характерной как для цифровых сетей (рис.5, 41), так и для сетей VoIP с архитектурой Softswitch (рис.12, 41). Фиксированные и мобильные сети соединяются ЗТУ (рис.3).

АТСЦ СПС (MSC) взаимодействует с большим числом баз данных с помощью цифровой подсистемы MAP (mobile application part) (рис.78). Для хранения данных абонентов и их местоположения применяется единый домашний регистр (HLR, Home Location Register), а для обработки абонентов, временно оказавшихся в зоне действия BS, BSC и MSC, применяется несколько гостевых регистров VLR (Visit Location Register). Кроме того, применяются БД учета тарификации, аутентификации, и применяемого оборудования в сети оператора. При предоставлении услуг передачи данных на SGSN и GGSN ведется учет предоставленных услуг и контроля доступа к таким услугам.

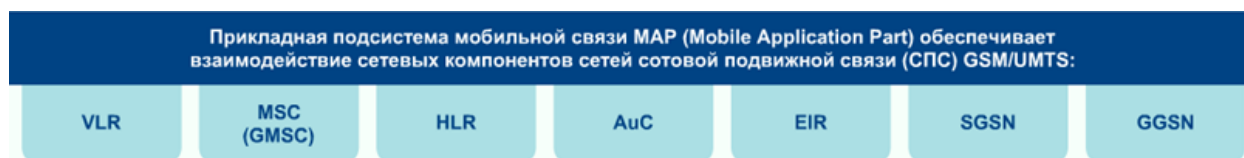


Рис.78. Сервера СПС взаимодействующие с помощью подсистемы MAP.

Аналогичные функции выполняют БД применяемые в концепции Softswitch. А Softswitch в СПС будет взаимодействовать в старыми БД, или с новыми БД согласно архитектуре 2-3G СПС.

Иногда возникают ситуации, когда оператор связи обеспечивает работу фиксированной сети и, одновременно с тем, мобильной сети. А значит использует похожие АТС для выполнения коммутации в различных сетях. Зачастую одно физическое лицо может пользоваться двумя такими сетями одного оператора связи, имея два различных счета и два набора услуг. Обслуживание такого абонента затрудняется. Таким образом налицо необходимость объединения (конвергенции) политики обслуживания, расчетов, предоставления услуг, телекоммуникационного оборудования. Такую тенденцию назвали конвергенцией фиксированных и мобильных сетей (FMC, Fixed Mobile Convergence).

В 2002 году консорциум СПС – 3GPP разрабатывает архитектуру IMS (IP Multimedia Subsystem), и определяет основные устройства, функциональные элементы и протоколы сигнализации. Концепция IMS подразумевает предоставления любых услуг (с учетом ограничений терминального оборудования) для любого терминального оборудования, используя технологию пакетной сети IP. Обычно под терминальным оборудованием фиксированной сети подразумевается стационарный телефонный аппарат (аналоговый телефон с импульсным или частотным (тоновым) набором, цифровой телефон (терминал-ISDN), IP-телефон (SIP-hardphone, H.323-hardphone, SIP-softphone и т.п.), видеотелефон (SIP, H.323, software, hardware), аналоговый или цифровой модем, xDSL-модем, факс). Терминальное устройство сети СПС (MS) это мобильный телефон с поддержкой радиодоступа различных поколений, аудио или видео вызова, передачей данных. Кроме того, на сотовый телефон можно установить SIP-softphone и использовать услуги VoIP оператора поверх услуги передачи данных своего оператора связи. Такого рода услуги получили название – OTT (Over The TOP). Таким образом для конвергенции с помощью концепции IMS потребуется взять управление над фиксированной цифровой сетью, фиксированной сетью, построенной по концепции Softswitch, сетью передачи данных и мобильной сетью различных поколений (рис.79).

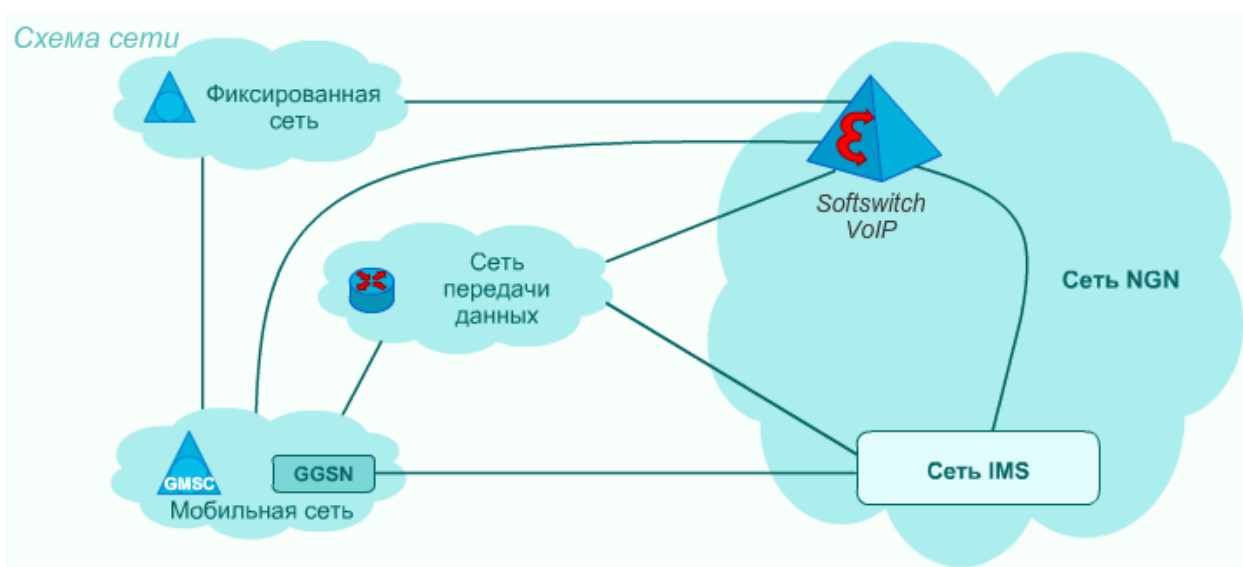


Рис.79. Управление гетерогенными сетями связи с помощью IMS

С одной стороны, сеть IMS можно строить в существующую архитектуру гетерогенных сетей для взаимодействия, а с другой стороны IMS может начать контролировать работу других сетей.

Архитектура IMS во многом основана на архитектуре Softswitch, но для выполнения возложенной на нее задачи конвергенции, универсальности и контролю различных сетей рассчитана на большие нагрузки и имеет улучшенную масштабируемость. В IMS применяются те же плоскости эксплуатации, услуг, управления и транспорта, что и в Softswitch (рис.75). К транспортной плоскости относят опорную пакетную сеть IP, а также голосовые шлюзы. К плоскости управления – устройства управления и базы данных. В Softswitch это SPS-F, CA-F, IW-F для обработки SIP, а так же

MGC для управления шлюзами (например, посредством H.248), а так же R-F и БД A-F (рис.13, 76, 77). В IMS обработку сигнальной информации SIP вместо SPS, CA и IW, выполняют сервера CSCF (Call Session Control Function): Proxy (P-CSCF), Serving (S-CSCF), Interworking (I-CSCF), а также часть функций IW-F вынесена в сервер BGCF (Border Gateway Control Function) (рис.14). Задачи MGC-F распределены на управление шлюзами для связи с цифровыми сетями (MGCF управляет SWG и IMS-MGW), шлюзом к другим VoIP операторам (IBCF (Interworking Border Controller Function) над TrGW) и шлюзом внутренних абонентов IMS (MRF, Media Resource Function – Controller и Processor). Назначение и терминология контроллера и процессора позаимствованы из архитектуры оборудования и функциональных элементов сети на основе протокола H.323. В качестве единой базы данных хранящей и обслуживающей абонентов фиксированной, СПС и сети передачи данных применяется HSS (Home Subscriber Server), созданный на основе HLR. Сервера CSCF совместно с БД HSS называют ядром IMS. Подробнее о функциональных элементах и архитектуре IMS можно прочитать в [2, 3].

В универсальной БД HSS хранятся в том числе данные каждого абонента: публичный идентификатор (PuUI), закрытый (приватный, частный) идентификатор абонента IMS (PrUI), имя обслуживающей функции управления сеансом связи (S-CSCF), параметры аутентификации и шифрования, используемые при регистрации, информация о сервере приложений, и об услугах, на которые подписан абонент, имя функции учета стоимости.



Рис.80. Ядро IMS

С точки зрения протоколов сигнализации в архитектуре IMS определено применение протокола SIP для взаимодействия терминального оборудования (или абонентских шлюзов, конвертеров) с серверами CSCF и между ними, а также для взаимодействия серверов CSCF с устройствами управления шлюзами – IBGF, MGCF, MRFC и сервером BGCF. Взаимодействие с HSS происходит по протоколу Diameter. Управление шлюзами по протоколу H.248.

К IMS подключаются различные абоненты аналоговой, цифровой телефонии через шлюзы, IP-телефонии напрямую, абоненты СПС, терминалы, использующие xDSL, или

WiFi сети для передачи данных. Для контроля доступа по передаче данных применяется подуровень управления доступа, включающий в себя NASS, RACS (рис.14) и другие сервера, заменяющие работу BRAS (пограничного маршрутизатора доступа).

Обычно для подключения аналоговых абонентов аналоговых АТС (АТС-ДШ, АТС-К) является применение голосовых и сигнальных шлюзов. Аналогично подключаются цифровые сети. Однако, когда осознается необходимость демонтажа аналоговых АТС, одним из способов подключения в систему IMS аналоговых абонентов, является замена основного станционного оборудования специальным шлюзом. В такой шлюз включается 10 000 абонентов через ступень абонентского искания. Для такого решения потребуется специальное оборудование управляющие ступенью абонентского искания. Такую разновидность абонентского шлюза назвали медиатором плана нумерации (МПН). МПН по протоколу SIP регистрирует 10 000 аналоговых абонентов сразу на ядре IMS (рис.14), после чего аналоговые абоненты можно отнести к абонентам IMS. Подробнее о таком решении написано в [4].

IMS сервера устанавливаются в архитектуру СПС с 2-4G обеспечивая взаимодействие с фиксированными цифровыми и пакетными сетями связи как это показано на рис.16. При этом БД HLR заменяется универсальной БД HSS, а все вызовы проходят не только через MSC, но обязательно через сервера CSCF.

На фиксированной сети связи все абоненты IMS должны регистрироваться в ядре IMS. Таким образом встает вопрос с какими сетями следует установить взаимодействие, а какие поставить под контроль IMS. Например, на сети города Москва имеются аналоговая, цифровая и пакетная сеть Softswitch, и дополнительно установлено ядро IMS (рис.15). Ядро IMS с применением устройств управления шлюзами и шлюзов может поддерживать взаимодействие с существующими сетями. Тогда ядро IMS будет выступать транзитным устройством, а данные абонентов будут распределены по всем сетям. Конвергенции не произошло. Другой вариант, использовать MGCF и AG, TG, SG имеющиеся в Softswitch для подключения абонентов к IMS ядру, и для обеспечения взаимодействия с цифровой фиксированной сетью. В таком случае сеть Softswitch встает под управление ядра IMS. Данные абонентов Softswitch проверяются в HSS, а сигнализация идет через сервера CSCF. Аналогично контролируются транзитные соединения с цифровой фиксированной сетью. В случае применения МПН (замещающего устройства управления и коммутации аналоговых АТС), аналоговые абоненты регистрируются на ядре IMS, и сигнализация идет через сервера CSCF. Кроме того, IP-терминалы могут обслуживаться напрямую ядром IMS. Таким образом аналоговая и пакетная сети оказываются под управлением IMS. Цифровая фиксированная сеть остается независимой и осуществляет взаимодействие через шлюзы. СПС так же может быть взята под контроль IMS, как это показано на рис.16.

В таком случае данные всех абонентов (за исключением цифровой фиксированной сети) хранятся в единой универсальной БД HSS, и могут получить единое обслуживание, список услуг, счет и т.п. Со временем МПН и оборудование Softswitch может выводиться из обслуживания и/или заменяться серверами и шлюзами IMS.

Список используемой в конспекте литературы:

1. Г.А.Зуев, Л.И.Хачиров . Эксплуатация и ремонт абонентских устройств городских телефонных сетей. // Москва, Высшая школа, 1986г.
2. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С SOFTSWITCH. . СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2006. – 368 с.
3. Гольдштейн Б.С., Гойхман В.Ю., Столповская Ю.В. Сети NGN. Оборудование IMS: учебное пособие Издательство «ТЕЛЕДОМ» ГОУВПО СПбГУТ, 2010
4. Гойхман В.Ю., Ковалёва Е.И., Куликов Н.А., Сибирякова Н.Г. Медиаторы плана нумерации: учебное пособие Издательство СПбГУТ, СПб, 2012