

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 5. Сеть NGN

Телекоммуникационные сети следующего поколения (next generation network, NGN) основаны на передаче речи поверх IP-сети (voice over IP, VoIP). Речь может передаваться в аналоговом, цифровом виде, или внутри пакетов IP (пакетизированном виде). Акустический сигнал из уст абонента улавливается микрофоном и преобразуется в аналоговый электрический сигнал в проводе на частотах от 300 до 3400 Гц. Далее происходит кодирование речи, состоящее из 3х этапов: дискретизация, квантование и само кодирование. Таким образом, получается цифровой поток речи на скорости 64 кбит/с. Для передачи в IP-сети, цифровой поток речи необходимо разбить на блоки, и поместить в IP-пакеты – произвести пакетизацию. При этом добавляется служебная информация в специальных заголовках на каждом уровне модели OSI (рис.65).

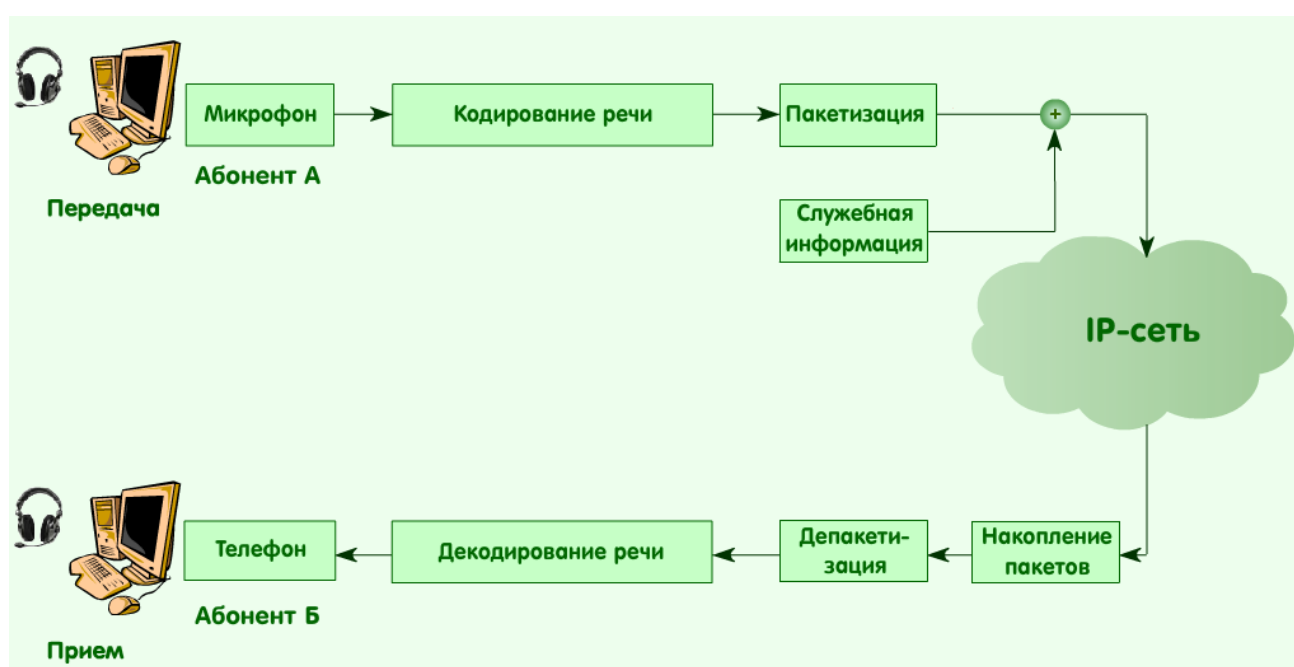


Рис.65. Принцип передачи речи по IP-сети.

После прохождения в виде пакетов по IP-сети речь поступает на принимающее устройство. Однако, часть пакетов теряется, часть приходит в неверном порядке, и все пакеты получают различные значения задержки. Для нормализации речевого потока применяется принимающий буфер, где происходит накопление пакетов. В буфере пакеты выстраиваются в нужном порядке, корректируется джиттер, однако средняя величина задержки возрастает. После буфера происходит депакетизация речи, и преобразование ее в цифровой поток. Далее декодирование и преобразование в аналоговый вид. А из аналогового вида производится генерация акустического сигнала слышимого уху абонента.

На основе VoIP был разработан стандарт H.323, включая архитектуру применяемых устройств (рис.66).

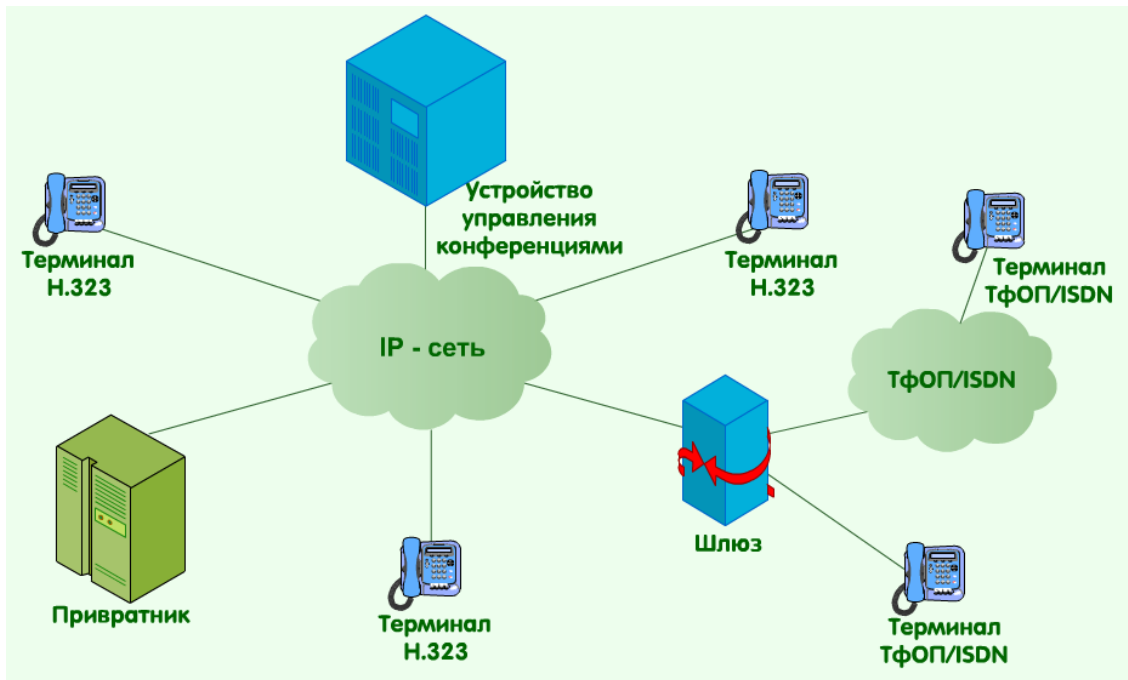


Рис.66. Архитектура сети H.323

Согласно стандарту H.323 подразумевается помимо телефонных аппаратов H.323, наличие IP-АТС – Привратника (Gatekeeper) и устройства управления конференциями. Для взаимодействия с аналоговой и цифровой сигнализацией, а так же преобразования речи из цифрового в пакетизированный вид применяется шлюз IP-телефонии (рис.47, 48). Роль IP-телефонного аппарата может выполнять и компьютер с гарнитурой (рис.48, 49), который передает речь в виде пакетов, а шлюз преобразует их в аналоговый или цифровой вид для передачи по сети с коммутацией каналов.

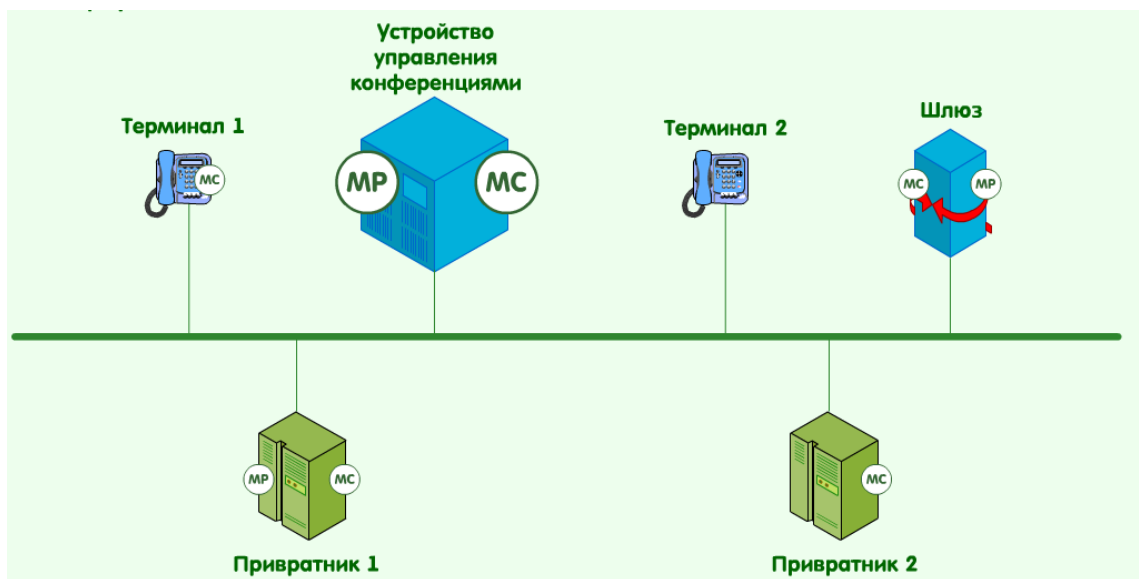


Рис.67. Принцип декомпозиции функций в архитектуре H.323

В архитектуре H.323 был заложен принцип декомпозиции функций по микшированию речи в конференции и по управлению сигнализацией. Были выделены два таких элемента: процессор конференций (Multipoint processor, MP) и контроллер конференций (Multipoint controller, MC). MC – для обработки сигнализации H.323 поддерживается привратниками, устройством управления конференциями, в терминалах и шлюзом. MP – для микширования речевых потоков конференц-связи, и применяется на устройстве управления конференциями, привратнике или шлюзе (рис.67).

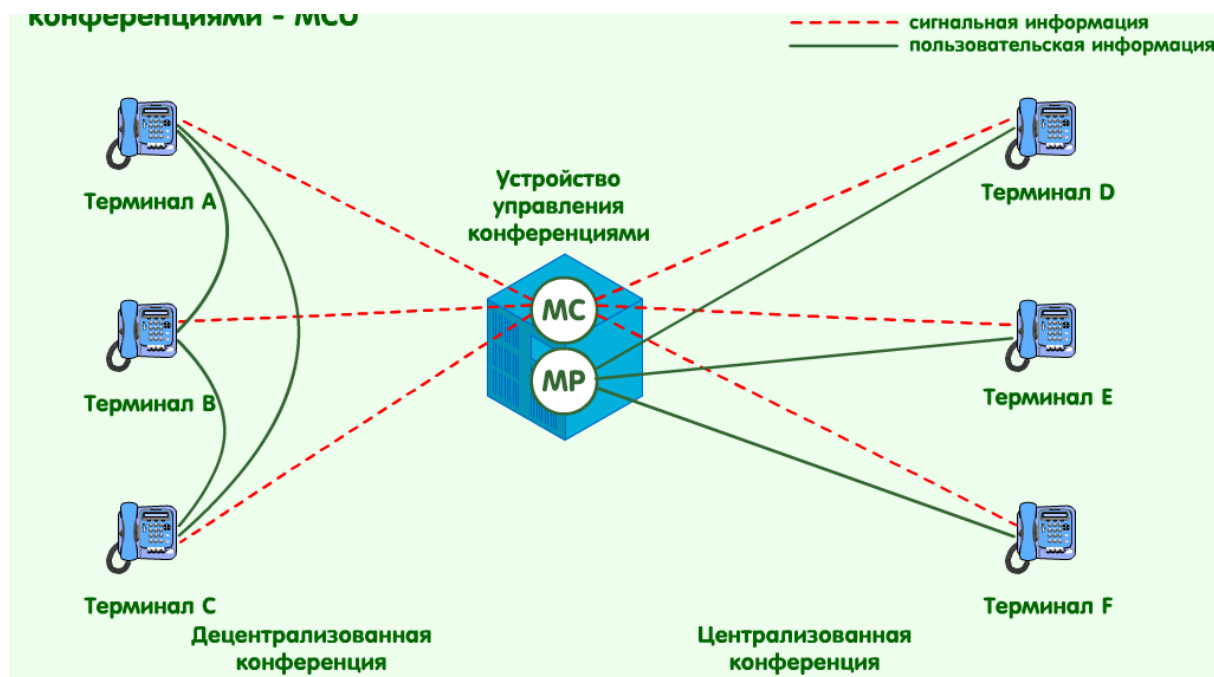


Рис.68. Типы конференц-связи

Согласно документации протокола SIP в сети IP-телефонии применяются аппаратные и программные телефоны, IP-АТС – SIP-сервер (рис.49), и шлюз для доступа к сетям с коммутацией каналов. Технологии IP позволяют осуществлять связь напрямую между терминалами пользователей – р2р. Например, указывая IP-адрес вызываемого абонента можно установить соединения между программными телефонами напрямую друг с другом, без использования телефонной станции (рис.69).



Рис.69. Соединение точка-точка

Однако, по ряду причин используют телефонную станцию (рис.70). В случае использования АТС сигнализация должна проходить через нее. Речь может передаваться напрямую между абонентами, либо тоже через телефонную станцию (рис.49). АТС решает следующие задачи: ведение тарификации и статистики, определение местоположения вызываемого абонента (текущего IP-адреса), предоставление услуг, и предоставление возможности прослушки разговоров при законном перехвате (СОРМ).

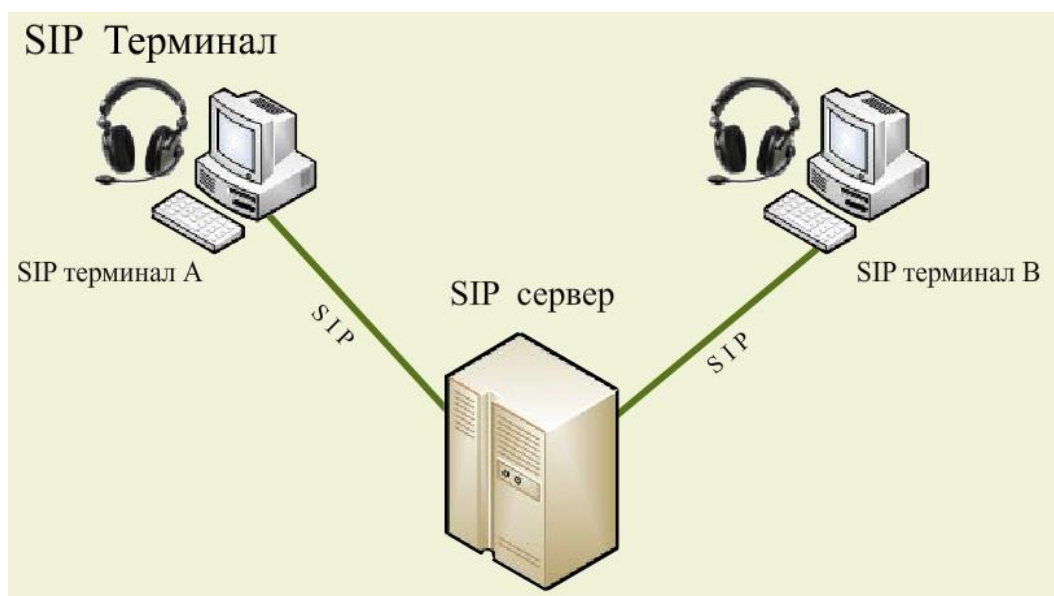


Рис.70. Соединение через АТС

SIP-архитектура выделяет 4 функции SIP-сервера: прокси-сервер, сервер регистрации, сервер переадресации, сервер определения местоположения (рис.71). Прокси отвечает за безопасность, сокрытие топологии сети оператора и проверку запросов SIP на корректность синтаксиса. Сервер регистрации проверяет аутентификационные данные абонента. Сервер определения местоположения и переадресации, имеют оперативную информацию о IP-адресе, по которому находится активное терминальное устройство вызываемого абонента.



Рис.71. Типы SIP-серверов.

Возможности по организации корпоративной связи с применением IP-телефонии позволяют осуществить подключение удаленного офиса по пакетной сети, подключиться к операторам связи по технологиям коммутации каналов (ТфОП) или коммутации пакетов (VoIP), и подключение сотрудников по сети Интернет, находящихся вне офисов (рис.50). Шлюзы применяются для подключения IP-АТС к сети коммутации каналов, подключения аналоговых и цифровых телефонов к офисной АТС, для подключения цифровой офисной АТС к IP-АТС и для подключения провайдера VoIP к сети коммутации каналов.

По мере развития первых сетей IP-телефонии, возникла нужда в универсальном шлюзе который бы не только соединял сеть VoIP с TDM, но и преобразовывал различные протоколы сигнализации в IP-сети: например, H.323 и SIP. Такой универсальный шлюз становился исключительно дорогим устройством (рис.59). Поэтому вначале появились IP-АТС поддерживающие сразу оба протокола сигнализации VoIP, исключаящие потребность в дорогом шлюзе. Была разработана концепция программного коммутатора (Softswitch) (рис.72), в которой определялась поддержка IP-АТС нескольких протоколов. И появилась концепция декомпозиции шлюза, с целью его удешевления. Универсальный шлюз разделялся на отдельные устройства для преобразования сигнализации (Signalling Gateway, SG), преобразования речи (MG) и управления шлюзами (MGC) (рис.60).



Рис.72. Форм фактор сервера Softswitch

Классическим случаем для рассмотрения сети Softswitch считается прохождения связи от сети с коммутацией каналов через сеть с коммутацией пакетов в сеть с коммутацией каналов. Для обеспечения такой связи потребуется установить шлюзы на границах сетей. А управление шлюзами осуществляется Softswitch. Со стороны АТС-Ц поступает входящий вызов по сигнализации ОКС№7, и по цифровой системе передачи (ЦСП) ИКМ-32 попадает на сигнальный шлюз (SG). SG в свою очередь передает информацию содержащуюся в подсистеме ISUP стека ОКС№7 поверх сети IP, используя технологию Sigtran. Информация помещается в соответствующий уровень адаптации Sigtran, затем в протокол SCTP и затем в IP, и передается на Softswitch. Программный коммутатор обрабатывает поступивший вызов и преобразует его в протокол SIP, с

помощью которого обращается к следующему Softswitch в определенном, согласно номеру вызываемого абонента, направлении. Одновременно с этим, передается команда протокола H.248 для управления транспортным шлюзом (TG), на осуществление коммутации полученного временного интервала в ИКМ-32 по которому планируется передача речи с IP-адресом и RTP-портом на транспортном шлюзе. Когда второй Softswitch получает сообщение SIP о входящем вызове, то аналогично предыдущей АТС, преобразует его в сообщение подсистемы ISUP поверх Sigtran, и передает на сигнальный шлюз к следующей сети с коммутацией каналов на АТС-Ц назначения. Одновременно с этим Softswitch подает команду на коммутацию своему транспортному шлюзу. Остальное взаимодействие сигнализации и управление коммутацией происходит таким же образом. В результате проключается тракт между временными интервалами ИКМ-32 и IP-сетью, в котором задействовано два транспортных шлюза.

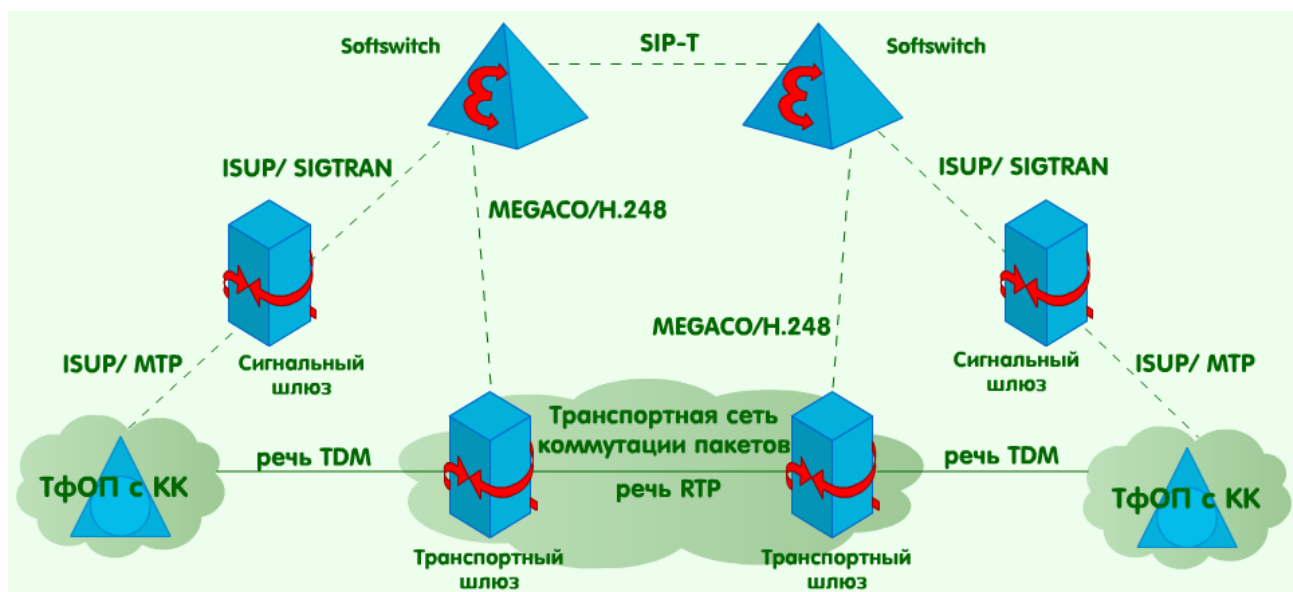


Рис.73. Архитектура сети Softswitch

Например, в московской городской телефонной сети (МГТС), применяется 5 Softswitch: 2 в качестве транзитных местных узлов связи (ТМУС) и 3 в качестве окончных местных узлов связи (ОМУС). Транспортный шлюз и Абонентский шлюз обозначены на рис.74 ТШ и АШ, а Softswitch выполняющие функции управления ими – КТШ и КАШ, соответственно. ТМУС осуществляет связь VoIP сети с сетью с коммутацией каналов (TDM), т.е. цифровой телефонной сетью города Москвы. ОМУС обслуживает абонентов с IP-телефонами, а так же абонентов с аналоговыми и цифровыми терминалами подключаемыми через абонентский шлюз.

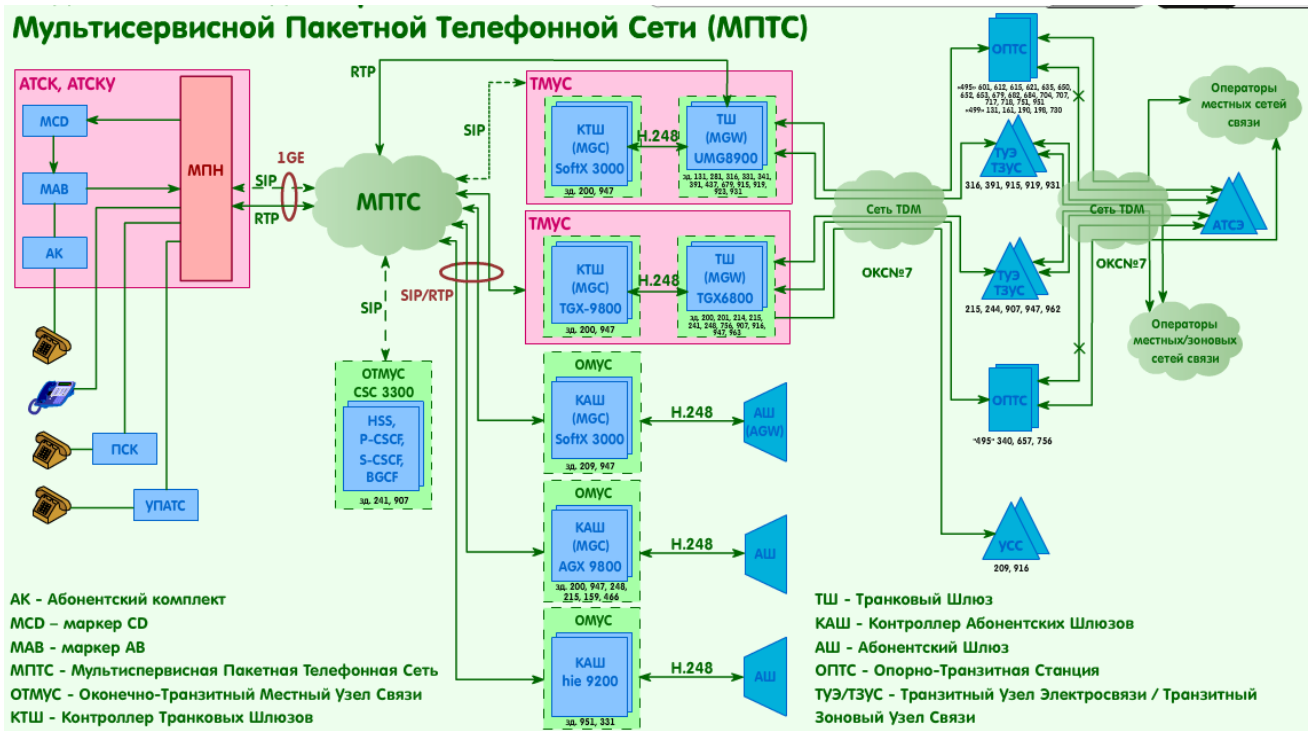


Рис.74. МПТС МГТС

Согласно эталонной архитектуре Softswitch, разработанной консорциумом IPСС, в ней предусматриваются четыре представленные на рис.75 функциональные плоскости: транспортная, управления обслуживанием вызова и сигнализацией, услуг и приложений, эксплуатационного управления.

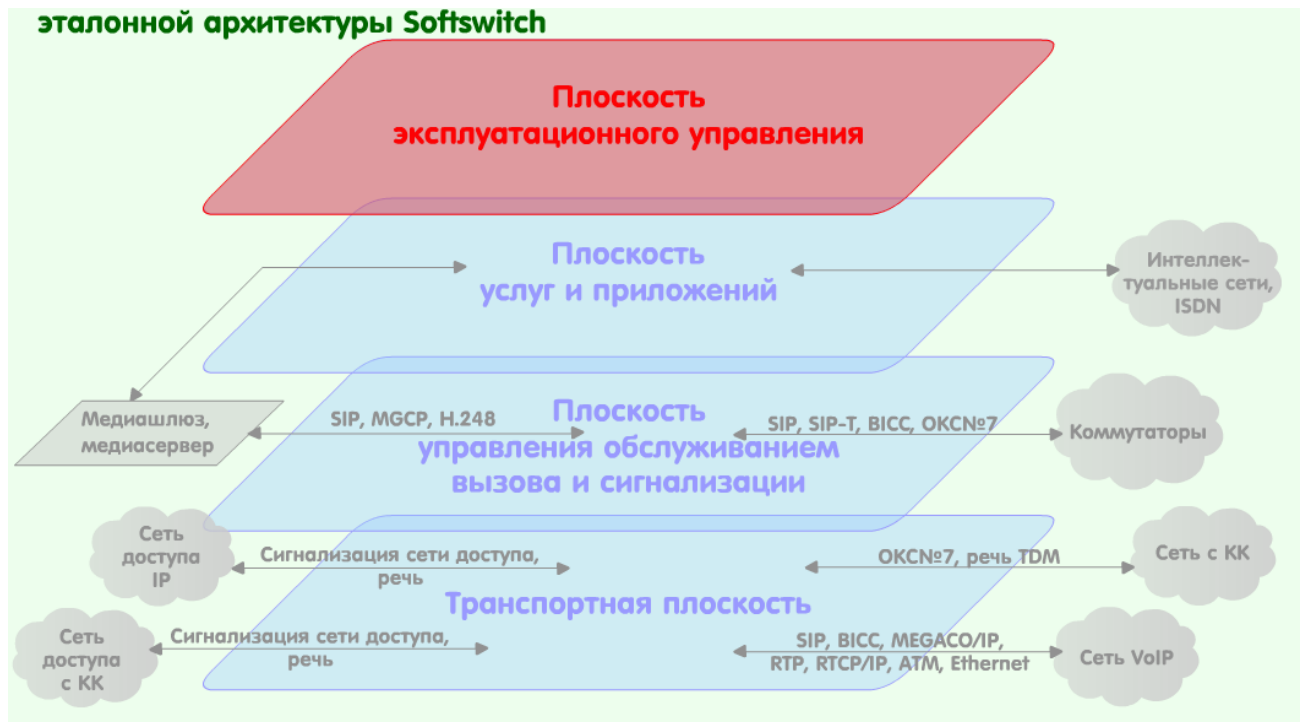


Рис.75. Плоскости архитектуры Softswitch

Транспортная плоскость отвечает за транспортировку сообщений по сети связи: сигнализации, речи и служебной информации. Плоскость управления обслуживанием вызова и сигнализации управляет основными элементами VoIP сети, в первую очередь, находящимися в транспортной плоскости. Плоскость услуг и приложений управляет услугами и приложениями в сети IP-телефонии, содержит логику услуг и обеспечивает их выполнение. Оказание услуг достигается путем взаимодействия с плоскостью управления. Плоскость эксплуатационного управления поддерживает активизацию абонентов и услуг, техобслуживание, биллинг и другие функции [2].

В архитектуре Softswitch выделено 12 основных функциональных объектов (ФО) (рис.76). Каждый ФО может располагаться в различных устройствах. Application server function (AS-F) – ФО сервера приложений, Media server function (MS-F) – ФО транспортного сервера (автоинформатора), Service control function (SC-F) – ФО управления услугами, Call agent function (CA-F) – ФО устройства обработки сигнализации, Media gateway controller function (MGC-F) – ФО устройства управления шлюзом, SIP proxy server function (SPS-F) – ФО прокси сервера SIP, Routing function (R-F) – ФО маршрутизации вызова, Accounting function (A-F) – ФО учета, авторизации и аутентификации, SG-F, MG-F, Interworking function (IW-F) – ФО взаимодействия, Access gateway signaling function (AGS-F) – ФО сигнализации шлюза доступа.

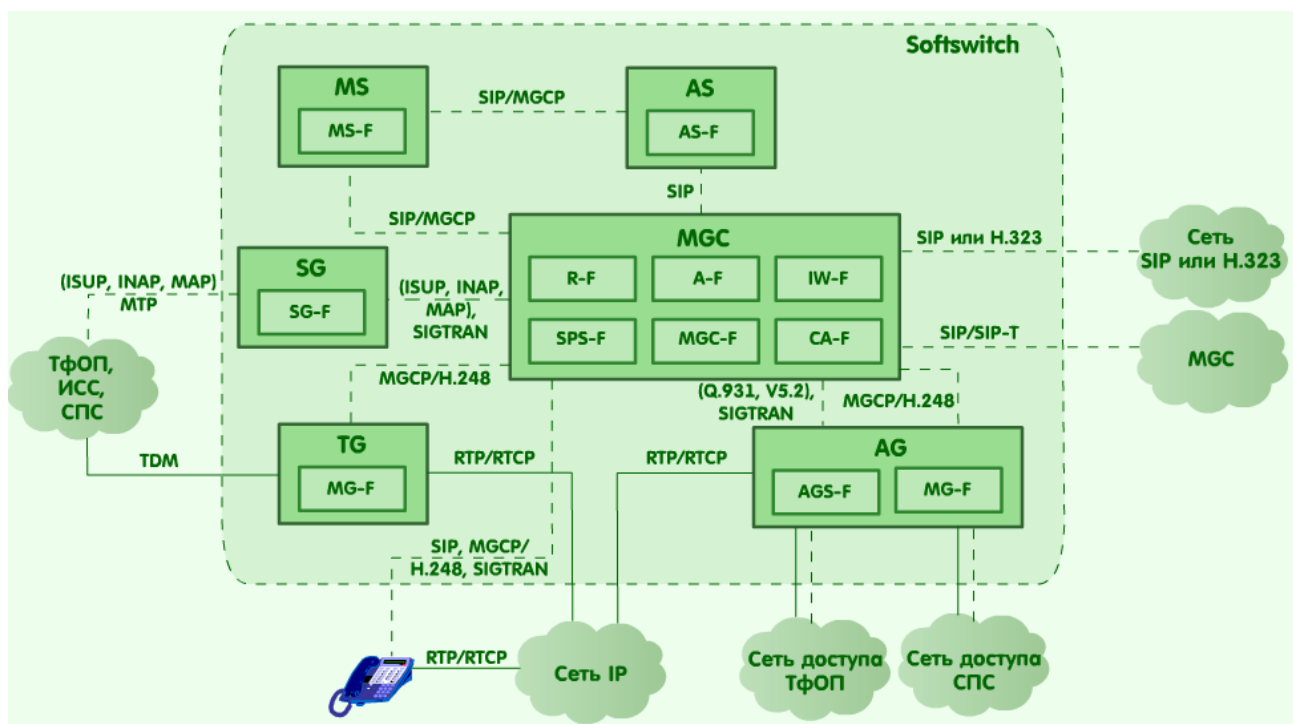


Рис.76. Функциональные элементы Softswitch

На рис.77 перечислены ФО Softswitch и соответствующие им протоколы и интерфейсы API.

AS-F (Application Server Function)	- SIP, MGCP, H.248, LDAP; - HTTP, CLP, XML; - Open APIs (JAIN, PARLAY, etc.)	IW-F (Interworking Function) Protocols	- H.323/SIP, IP/ATM, SIP/OKCN#7	SPS-F (SIP Proxy Server Function)	- SIP
SC-F (Service Control Function)	- INAP, CAP, MAP - Open APIs (JAIN, PARLAY, etc.)	MG-F (Media Gateway Function)	- RTP/RTCP, TDM - H.248, MGCP	MGC-F (Media Gateway Controller Function)	- H.248, MGCP
MS-F (Media Server Function)	- SIP, MGCP, H.248	ASG-F (Access Signaling Gateway Function)	- SIGTRAN (IUA, V5UA over SCTP)	A-F (Authentication, Authorization, Accounting Function)	- RADIUS - AuC for mobile networks
SG-F (Signaling Gateway Function)	- SIGTRAN (TUA, SUA, M2UA, M3UA over SCTP)	CA-F (Call Agent Function)	- SIP, SIP-T, BICC, H.323 - Q.931, Q.SIG, INAP, ISUP, TCAP - (Mobile) BSSAP, RANAP, MAP, CAP - Open APIs (JAIN, PARLAY, etc.)	R-F (Routing Function)	- ENUM, TRIP

Рис.77. Протоколы функциональных элементов Softswitch

Раздел 6. Архитектура 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.