

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень сокращений	5
Введение	6
1. Softswitch	8
1.1. История возникновения	8
1.2. Архитектура Softswitch	9
1.3. Протоколы сигнализации	15
1.4. Варианты применения Softswitch в составе ЕСЭ РФ	19
2. IP Multimedia Subsystem	22
2.1. История возникновения	22
2.2. Архитектура IMS	22
2.3. Протоколы сигнализации	26
2.4. Сценарий базового вызова.....	26
2.5 Особенности предоставления услуг на базе IMS.....	28
3. Задание на курсовое проектирование	32
4. Проектирование распределенного абонентского концентратора	32
4.1. Расчет шлюза доступа	32
4.2. Расчет оборудования гибкого коммутатора	47
5. Расчет оборудования распределенного транзитного коммутатора	49
5.1. Расчет оборудования шлюзов	49

5.2. Расчет оборудования гибкого коммутатора.....	52
5.3. Расчет оборудования сети IMS.....	54
5.4. Расчет необходимого транспортного ресурса для обеспечения сигнального обмена с функцией S-CSCF.....	55
5.5. Расчет необходимого транспортного ресурса для обеспечения сигнального обмена с функцией I-CSCF	57
6. Варианты заданий и правила выполнения курсового проекта.....	59
6.1. Исходные данные	59
6.2. Требования к содержанию и оформлению пояснительной записки.....	63
7. Пример выполнения курсового проекта	65
7.1. Проектирование распределенного абонентского концентратора.....	65
7.2. Расчет оборудования распределенного транзитного коммутатора.....	71
7.3. Расчет оборудования сети IMS.....	73
Список литературы.....	75

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

- ЕСЭ РФ – Единая сеть электросвязи Российской Федерации
- МКД – мультисервисный коммутатор доступа
- ССОП – сеть связи общего пользования
- AG – Access Gateway – шлюз доступа
- HTTP – HyperText Transport Protocol – гипертекстовой транспортный протокол
- ISDN – Integrated Services Digital Network – цифровая сеть интегрального обслуживания
- P2PE – Peer-to-Peer Education – обучение по принципу точка-точка
- SDP – Session Description Protocol – протокол описания сеансов связи (SIP)
- SIP-T – SIP for Telephony (IETF Draft) – протокол SIP для телефонной связи
- UA – User Agent – агент пользователя
- UAS – User Agent Server – сервер агента пользователя
- МАК – мультисервисный абонентский концентратор
- ОКС7 – общеканальная система сигнализация № 7
- ЦОВ – центр обслуживания вызовов
- DSS1 – Digital Subscriber Signaling #1 – цифровая абонентская сигнализация № 1
- IETF – Internet Engineering Task Force – группа стандартизации TCP/IP в составе рабочей группы, занимающейся базами информации эксплуатационного управления
- NGN – Next Generation Network – инфокоммуникационная сеть нового поколения
- RFC – Request For Comment – выпускаемые IETF документы, определяющие интернет-стандарты, инструкции, отчеты рабочих групп и т.д.
- SIP – Session Initiation Protocol – протокол установления сеансов связи
- SNTlite – Signaling Network Tester – протокол-тестер систем сигнализации ЕСЭ РФ
- UAC – User Agent Client – клиент агента пользователя
- URI – Universal Resource Identifier – универсальный идентификатор ресурса

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий курсовой проект является логическим продолжением курсового проекта «Системы коммутации TDM-сети», выполненного студентами кафедры в предыдущем семестре. Он посвящен расчету и проектированию элементов сети связи следующего поколения NGN/IMS (Next Generation Network/IP Multimedia Subsystem).

Эволюцию архитектуры систем с коммутацией каналов к архитектуре NGN/IMS с контроллером медиашлюзов Softswitch иллюстрирует рис. 1.

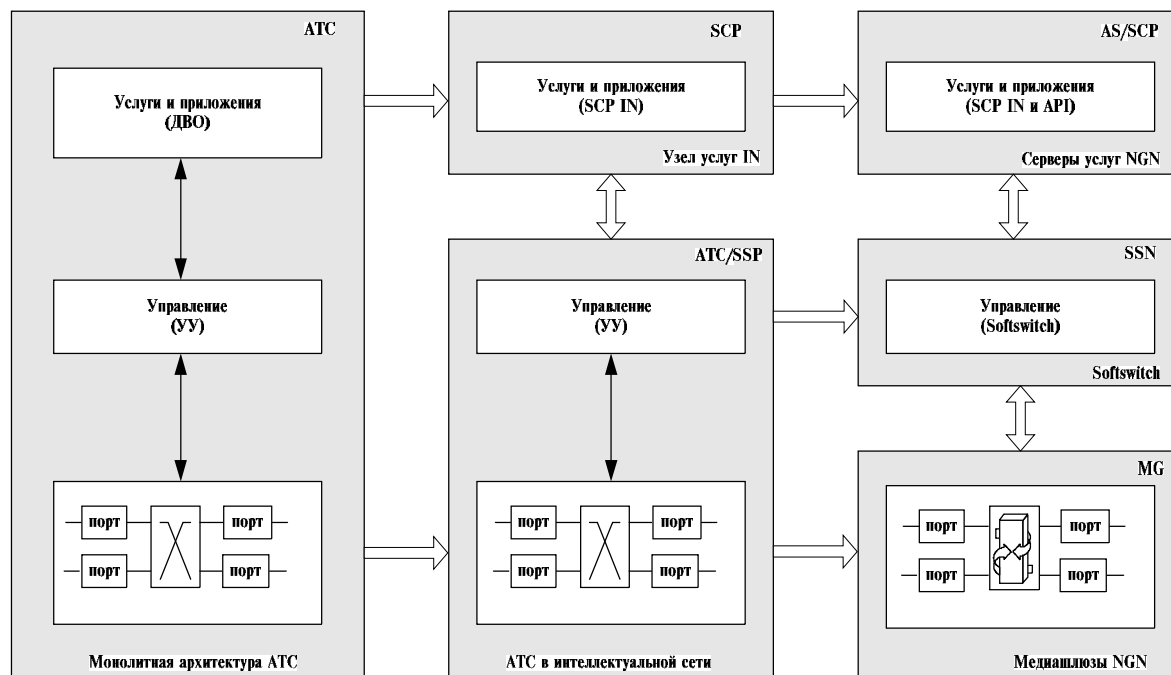


Рис. 1. Декомпозиция систем коммутации сетей TDM и NGN

Показанные в левой части рис. 1 и рассмотренные в предыдущем курсовом проекте «Системы коммутации TDM-сети» традиционные АТС с коммутацией каналов объединяют в одной структуре функции коммутации, функции управления обслуживанием вызовов, услуги и приложения, а также функции биллинга. Такие АТС представляют собой монолитную, закрытую структуру, как правило, не допускающую расширения или модернизации на базе оборудования других производителей.

Определенные попытки разрушить этот монолит предпринимались как снизу, через сеть доступа с помощью универсального интерфейса V5.2, так и сверху через интеллектуальную сеть с помощью протокола INAP (центральная часть рис. 1). Эти попытки не были безуспешными, но разрабатываемому таким образом оборудованию и программному обеспечению были свойственны высокая стоимость и длительное время их внедрения. Революционное изменение ситуации принес Softswitch (правая часть рис. 1). Он в корне изменил традиционную закрытую структуру систем

коммутации, внедрил принципы компонентного построения сети и открытые стандартные интерфейсы между тремя основными функциями: коммутации, управления обслуживанием вызовов, услуг и приложений. В такой открытой распределенной структуре могут свободно использоваться функциональные компоненты разных производителей.

В задачи курсовой работы входят: развитие у студентов навыка научно-исследовательской и проектно-конструкторской работы в области сетей и систем NGN/IMS и ознакомление с основными протоколами VoIP; построение моделей сетевых элементов NGN для оценки вероятностно-временных характеристик процессов обслуживания вызовов/сессий при проектировании сетей связи следующего поколения, расчет численных параметров медиашлюзов и контроллеров этих шлюзов (Softswitch), принятие экономически и технически обоснованных инженерных решений, анализ научно-технической литературы в области современных телекоммуникаций, а также использование книг, стандартов, справочников, технической документации по NGN/IMS.

В ходе курсовой работы кафедра назначает руководителя, который следит за ее выполнением, проводит консультации, составляет задание на курсовую работу по типовой форме (глава 8) и намечает график ее выполнения, помогает студенту решать принципиальные вопросы, проверяет готовность студента и помогает ему подготовиться к защите курсовой работы. Для выполнения курсовой работы каждому студенту выдается задание, утвержденное заведующим кафедрой, содержащее текстовое описание и численные данные. Студент, заканчивая очередной этап работы (согласно графику выполнения курсовой работы), представляет готовый материал (описания, схемы алгоритмов, результаты расчетов и т.п.) для проверки правильности получения промежуточных результатов и направления дальнейших работ. В ходе выполнения курсовой работы студент должен выполнить формализацию описания сетевого оборудования NGN, построить обобщенную и детальную схемы, разработать алгоритмическое описание работы модели. Итоги курсовой работы – техническая документация в виде пояснительной записки, содержащей результаты расчетов.

Задачей курсового проектирования является, во-первых, освоение студентами архитектуры и сетевых элементов NGN. Второй задачей является расчет фрагмента сети NGN/IMS. Материал курсового проектирования соответствует программам дисциплин подготовки бакалавров и магистров техники и технологии направления 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы» и дипломированных специалистов направления 210400 «Телекоммуникации» (специальности 210406 «Сети связи и системы коммутации», 210404 «Многоканальные телекоммуникационные системы», 210402 «Средства связи с подвижными объектами», 210407 «Эксплуатация средств связи» и направления подготовки дипломированных специалистов) и направления 230100 «Информатика и вычислительная техника» (специ-

альности 230101 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», 230102 «Автоматизированные системы обработки информации и управления», 230105 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем»).

При написании учебного пособия использованы опыт и методические материалы авторов, сформировавшиеся при проведении ими курсового проектирования в Санкт-Петербургском университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, учтены пожелания, высказанные в ходе обсуждения материалов пособия на заседаниях кафедры Инфокоммуникационных систем (Систем коммутации и распределения информации), а также обобщен опыт организации выполнения курсовых работ по моделированию систем в ведущих вузах страны соответствующих направлений высшего образования.

1. SOFTSWITCH

1.1. История возникновения

Термин *Softswitch* был введен Айком Элиотом во время разработки интерфейса между АТС с коммутацией каналов и системой интерактивного речевого взаимодействия IVR. Позже им же введены понятия *Call Agent* и *Media Gateway* и начата разработка контроллера транспортного шлюза *MGC (Media Gateway Controller)*, функции которого, как и функции *Call Agent*, выполняет *Softswitch*. Через год Кристиан Хюйтема создал протокол управления шлюзами сигнализации *SGCP (Signaling Gateway Control Protocol)*. На базе этих разработок в IETF была создана первая спецификация протокола управления шлюзами *MGCP (Media Gateway Control Protocol)*. Это одна ветвь родословной *Softswitch*.

Другим предшественником *Softswitch* является привратник *GK (Gatekeeper)*, заимствованный из технологии H.323. Согласно принципам рекомендации H.323, привратник управляет действиями в определенной зоне сети, представляющей собой один или совокупность нескольких шлюзов. При этом привратник рассматривается как логическая функция, а не как физический объект.

В этом учебном пособии *Softswitch* определяется как *носитель интеллектуальных возможностей сети, который координирует управление обслуживанием вызовов, сигнализацию и функции, обеспечивающие установление соединения через одну или несколько сетей*.

Необходимо обратить внимание на то, что *Softswitch* (в пособии используется также термин *гибкий коммутатор*) – это не только одно из сетевых устройств, но и сетевая архитектура и даже, в определенной степени, – идеология построения сети. В первую очередь, *Softswitch* реализует функции *Call Agent*, управляя обслуживанием вызовов, т. е. распознаванием и обработкой цифр номера для функций маршрутизации и распознава-

нием момента ответа вызываемой стороны, момента, когда один из абонентов кладет трубку, а также регистрацией этих действий для начисления платы.

Таким образом, Softswitch координирует обмен сигнальными сообщениями между сетями, т. е. поддерживает функции шлюза сигнализации SG (Signaling Gateway), управляет действиями, обеспечивающими соединение с логическими объектами в разных сетях, и преобразует информацию в сообщениях с тем, чтобы они были понятны на обеих сторонах несхожих взаимодействующих сетей. Один Softswitch, как правило, управляет одновременно несколькими транспортными шлюзами. В сети может присутствовать несколько Softswitch, которые связаны между собой по протоколу SIP (возможно также по протоколу H.323 или протоколу ВСС) и согласованно управляют шлюзами, участвующими в соединении.

Для того чтобы обеспечить взаимодействие транспортного шлюза и Softswitch, рабочей группой Megaco, организованной IETF, был создан протокол, опирающийся на описанный выше (рис. 1) принцип декомпозиции шлюза, когда шлюз разбивается на следующие функциональные блоки:

- *транспортный шлюз Media Gateway*, который преобразует речевую информацию, поступающую со стороны ТфОП, в вид, пригодный для передачи по сетям с маршрутизацией пакетов IP, т.е. кодирует и упаковывает в пакеты RTP/UDP/IP речевую информацию, а также производит обратное преобразование;

- *устройство управления шлюзом Media Gateway Controller (Softswitch, Call Agent)*, выполняющее функции управления шлюзом и содержащее весь интеллект декомпозированного шлюза;

- *шлюз сигнализации Signaling Gateway*, который обеспечивает доставку сигнальной информации, поступающей со стороны ТфОП, к устройству управления шлюзом, и перенос сигнальной информации в обратном направлении, т. е., в частности, выполняет функции STP – транзитного пункта системы сигнализации по общему каналу ОКС7.

1.2. Архитектура Softswitch

1.2.1. Модель гибкого коммутатора

Модель Softswitch предусматривает четыре функциональные плоскости, которые представлены на рис. 2: транспортная; управления обслуживанием вызовов и сигнализации; услуг и приложений; эксплуатационного управления.

Названия, выделенные в тексте на рис. 2 курсивом и подчеркиванием, определяют функциональные объекты (ФО) Softswitch, которые одновременно являются логическими объектами IP-сети: **AS-F** – ФО сервера приложений; **SC-F** – ФО управления услугами; **CA-F** – ФО устройства управления шлюзом; **MGC-F** – ФО контроллера медиашлюзов; **SPS-F** –

ФО прокси-сервера SIP; **R-F** – ФО маршрутизации вызова; **A-F** – ФО учета, авторизации, аутентификации; **MS-F** – ФО транспортного сервера; **SG-F** – ФО шлюза сигнализации; **MG-F** – ФО медиа- шлюза; **IW-F** – ФО взаимодействия; **AGS-F** – ФО сигнализации шлюза доступа.

Выделяется 12 основных функциональных объектов, относительно которых следует подчеркнуть, что это суть функции, а не физические продукты. Последнее означает, что разные функциональные объекты могут физически располагаться в различных автономных устройствах или многофункциональных платформах, что указывает на существование практически неограниченного числа способов отображения разных функциональных объектов в физические объекты. Рассмотрим каждый из названных функциональных объектов более подробно.

ФО контроллера медиашлюзов MGC-F (Media Gateway Controller Function) представляет собой конечный автомат логики обслуживания вызова и сигнализации управления его обслуживанием для одного или более транспортных шлюзов. MGC-F определяет состояние каждого вызова в медиа-шлюзе и состояния информационных каналов в интерфейсах MG-F, передает информационные сообщения пользователя между двумя MG-F, а также между IP-телефонами или терминалами, отправляет и принимает сигнальные сообщения от портов, от других MGC-F и от внешних сетей, взаимодействует с AS-F для предоставления услуг пользователю, имеет возможность управлять некоторыми сетевыми ресурсами, имеет возможность устанавливать правила для портов пользователя, взаимодействует с R-F и A-F для обеспечения маршрутизации вызова, аутентификации и учета, а также может участвовать в задачах эксплуатационного управления в мобильной среде. Функциональный объект MGC-F обычно использует протоколы H.248 и MGCP.

ФО устройства управления шлюзом CA-F (Call Agent Function) и функциональный объект взаимодействия IW-F (Interworking Function) являются подмножествами MGC-F. Первый из них, CA-F, существует, когда MGC-F управляет обслуживанием вызова и определяет его состояния. Протоколами этого функционального объекта могут являться *SIP, SIP-T, BICC, H.323, Q.931, Q.SIG, INAP, ISUP, TCAP, BSSAP, RANAP, MAP* и *CAP*, а в качестве интерфейсов API используются любые открытые API типа *JAIN* или *Parlay*. Вторым функциональным объектом, IW-F, существует, когда MGC-F обеспечивает взаимодействие между разными сетями сигнализации, например, IP и ATM, OKC7 и SIP/H.323 и т.п.

ФО маршрутизации и учета стоимости вызовов R-F и A-F (Call Routing и Accounting Functions) работают следующим образом. ФО R-F предоставляет информацию о маршрутизации вызова ФО MGC-F. ФО A-F собирает учетную информацию о вызовах для целей биллинга, а также может выполнять более широкий спектр функций AAA, т.е. обеспечивать аутентификацию, идентификацию и учет в удаленных сетях.

Основная роль обоих функциональных объектов – реагировать на запросы, поступающие от одного или более MGC-F, направляя вызов или учетную информацию о нем к входящим портам (другим MGC-F) или услугам (AS-F).

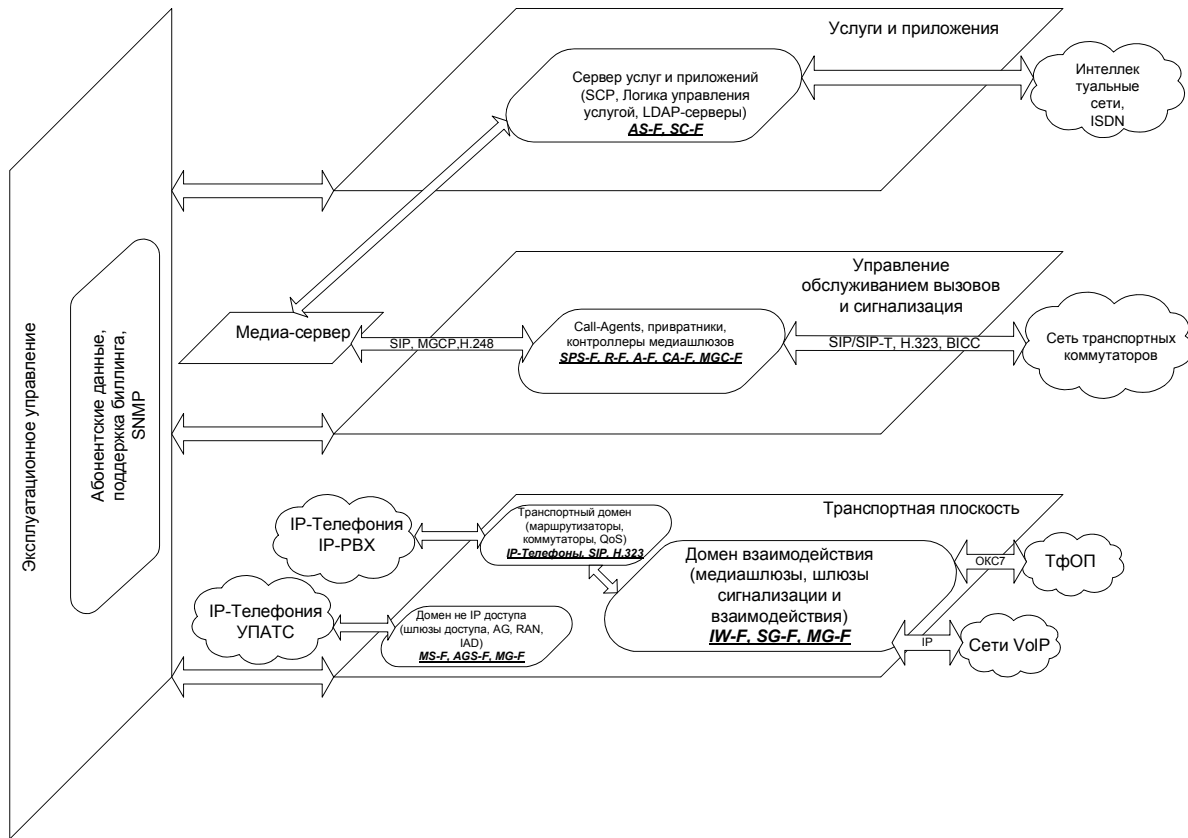


Рис. 2. Архитектура Softswitch

Функциональный объект R-F/A-F обеспечивает функцию маршрутизации для локальных и межсетевых вызовов (R-F), фиксирует детали каждого сеанса связи для целей биллинга и планирования (A-F), обеспечивает управление сеансом и управление мобильностью, может узнавать о маршрутной информации от внешних источников, может взаимодействовать с AS-F для предоставления услуги пользователю, может функционировать прозрачно для других элементов в тракте сигнализации. Здесь R-F и A-F могут сцепляться друг с другом последовательно или иерархически и к тому же R-F/A-F часто объединяется с MGC-F, причем объединенный R-F/A-F/MGC-F может также запрашивать услуги внешнего R-F/A-F. Сам A-F собирает и сообщает учетную информацию по каждому вызову, а AS-F выдает – учетную информацию о предоставлении дополнительных услуг, таких как конференц-связь или платные информационные услуги. Функция маршрутизации для локальных и межсетевых вызовов R-F может использовать протоколы *ENUM* и *TRIP*, а функция стоимости вызовов A-F может использовать протоколы *RADIUS* или *Diameter*.

ФО SIP-прокси-сервера SPS-F (SIP Proxy Server Function) выделен в отдельный функциональный объект по той причине, что чаще всего R-F и A-F конструктивно оформляются в виде прокси-сервера SIP.

ФО шлюза сигнализации SG-F (Signaling Gateway Function) для обмена сигнальной информацией между сетью IP-телефонии и ТфОП, которая, как правило, передается на базе ОКС7. Для сетей подвижной связи ФО SG-F представляет собой также шлюз для обмена сигнальной информацией между транзитной пакетной IP-сетью и сетью сотовой подвижной связи (СПС) с коммутацией каналов на базе стека ОКС7. Основная роль ФО SG-F заключается в пакетировании и транспортировке протоколов стека ОКС7 в ТфОП (ISUP или INAP) или в СПС (MAP или CAP) по сети с коммутацией пакетов IP. Для этого функциональный объект SG-F пакетирует и транспортирует протоколы сигнализации ОКС7, используя методы SIGTRAN для передачи к MGC-F или другому SG-F. Один ФО SG-F может обслуживать много MGC-F, а интерфейсом между SG-F и другими функциональными объектами являются протоколы SIGTRAN типов TUA, SUA и M3UA over SCTP, за исключением ситуаций, когда SG-F и MGC-F или другой SG-F объединены в одном месте.

ФО сигнализации шлюза доступа AGS-F (Access Gateway Signaling Function) для обмена сигнальной информацией между сетью IP-телефонии и сетью доступа с коммутацией каналов на базе интерфейса V5.1/V5.2 или ISDN. Для беспроводных сетей подвижной связи ФО AGS-F представляет собой также шлюз для обмена сигнальной информацией между транзитной сетью подвижной связи с коммутацией пакетов и сетью СПС на базе технологий TDM или ATM. Основная роль ФО AGS-F заключается в пакетировании и транспортировке протоколов сигнализации интерфейсов V5 или ISDN (для проводных сетей), или BSSAP или RANAP (для беспроводных сетей) по сети с коммутацией пакетов IP. ФО AGS-F пакетирует и транспортирует к ФО MGC-F протоколы сигнализации V5, ISDN или ОКС7, используя протоколы SIGTRAN типов M3UA, IUA и V5UA over SCTP.

ФО сервера приложений AS-F (Application Server Function) обеспечивает логику и выполнение услуг для одного или более приложений. ФО AS-F может запрашивать у ФО MGC-F прекращение вызовов или сеансов связи для определенных приложений (например, речевой почты или конференц-связи), может запрашивать у ФО MGC-F повторное инициирование услуг связи (например, сопровождающего вызова или звонков по предоплаченной телефонной карте), может изменять описания потоков пользовательских данных, участвующих в сеансе, путем использования протокола SDP, может управлять MS-F для обслуживания потоков пользовательской информации, может компоноваться с web-приложениями или иметь web-интерфейсы, может использовать открытые API типа JAIN или Parlay для создания услуг, может иметь внутренние интерфейсы алгоритма распределения ресурсов, биллинга и регистрации сеансов, может взаимодействовать

с функциональными объектами MGC-F или MS-F, может вызывать другой ФО AS-F для предоставления дополнительных услуг или для построения составных, ориентированных на компоненты приложений, может использовать функциональные возможности MGC-F для управления внешними ресурсами. Для всех этих целей используются протоколы SIP, MGCP, H.248, LDAP, HTTP, CPL и XML. Совместное использование функциональных объектов AS-F и MGC-F обеспечивает поддержку составных услуг управления обслуживанием вызовов, таких как сетевые записанные объявления, трехсторонняя связь, уведомление о поступлении нового вызова и т. д. В ситуациях, когда функции AS-F и MGC-F реализованы в одной системе, вместо подключения ФО AS-F к MGC-F по одному из вышеуказанных протоколов производители часто используют API типа JAIN или Parlay.

ФО управления услугами SC-F (Service Control Function) существует, когда ФО AS-F управляет логикой услуг. ФО SC-F использует протоколы INAP, CAP и MAP, а также открытые API типа JAIN и Parlay.

ФО медиашлюза MG-F (Media Gateway Function) обеспечивает сопряжение IP-сети с портом доступа, соединительной линией или с совокупностью портов и/или соединительных линий, служа тем самым шлюзом между пакетной сетью и внешними сетями с коммутацией каналов, такими как ТфОП или СПС. Его основная роль состоит в преобразовании пользовательской информации из одного формата передачи в другой, чаще всего – из канального вида в пакетный и обратно. ФО MG-F всегда состоит в отношениях ведущий/ведомый с ФО MGC-F с использованием протокола управления MGCP или Megaco/H.248; может выполнять функции обработки пользовательской информации, такие как кодирование, пакетирование, эхокомпенсацию, управление буферами, устранения джиттера, корректирующие действия при потерях пакетов и др.; может выполнять функции обслуживания пользовательских соединений, такие как генерирование акустических сигналов, генерирование сигналов DTMF, генерирование комфортного шума и др., а также выполнять анализ цифр на базе таблицы, загружаемой от ФО MGC-F; может выполнять функции сигнализации и обнаружения событий передачи пользовательской информации, такие как обнаружение сигналов DTMF, обнаружение состояний отбоя/ответа абонента, детектирование наличия речевых сигналов и др.

Таким образом, ФО MG-F обеспечивает механизм, позволяющий ФО MGC-F контролировать состояние и функциональные возможности портов, требуя знания состояния вызовов, проходящих через него, поддерживая только состояние соединений. Используются протоколы RTP/RTCP и H.248.

ФО медиасервера MS-F (Media Server Function) обеспечивает управление обработкой пользовательского пакетного трафика от любых приложений. В основном, он функционирует в качестве сервера, обслуживающего запросы от AS-F или MGC-F в части выполнения обработки поль-

зовательской информации в пакетированных потоках мультимедиа. ФО MS-F поддерживает различные кодеки и схемы кодирования, может управляться AS-F или MGC-F непосредственно (управление ресурсами), или косвенно (вызов функции) с использованием протоколов SIP и H.248. Функциональный объект MA-F может параллельно поддерживать обнаружение набираемых цифр, генерирование и передачу акустических сигналов и записанных сообщений, регистрацию и запись мультимедийных потоков, распознавание речи, речевое воспроизведение текста, микширование для конференц-связи, обработку факсимильных сообщений, определение наличия речевых сигналов и передачу информации о громкости.

1.2.2. Транспортная плоскость

Транспортная плоскость (Transport Plane) отвечает за перенос сообщений по сети связи, а также обеспечивает доступ к сети IP-телефонии сигнальной и/или пользовательской информации, поступающей со стороны других сетей или терминалов. Как правило, устройства и функции транспортной плоскости управляются функциями плоскости управления обслуживанием вызова и сигнализации. Сама она делится на три домена: домен транспортировки по протоколу IP; домен взаимодействия и домен доступа, отличного от IP.

Домен транспортировки по протоколу IP (IP Transport Domain) поддерживает магистральную сеть и маршрутизацию для транспортировки пакетов через сеть IP-телефонии. К этому домену относятся коммутаторы, маршрутизаторы, средства обеспечения качества обслуживания QoS (Quality of Service).

Домен взаимодействия (Interworking Domain) включает в себя устройства преобразования сигнальной или пользовательской информации, поступающей со стороны внешних сетей, в пригодный для передачи по сети IP вид, а также обратное преобразование. В этот домен входят шлюзы сигнализации (*Signaling Gateways*), обеспечивающие преобразование сигнальной информации между разными транспортными уровнями; транспортные шлюзы или медиашлюзы (*Media Gateways*), выполняющие функции преобразования пользовательской информации между разными транспортными сетями и/или разными типами мультимедийных данных; шлюзы взаимодействия (*Interworking Gateways*), обеспечивающие взаимодействие различных протоколов сигнализации на одном транспортном уровне.

Домен доступа, отличного от IP (Non-IP Access Domain) предназначен для организации доступа к сети IP-телефонии различных IP-несовместимых терминалов. Он состоит из шлюзов доступа *Access Gateways* для подключения учрежденческих АТС, модемов, линий xDSL; транспортных шлюзов для мобильной сети радиодоступа стандарта GSM/3G; устройств интегрированного абонентского доступа *IAD (Integrated Access Devices)*; других устройств доступа. Что же касается

IP-терминалов, например, SIP-телефонов, то они подключаются к домену транспортировки по протоколу IP прямо, без участия Access Gateway.

1.2.3. Плоскость управления обслуживанием вызова и сигнализации

Плоскость управления обслуживанием вызова и сигнализации (Call Control & Signaling Plane) управляет основными элементами сети IP-телефонии и, в первую очередь, теми, которые принадлежат транспортной плоскости. В этой Call Control & Signaling Plane осуществляется управление обслуживанием вызова на основе сигнальных сообщений, поступающих из транспортной плоскости, устанавливаются и разрушаются соединения для передачи пользовательской информации по сети. Плоскость управления и сигнализации содержит контролер медиашлюзов *MGC (Media Gateway Controller)*, сервер управления обслуживанием вызовов *Call Agent*, привратник *Gatekeeper*, *LDAP*-сервер (Lightweight Directory Access Protocol).

1.2.4. Плоскость услуг и приложений

Плоскость услуг и приложений (Service & Application Plane) обеспечивает управление, логику и выполнение услуг и/или приложений в сети IP-телефонии. Устройства в этой плоскости содержат логику выполнения услуг и управляют этими услугами путем взаимодействия с устройствами, находящимися в плоскости управления обслуживанием вызова и сигнализации. Плоскость услуг и приложений состоит из серверов приложений *Application Servers* и серверов дополнительных услуг *Feature Servers*. Эта плоскость может также управлять специализированными компонентами передачи пользовательской информации, например, медиасерверами, которые выполняют функции конференц-связи, IVR и т. п.

1.2.5 Плоскость эксплуатационного управления

На плоскости эксплуатационного управления (Management Plane) поддерживаются функции инициирования абонентов и услуг, эксплуатационной поддержки, биллинга и другие функции управления сетью. Плоскость эксплуатационного управления может взаимодействовать с некоторыми или со всеми другими тремя плоскостями либо по стандартному протоколу (например, по протоколу SNMP), либо по внутренним протоколам и интерфейсам API.

1.3. Протоколы сигнализации

Архитектура Softswitch изначально разрабатывалась для применения в сетях NGN. Но не все сети являются таковыми, поэтому необходимо осуществлять также взаимодействие с сетями, построенными ранее. Обмен информацией между объектами как внутри сети, так и между разными сетями происходит при помощи различных протоколов сигнализации. Для обеспечения возможности такого взаимодействия, Softswitch поддерживает раз-

личные виды сигнализации: для управления соединениями, для взаимодействия Softswitch между собой, для управления транспортными шлюзами.

Основные протоколы сигнализации управления соединениями следующие: SIP (включая SIP-T), OKC7 и H.323. В качестве опций могут использоваться протокол E-DSS1 доступа ISDN, протокол абонентского доступа через интерфейс V5 (или его SIGTRAN-версии V5U), а также все еще актуальная для отечественных сетей связи сигнализация по двум выделенным сигнальным каналам R1.5. Протоколами сигнализации для управления транспортными шлюзами являются: MGCP и Megaco/H.248, а для взаимодействия между Softswitch – SIP-T и BICC. Благодаря этим протоколам появляется возможность обеспечить децентрализацию услуг телефонии, причем возможен вариант управления услугами со стороны пользователя. Рассмотрим эти протоколы несколько подробнее.

1.3.1. Протокол SIP

Протокол инициирования сессий SIP (*Session Initiation Protocol*) предназначен для установления, модификации, разрушения речевых и мультимедийных соединений в сеансах IP-телефонии (VoIP), мультимедийной конференц-связи и передачи данных в сети NGN. Протокол SIP является протоколом типа «клиент-сервер», включает текстовые запросы и отклики, содержащие поля заголовков, в которых передается информация об обслуживании и характеристиках соединения. В типовом варианте SIP применяется поверх протоколов UDP. Существует разновидность протокола SIP под названием SIP-T (SIP for Telephones, RFC 3372) с механизмами согласования традиционной телефонной сигнализации с сигнализацией SIP. Его задачей является выполнение трансляции сообщений протокола и обеспечения прозрачности транспортировки его свойств через точки взаимосвязи ТфОП-IP. Протокол SIP применяется также для взаимодействия оконечных устройств (например, SIP-телефонов) с пакетной сетью. Далее в курсовом проекте при расчете шлюза доступа будет учитываться нагрузка, создаваемая SIP-терминалами.

1.3.2. Технология H.323

Сети на базе протоколов H.323 ориентированы на интеграцию с телефонными сетями и могут рассматриваться как сети ISDN, наложенные на IP-сети. Рекомендация H.323 предусматривает довольно сложный набор протоколов, который включает в себя три основных: протокол взаимодействия оконечного оборудования с привратником RAS, протокол управления соединениями H.225 и протокол управления логическими каналами H.245. Для переноса сигнальных сообщений H.225 и управляющих сообщений H.245 используется протокол с установлением соединения и гарантированной доставкой информации TCP. Сигнальные сообщения RAS переносятся протоколом с негарантированной доставкой информации UDP. Для пере-

носа речевой и видеоинформации используется протокол передачи информации в реальном времени RTP. Контроль переноса пользовательской информации производится протоколом RTCP. Цель H.323 – обеспечить работу мультимедийных приложений в сетях с негарантированным качеством обслуживания. В число «объектов» H.323, как они названы в стандарте, включаются терминалы, мультимедийные шлюзы, устройства управления многоточечными конференциями и контроллеры зоны *Gatekeeper*.

1.3.3. Протокол MGCP

Протокол управления шлюзами MGCP (Media Gateway Control Protocol) основан на обсуждавшемся выше принципе декомпозиции, согласно которому шлюз разбивается на отдельные функциональные блоки: транспортный шлюз MG, устройство управления MGC и шлюз сигнализации SG. Сам MGCP является внутренним протоколом, поддерживающим обмен информацией между функциональными блоками распределенного шлюза. Он использует принцип *master/slave* (ведущий/ведомый), причем MGC является ведущим, а транспортный шлюз – ведомым устройством, которое выполняет команды, поступающие от устройства управления. MGCP, будучи протоколом управления шлюзами, не предназначен для управления соединениями с участием терминального оборудования пользователей (IP-телефонами). Это означает, что в сети, построенной на базе протокола MGCP, для управления терминалами должен присутствовать привратник или SIP-сервер.

1.3.4. Протокол H.248/Megaco

Протокол управления транспортным шлюзом H.248/Megaco является развитием протокола MGCP. Так же, как и протокол MGCP, он является внутренним протоколом, который работает между функциональными блоками распределенного шлюза, а именно – между MGC и MG. Принцип действия этого протокола тот же – *master/slave* (ведущий/ведомый). Устройство управления MGC является ведущим, а транспортный шлюз MG – ведомым, т.е. шлюз MG выполняет команды, которые поступают к нему от устройства управления. Для переноса сигнальных сообщений Megaco/H.248 могут использоваться следующие транспортные протоколы: UDP, TCP, а также *SCTP (Stream Control Transport Protocol)*. Поддержка протокола UDP является обязательным требованием для MGC. Протокол TCP должен поддерживаться как контроллером, так и шлюзом. Поддержка протокола SCTP для обоих устройств опциональна. Сообщения протокола Megaco/H.248 могут кодироваться двумя способами. Комитетом IETF предложен текстовый способ кодирования сигнальной информации, причем для описания сеансов связи используется протокол SDP. С другой стороны, ITU-T предусматривает двоичный способ представления сигнальной информации по спецификациям абстрактного синтаксиса ASN.1, а для опи-

сания сеансов связи рекомендует специальный инструмент формата Tag-Length-Value (TLV). Контроллер MGC должен поддерживать оба способа кодирования, а шлюз MG – только один из них.

1.3.5. Протокол BICC

Протокол BICC, определяемый Рекомендацией ITU-T Q.1901, представляет собой протокол управления обслуживанием вызова, предполагавшийся для использования между «обслуживающими узлами» (Serving Nodes, SN). Название протокола расшифровывается как *Bearer Independent Call Control*, т.е. протокол управления обслуживанием вызова, независимый от услуг доставки информации. BICC базируется на подсистеме ISUP стека OKC7. Это сделано для того, чтобы обеспечить согласование протокола с существующими услугами и сетями TDM. Протокол независим от транспортной технологии и использует уже существующие сигнальные протоколы для установления соединений на транспортном уровне.

1.3.6. Сигнализация SIGTRAN

Транспортировка информации сигнализации по технологии SIGTRAN поддерживает передачу сообщений протоколов OKC7 через IP-сеть и обеспечивает перенос информации протоколов сигнализации MTP-3, ISUP, SCCP, TCAP, MAP, INAP, уровня 3 протокола DSS1 (Q.931) сети с коммутацией каналов поверх IP. При транспортировке сигнальной информации через инфраструктуру IP-сети используется протокол передачи информации управления потоком *SCTP (Stream Control Transmission Protocol)*.

КУРЬЕРОМ протоколам SIGTRAN относится *пользовательский уровень адаптации ISDN (IUA)* для доставки сообщений сигнальных протоколов сети ТфОП/ISDN от сигнального шлюза SG к контроллеру шлюзов MGC. Этим протоколом предусматривается также поддержка первичного и базового доступов ISDN (PRA и BRA) по Q.931 как для режима «точка-точка», так и для режима «точка-несколько точек».

Пользовательский уровень адаптации MTP уровня 2 (M2UA) обеспечивает эмуляцию сигнального звена MTP между двумя узлами OKC7, а *пользовательский уровень адаптации MTP уровня 3 (M3UA)* – эмуляцию уровня 3 MTP в направлении его пользователей. В число функций последнего входят трансляция и отображение адреса, отображение потоков, управление работой при перегрузках и управление сетью.

Пользовательский уровень адаптации SCCP (SUA) обеспечивает доставку средствами сети IP сообщений подсистем-пользователей SCCP (MAP и CAP через TCAP, RANAP и т.д.). Архитектура такой доставки может представлять собой связь от SG к узлу IP (например, к резидентной базе данных IP) или связь между двумя конечными точками, расположенными в пределах сети IP. Взаимодействие при помощи различных систем сигнала-

лизации происходит на уровне управления обслуживанием вызовов и сигнализации.

1.4. Варианты применения Softswitch в составе ЕСЭ РФ

Регулирующие отечественный телекоммуникационный рынок документы предусматривают различные варианты Softswitch в зависимости от применения, места, занимаемого им в сети, а также от выполняемых функций. В этом курсовом проекте рассматриваются наиболее распространенные варианты использования технологии Softswitch.

1.4.1. Softswitch в качестве транзитного узла

Оборудование Softswitch в качестве транзитного узла относится к классу IV. В тех зонах сетей ЕСЭ РФ, где имеется сегмент транспортной сети на базе технологии коммутации пакетов, оборудование Softswitch может использоваться для обеспечения транзита внутризонового трафика в пределах телефонной зоны или для транзита речевого трафика в местной сети связи. При внедрении технологии Softswitch обеспечивается повышение эффективности использования существующей транспортной сети с коммутацией пакетов за счет передачи по ней речевого трафика. Внедрение технологии Softswitch и технологии пакетной коммутации позволяет параллельно существующей инфраструктуре с коммутацией каналов создать сегмент сети NGN на базе коммутации пакетов. Вначале этот сегмент может использоваться, например, для пропуска пиковой нагрузки или для организации резервных маршрутов. Это позволит также отказаться от использования устаревших транзитных станций коммутации и заменить их коммутацией пакетов. Кроме того, при строительстве новых станций коммутации транзитная нагрузка между ними тоже может передаваться по сети с коммутацией пакетов.

К основным преимуществам внедрения технологий пакетной коммутации и технологии Softswitch для обслуживания телефонной нагрузки следует отнести создание сетевой инфраструктуры, которая может стать основой для организации распределенной системы коммутации, и платформы для предоставления дополнительных услуг, в том числе пользователям, подключенным к сети связи по IP. Кроме того, при использовании Softswitch возможно уменьшение в сети ОКС7 числа пунктов сигнализации, включая транзитные.

1.4.2. Softswitch в качестве распределенной оконечной станции коммутации

Оборудование Softswitch в качестве распределенной оконечной станции коммутации (Softswitch V класса) может использоваться для подключения оборудования абонентского доступа или оконечных (пользовательских) терминалов NGN и выполнять ряд функций обслуживания вызовов – прием и обработку сигнальной информации, ведение учета стоимости, сбор

статистики. Функции же коммутации пользовательских соединений обеспечиваются шлюзами доступа (или оборудованием IP-концентраторов в случае SIP-телефонов). Оконечные станции местной сети могут быть заменены выносами, подключающимися через оптические линии к транспортной сети, что дает возможность развивать услуги на базе IP. К основным преимуществам организации распределенной оконечной станции на базе Softswitch и технологий коммутации пакетов относятся расширение перечня предоставляемых услуг связи (услуги IP-Centrex, конвергентные услуги связи, услуги на базе шлюзов Parlay или серверов приложений); возможность создания выносов на базе AG; предоставления пользователям услуг телефонии по технологии VoIP с реализацией в шлюзах алгоритмов компрессии речи, уменьшающих требуемую полосу пропускания в 1,5–4 раза в зависимости от типа используемого кодека; предоставление пользователям делового сектора услуг VPN; увеличение количества точек присоединения телефонных сетей взаимодействующих операторов путем установки дополнительных шлюзов; создание из одной точки гибких тарифных планов в отношении абонентов всей сети, построенной на базе оборудования Softswitch.

1.4.3. Оборудование Softswitch в качестве распределенного SSP

Оборудование Softswitch базируется на технологии распределенной коммутации и позволяет организовать распределенный узел коммутации услуг SSP интеллектуальной сети, который обеспечивает доступ пользователей к интеллектуальным услугам, реализованным в существующих узлах управления услугами SCP. Функция коммутации услуг (SSF) реализуется за счет совместного функционирования шлюзов и контроллера шлюзов MGC. При этом функция интерфейса с SCP и функция управления установлением соединения при предоставлении интеллектуальных услуг реализуются в контроллере MGC. В качестве протокола взаимодействия между SSP и SCP используется протокол INAP-R, который рассмотрен в курсовом проекте «Системы коммутации TDM-сети», выполненном студентами кафедры в предыдущем семестре.

По сравнению с рассмотренной в том курсовом проектировании интеллектуальной сети связи на базе классической платформы IN, организация распределенного узла SSP на базе оборудования Softswitch имеет следующие преимущества:

- минимизация инвестиций на внедрение функции SSF, так как в «классическом» варианте необходимо либо модернизировать все станции коммутации, в которых должна осуществляться обработка вызовов от пользователей интеллектуальными услугами, либо устанавливать оборудование выделенного SSP в нескольких сетевых точках;

- минимизация инвестиций на расширение функций SSF в случае модернизации или внедрения новых интеллектуальных услуг, так как в «классическом» варианте модернизировать приходится все точки SSP, а в случае распределенного SSP – только функции MGC;

- возможность организации доступа к интеллектуальным услугам, реализованным как в сетях, базирующихся на технологии коммутации пакетов, так и в сетях, базирующихся на коммутации каналов, в рамках единой сетевой инфраструктуры;

- возможность предоставления расширенного списка интеллектуальных услуг за счет серверов приложений, управляемых со стороны оборудования Softswitch;

- возможность предоставления дополнительных (интеллектуальных) услуг, включая персональную мобильность, конвергентные услуги, требующие интеграции сетей связи.

1.4.4. Оборудование Softswitch в качестве распределенного узла телематических служб

В качестве распределенного узла телематических служб оборудование Softswitch позволяет создавать точки доступа в Интернет; предоставлять доступ к услугам местной и внутризональной передачи речевой информации по сетям передачи данных с использованием нумерации телефонной сети; организовать передачу информации по сети передачи данных без использования нумерации телефонной сети (SIP-телефония); предоставлять услуги мультимедиа и т.д. Для предоставления услуг транспортировки информации по сети передачи данных без использования нумерации телефонной сети (IP-телефонии) необходимо обеспечить преобразование имен или адресов пользователей в адреса IP. Для этого используется система ENUM (система единых коммуникационных номеров), позволяющая по URI (единообразный идентификатор ресурсов) определить адрес IP. Такое предоставление услуг мультимедиа ориентировано на пользователей, использующих SIP-терминалы.

Основным преимуществом использования решений на базе Softswitch при построении распределенного узла телематических служб является возможность использования единой сетевой инфраструктуры для предоставления существующих и перспективных телематических услуг. При этом обеспечивается возможность гибкого внедрения новых дополнительных услуг за счет наличия в шлюзах Parlay стандартных прикладных интерфейсов; возможность обеспечения роуминга услуг за счет взаимодействия шлюзов Parlay, установленных в разных сетях, с сервером приложений, в котором реализована услуга; возможность гибкой тарифной политики; централизованный сбор тарифной и статистической информации; снижение

эксплуатационных расходов за счет централизации точки контроля за предоставлением услуг.

Необходимо отметить, что в зависимости от производителя оборудования Softswitch может быть ориентировано на одно или на несколько из вышеперечисленных применений. Наибольший эффект от сети на базе оборудования Softswitch может достигаться только при наличии сети с коммутацией пакетов, обеспечивающей гарантированное качество обслуживания при передаче речевой информации. При этом оборудование Softswitch позволяет использовать его в нескольких сетевых сценариях, а именно: в качестве транзитной станции коммутации и местной оконечной станции коммутации, а также в качестве платформы для предоставления дополнительных (интеллектуальных и телематических) услуг. Со всеми этими вариантами применения Softswitch студенты ознакомятся также на лабораторных работах в курсе «Сетевые элементы NGN/IMS» в следующем семестре.

2. IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM

2.1. История возникновения

В 2002 г. партнерство 3GPP, разрабатывающее стандарты для мобильных сетей 3G, предложило концепцию IMS для сетей мобильной связи, заключающуюся в создании домена IP Multimedia Domain в дополнение к уже имеющимся доменам пакетной передачи данных и коммутации каналов. Несколько позже появился проект *TISPAN (Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking)*, распространяющий архитектуру IMS на фиксированные сети и стимулирующий конвергенцию фиксированных и мобильных сетей *FMC (Fixed-Mobile Convergence)*.

2.2. Архитектура IMS

Для IMS разработана многоуровневая архитектура с разделением транспорта переноса трафика и сигнальной сети IMS для управления сеансами (рис. 3). Таким образом, при разработке IMS на мобильные сети фактически перенесена основная идеология Softswitch. В IMS выделяются пользовательский уровень или уровень передачи данных (*User Plane*), уровень управления (*Control Plane*) и уровень приложений (*Application Plane*).

В этих плоскостях 3GPP специфицирует не узлы сети, а функции. Это означает, что IMS-архитектура, как и архитектура Softswitch, также представляет собой набор функций, соединенных стандартными интерфейсами.

При этом в случае IMS функции тоже оказываются описанными в стандартах. Разработчики вправе скомбинировать несколько функций в одном физическом объекте или, наоборот, реализовать одну функцию распределенным образом.

Рассмотрим функциональные элементы на рис. 3 более подробно.

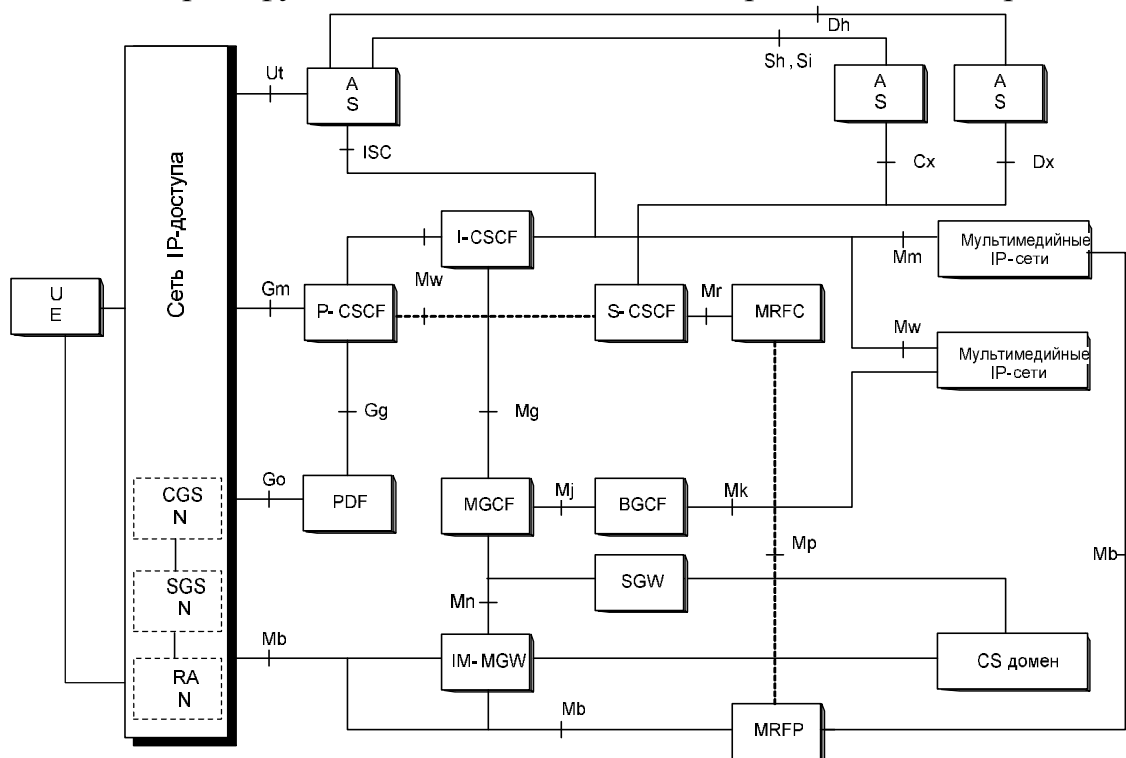


Рис. 3. Архитектура IMS

2.2.1. Пользовательские базы HSS и SLF

Каждая IMS-сеть содержит один или более серверов пользовательских баз данных HSS. Сервер HSS представляет собой централизованное хранилище информации об абонентах и услугах и является эволюционным развитием *HLR (Home Location Register)* из архитектуры сетей GSM. Сеть может содержать более одного HSS в том случае, если количество абонентов слишком велико, чтобы поддерживаться одним HSS. Такая сеть, наряду с несколькими HSS, должна будет иметь в своем составе функцию *SLF (Subscriber Location Function)*, представляющую собой простую базу данных, которая хранит соответствие информации HSS адресам пользователей. Узел, передавший к SLF запрос с адресом пользователя, получает от нее сведения о том HSS, который содержит информацию об этом пользователе.

2.2.2. Функция SIP-сервера

Функция управления сеансами *CSCF (Call Session Control Function)* является центральной частью системы IMS, представляет собой, по сути, SIP-сервер и обрабатывает SIP-сигнализацию в IMS. Существуют функции CSCF трех типов: Proxy-CSCF (P-CSCF), Interrogating-CSCF (I-CSCF) и Serving-CSCF (S-CSCF).

Первая из перечисленных, функция **P-CSCF** – это первая точка взаимодействия (на сигнальном уровне) пользовательского IMS-терминала и IMS-сети. С точки зрения SIP, она является входящим/исходящим прокси-

сервером, через который проходят все запросы, исходящие от IMS-терминала или направляемые к нему. Однако функция P-CSCF может вести себя и как агент пользователя UA, что необходимо для прерывания сеансов в нестандартных ситуациях и для создания независимых SIP-транзакций, связанных с процессом регистрации.

I-CSCF – еще один SIP-прокси, расположенный на границе административного домена Оператора. Когда SIP-сервер определяет следующую пересылку для некоторого SIP-сообщения, он получает от службы DNS адрес I-CSCF соответствующего домена. Кроме исполнения функций SIP-прокси I-CSCF взаимодействует по протоколу Diameter с HSS и SLF, получает от них информацию о местонахождении пользователя и об обслуживающей его S-CSCF. Если никакая функция S-CSCF еще не назначена, функция I-CSCF производит ее назначение.

S-CSCF – центральная интеллектуальная функция на сигнальном уровне, т.е. функция SIP-сервера, который управляет сеансом. Помимо этого, S-CSCF выполняет функцию регистрирующего сервера сети SIP (SIP-registrar), то есть поддерживает привязку местоположения пользователя (например, IP-адресом терминала, с которого пользователь получил доступ в сеть) к его SIP-адресу (PUI-Public User Identity).

Функция S-CSCF взаимодействует по протоколу Diameter с HSS, получает от последнего данные аутентификации пользователя, пытающегося получить доступ к сети, и данные о профиле пользователя, т.е. перечень доступных ему услуг – набор триггерных точек для маршрутизации сообщения SIP к серверам приложений. В свою очередь, функция S-CSCF информирует HSS о том, что этот пользователь прикреплен к нему на срок своей регистрации, и о срабатывании таймера регистрации.

2.2.3. Функция PDF

Функция Policy Decision Function (PDF) иногда интегрируется с функцией P-CSCF, но может быть реализована отдельно. Эта функция отвечает за выработку политики на основании информации о характере сеанса и о передаваемом трафике (транспортные адреса, ширина полосы и т.д.), полученной от P-CSCF. На базе этой информации PDF принимает решение об авторизации запросов от GGSN и производит повторную авторизацию при изменении параметров сеанса, а также может запретить передачу определенного трафика или организацию сеансов некоторых типов.

2.2.4. Серверы приложений

Серверы приложений (Application Servers), по существу, не являются элементами IMS, а работают, условно говоря, поверх нее, предоставляя услуги в сетях, построенных согласно IMS-архитектуре. Серверы приложений взаимодействуют с функцией S-CSCF по протоколу SIP. Основными функциями серверов приложений являются обслуживание и модификация

SIP-сеанса, создание SIP-запросов, передача данных тарификации в центры начисления платы за услуги связи.

2.2.5. Функция MRF

Теперь рассмотрим *MRF (Media Resource Function)*, являющуюся источником медиаинформации в домашней сети и позволяющую воспроизводить разные объявления, смешивать медиапотoki, транскодировать битовые потоки кодеков, получать статистические данные и анализировать медиаинформацию. Функция MRF делится на две части: *MRFC – Media Resource Function Controller* и *MRFP – Media Resource Function Processor*. MRFC находится на сигнальном уровне и взаимодействует с S-CSCF по протоколу SIP. Используя полученные инструкции, MRFC управляет по протоколу Megaco/H.248 процессором MRFP, находящимся на уровне передачи данных, а тот выполняет все манипуляции с медиаинформацией.

2.2.6. Функция BGCF

Breakout Gateway Control Function – это SIP-сервер, способный выполнять маршрутизацию вызовов на основе телефонных номеров. BGCF используется только в тех случаях, когда сеанс инициируется IMS-терминалом, а адресатом является абонент сети с коммутацией каналов (например, ТфОП или мобильной сети 2G). Основными задачами BGCF является выбор той IMS-сети, в которой должно происходить взаимодействие с сетью коммутации каналов, или выбор подходящего ТфОП/CS шлюза, если это взаимодействие должно происходить в сети, где находится сам сервер BGCF. В первом случае BGCF переводит сеанс к BGCF выбранной сети, а во втором – к выбранному ТфОП/CS шлюзу.

2.2.7. Шлюз ТфОП/CS

Шлюз ТфОП/CS поддерживает взаимодействие IMS-сети с ТфОП и позволяет устанавливать соединения между пользователями этих сетей. Он имеет распределенную структуру, характерную для архитектуры Softswitch: SGW – Signaling Gateway, MGCF – Media Gateway Control Function и MGW – Media Gateway.

2.2.8. Шлюз безопасности SEG

Для того чтобы защитить уровень управления в домене безопасности (security domain), представляющем собой такую область сети, которая принадлежит одному провайдеру услуг, в которой действуют единые административные правила и сетевая политика, трафик на входе в этот домен и на выходе из него будет проходить через шлюз безопасности *SEG (Security Gateway)*. Как правило, границы домена безопасности совпадают с границами сети провайдера, а шлюзов SEG в сети провайдера обычно присутствует несколько. В качестве SEG часто выступают пограничные контроллеры SBC.

2.3. Протоколы сигнализации

В архитектуре IMS существует основной протокол сигнализации – SIP, однако предусмотрена поддержка протоколов для взаимодействия как с сетями NGN, так и с сетями TDM. Стоит только отметить, что в IMS для обмена информацией с базой данных HSS используется протокол Diameter. Остановимся на нем более подробно. Протокол Diameter является эволюционным развитием протокола RADIUS и предлагается, в основном, для использования в качестве протокола следующего поколения для аутентификации, авторизации и учета *AAA (Authentication, Authorization, Accounting)*. Этот протокол работает поверх TCP или SCTP, так как оба эти протокола обеспечивают надежную передачу, что является критичным для приложений, обменивающихся информацией об учетных записях. Исходя из того, что Diameter, в основном, имеет одноранговую архитектуру, для конкретного узла можно было бы установить более одного соединения.

Концепция IMS разрабатывалась позже Softswitch, поэтому в ней уже заранее предусмотрена поддержка как IPv4, так и IPv6. Необходимость перехода к новой версии протокола IP была вызвана рядом проблем, таких как проблема масштабируемости сети, неприспособленность протокола IPv4 к передаче мультисервисной информации с поддержкой различных классов обслуживания, включая обеспечение информационной безопасности. При этом к проблемам масштабируемости протокола IPv4 следует отнести следующие: недостаточность объема 32-битового адресного пространства; сложность агрегирования маршрутов, разрастание таблиц маршрутизации; сложность массового изменения IP-адресов; относительная сложность обработки заголовков пакетов IPv4.

Кроме того, масштабируемость IP-сетей следует рассматривать не только с точки зрения увеличения числа узлов, но и с точки зрения повышения скорости передачи и уменьшения задержек при маршрутизации.

Указанные проблемы обусловили развитие классической версии протокола IPv4 в направлении разработки версии IPv6.

2.4. Сценарий базового вызова

Ниже приведен сценарий обмена сообщениями при обслуживании базового вызова. Абонент из сети ТфОП совершает вызов к абоненту в сети IMS (рис. 4, 5).

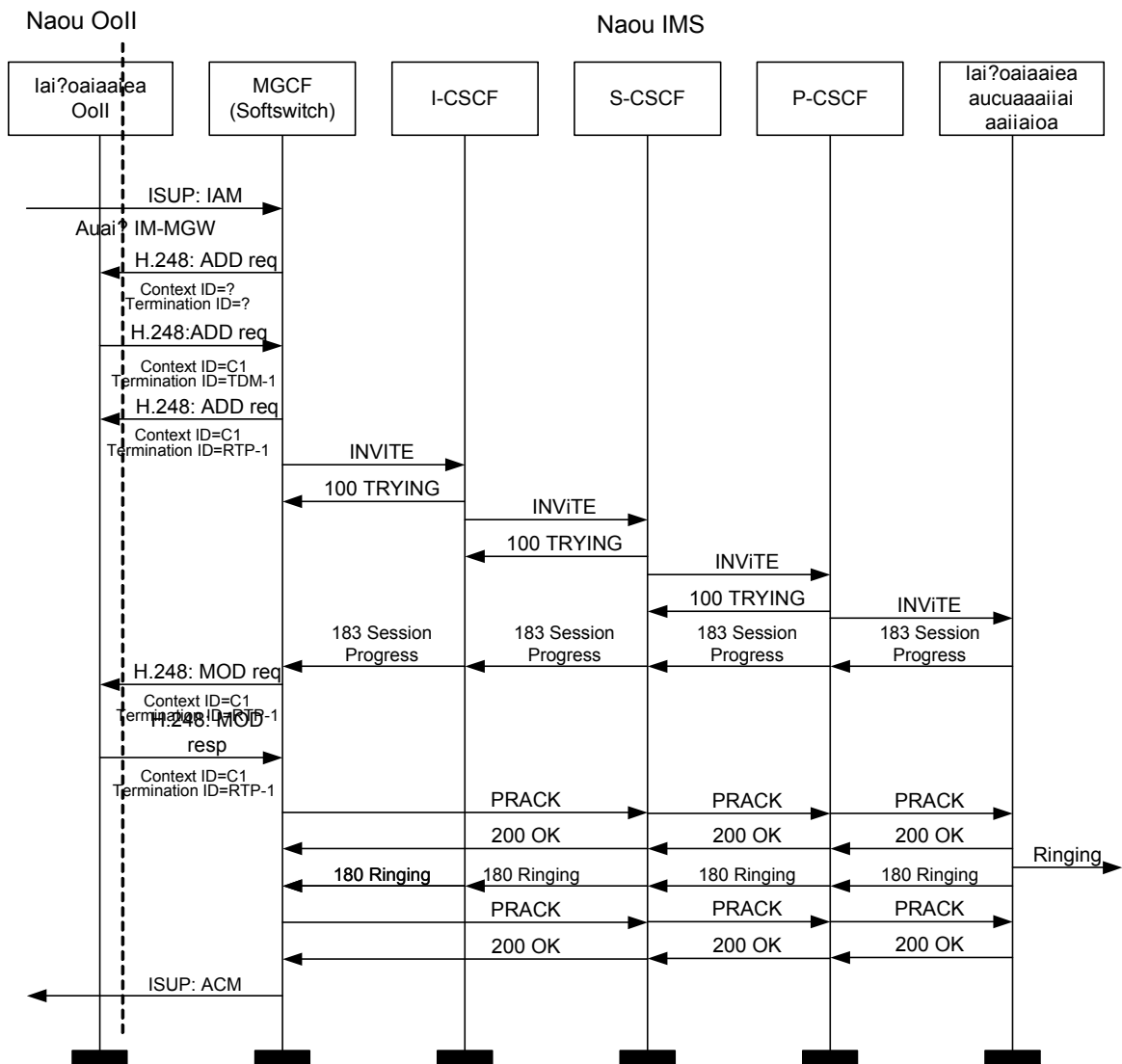


Рис. 4. Сценарий обслуживания вызова

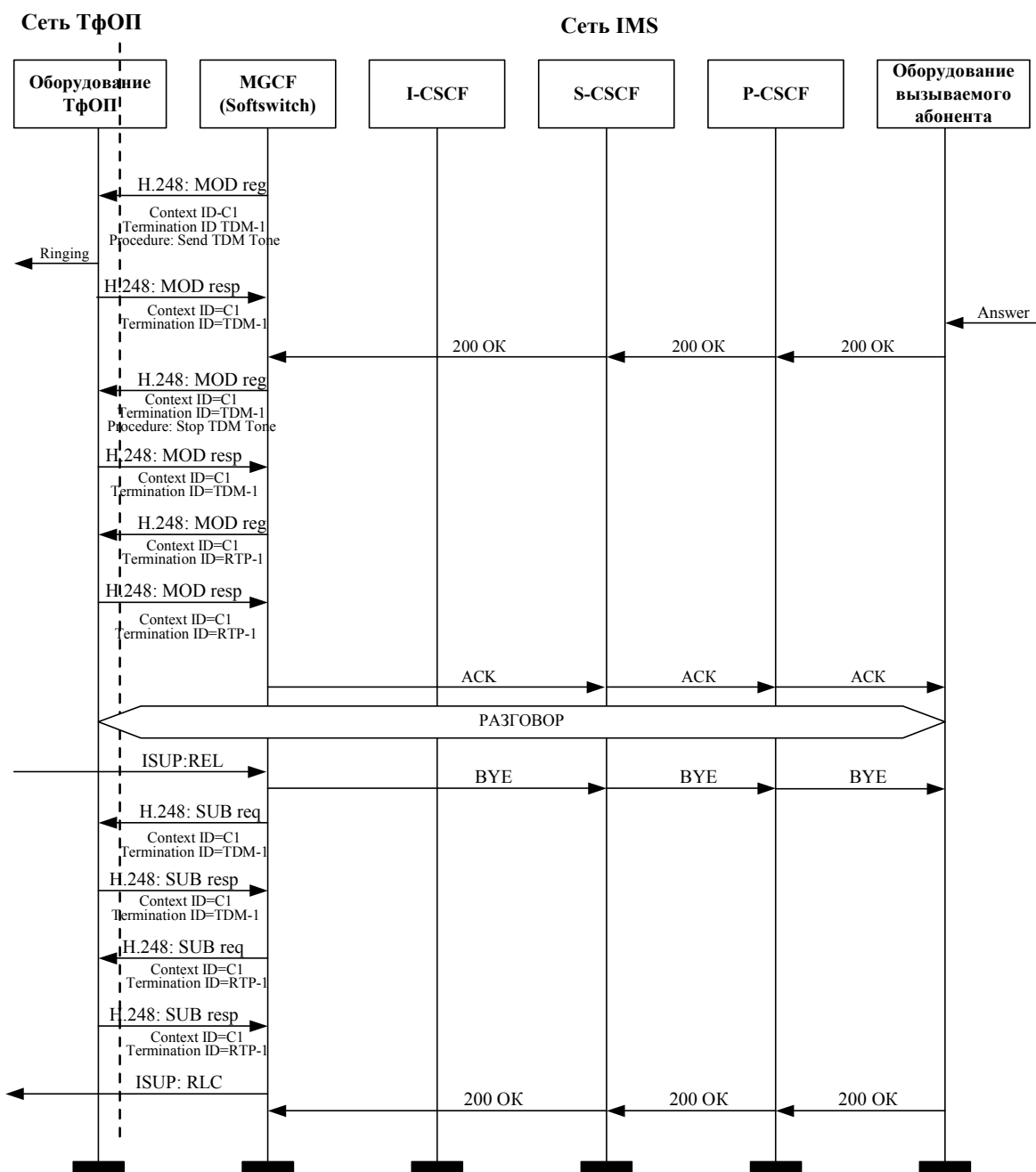


Рис. 5. Сценарий обслуживания вызова

2.5 Особенности предоставления услуг на базе IMS

Предоставление разнообразных услуг на базе единой пакетной сети NGN требует гибкой поддержки качества этих услуг. Поддержка QoS является фундаментальным требованием к IMS. При организации каждого сеанса пользовательское оборудование извещает IMS о своих возможностях и своих требованиях к QoS. При помощи протокола SIP возможно учесть такие параметры, как тип и направление передачи данных, скорость, размер пакетов, использование RTP, требуемая ширина полосы пропускания.

IMS позволяет управлять качеством связи, которое получит тот или иной пользователь, и таким образом дифференцировать пользователей и предоставляемые им услуги.

Еще одним фактором является усложнение системы начисления платы за мультимедийные сеансы связи. Если оператор не принимает во внимание характер трафика мультимедийного сеанса, он может начислить плату за него только поверхностно – на основании объема переданных данных. При этом пользователю становится не выгодно пользоваться одними услугами (создающими большой объем трафика, например видео), а оператору становится не выгодно предоставлять другие (создающие незначительный объем трафика, например Instant Messaging). Если оператор осведомлен о характере передаваемого трафика, он может использовать в системе начисления платы более эффективные бизнес-модели, несущие выгоду и ему и пользователям.

Кроме того, IMS дает возможность оператору внедрять услуги, созданные сторонними разработчиками или даже самим оператором, а не производителями телекоммуникационного оборудования. Это позволяет интегрировать различные услуги и предоставляет широкие возможности персонализации и увеличения количества услуг. Концепция IMS предполагает горизонтальную архитектуру, позволяющую оператору просто и экономично внедрять новые персонализированные услуги, причем пользователи могут в одном и том же сеансе связи получить доступ к разным услугам (рис. 6).

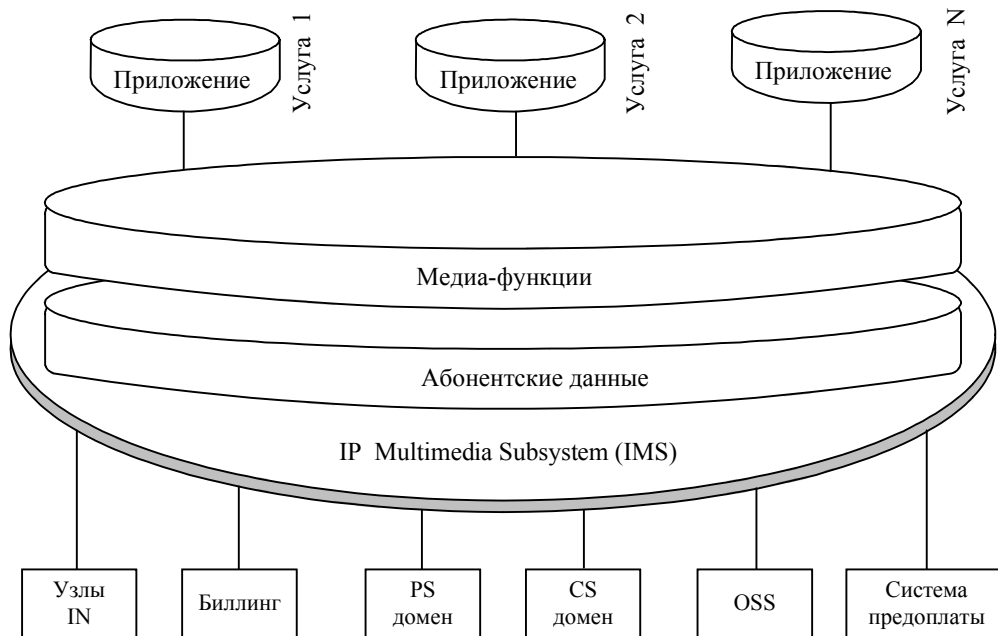


Рис. 6. Горизонтальная сервисная архитектура, применяемая в IMS

Несмотря на довольно широкий спектр услуг, предоставляемый IMS, до сих пор наиболее важную роль играет двусторонняя аудио/видео связь.

Для этого архитектура IMS должна поддерживать сеансы мультимедийной связи в IP-сетях, причем такая связь должна быть доступна пользователям как в домашней, так и в гостевой сетях. Помимо описанных выше, IMS обеспечивает следующие функциональные возможности: взаимодействие с другими сетями, инвариантность доступа, создание услуг и управление ими, роуминг, защиту информации, начисление платы.

2.5.1. Взаимодействие с другими сетями

Функция поддержки взаимодействия с сетью Интернет очевидна, так как благодаря общим протоколам пользователи IMS могут устанавливать мультимедийные сеансы связи с разными службами глобальной сети. Поскольку переход к NGN и IMS будет постепенным и более или менее длительным, IMS должна также иметь возможность взаимодействия с сетями предыдущих поколений – стационарными (ТфОП) и мобильными (2G) сетями с коммутацией каналов. Функции взаимодействия с сетями коммутации каналов не имеют, разумеется, долгосрочной перспективы, но они абсолютно необходимы в течение довольно длительного периода существования конвергентных сетей.

2.5.2. Инвариантность относительно доступа

Функциональные возможности IMS инвариантны относительно разных технологий доступа к ней, отличных от GPRS, например, технологий WLAN, xDSL, HFC (Hybrid Fiber Coax) и т.п. Здесь нет ничего необычного. Как и любая IP-сеть, IMS инвариантна относительно протоколов нижних уровней и технологий доступа. Но поскольку 3GPP сконцентрировал свои усилия на эволюции GSM сетей, спецификация первой версии IMS (Release 5) содержала некоторые GPRS-ориентированные опции. В следующих версиях, начиная уже с шестой, функции доступа были отделены от ядра сети, и началась разработка концепции инвариантности IMS относительно доступа, получившая название *IP connectivity access* и предполагающая применение любой технологии доступа, которая может обеспечить транспортировку IP-трафика между пользовательским оборудованием и объектами IMS без изменения принципов функционирования последних.

2.5.3. Создание услуг и управление услугами

Необходимость быстро внедрять разнообразные услуги, поскольку именно они должны стать основным источником доходов оператора в XXI веке, потребовала пересмотреть процесс создания услуг в IMS. Чтобы уменьшить время внедрения услуги и обеспечить ее предоставление в гостевой сети при роуминге пользователя, в IMS ведется стандартизация не услуг, а возможностей предоставления услуг (*service capability*). Таким образом, оператор может внедрить любую услугу, соответствующую *service capability*, причем эта услуга будет поддерживаться и при перемещении

пользователя в гостевую сеть, если эта сеть обладает аналогичными стандартизованными *service capability* (возможностями предоставления услуг).

Это достигается благодаря тому, что в IMS принято управление услугой из домашней сети, т. е. устройство, имеющее доступ к базе данных пользователей и непосредственно взаимодействующее с сервисной платформой, всегда находится в домашней сети. Для управления услугами оператор может применять разную *общую политику сети*, распространяющуюся на всех пользователей сети (например, ограничение использования в сети широкополосных кодеков типа G.711), и разную *индивидуальную политику*, распространяющуюся на того или иного пользователя (например, запрет пользования видеосвязью).

2.5.4. Роуминг

Функции роуминга существовали уже в мобильных сетях 2G, и IMS, естественно, эти функции унаследовала, однако само понятие «роуминг» теперь существенно расширилось и включает в себя:

- GPRS-роуминг – гостевая сеть предоставляет RAN и SGSN, а в домашней находятся GGSN и IMS;
- IMS-роуминг – гостевая сеть предоставляет IP-соединение и точку входа (например P-CSCF), а домашняя сеть обеспечивает все остальные функции;
- CS-роуминг – роуминг между сетью IMS и сетью коммутации каналов.

2.5.5. Защита информации

Функции обеспечения защиты информации необходимы каждой телекоммуникационной системе, и IMS предоставляет уровень защиты информации, по крайней мере, не меньший, чем GPRS-сети и сети коммутации каналов. IMS производит аутентификацию пользователей перед началом предоставления услуги, дает пользователю возможность запросить конфиденциальность информации, передаваемой во время сеанса, и др.

2.5.6. Начисление платы

Как было отмечено выше, IMS позволяет оператору или провайдеру услуг гибко назначать тарифы для мультимедийных сеансов. IMS сохраняет возможность начислять плату за сеанс наиболее простым способом – в зависимости от длительности сеанса или от объема трафика, но может также использовать более сложные схемы, учитывающие разную пользовательскую политику, компоненты медиаданных, предоставляемые услуги и т.п. Требуется также, чтобы две IMS-сети при необходимости могли обмениваться информацией, нужной для начисления платы за сеанс связи.

IMS поддерживает начисление платы как в режиме online, так и в режиме offline.

3. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Все расчеты при выполнении курсового проекта должны быть снабжены теоретическими пояснениями, основывающимися на изложенном выше материале, а также на приведенных в списке рекомендуемой литературы книгах. Отсутствие пояснений к расчетам считается ошибкой.

Этап 1

- по указанным исходным данным рассчитать параметры шлюза доступа, определить необходимое количество этих шлюзов, а также емкостные показатели подключения шлюзов к транспортной сети,

- по указанным исходным данным рассчитать параметры узла Softswitch, требуемую его производительность и параметры подключения к транспортной сети,

- нарисовать структурную схему фрагмента сети NGN, используя номенклатуру реального оборудования, описание которого нужно найти на соответствующих сайтах Интернет в свободном доступе.

Этап 2

- по указанным исходным данным рассчитать параметры каждого шлюза и их число, а также емкостные показатели подключения к транспортной сети,

- по указанным исходным данным рассчитать параметры гибкого коммутатора, его производительность и параметры подключения к транспортной сети.

Этап 3

- по указанным исходным данным рассчитать транспортный ресурс, необходимый для взаимодействия S-CSCF и остальных сетевых элементов,

- по указанным исходным данным рассчитать транспортный ресурс, необходимый для взаимодействия I-CSCF и остальных сетевых элементов,

- на предложенную структурную схему сети нанести полученные результаты.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО АБОНЕНТСКОГО КОНЦЕНТРАТОРА

4.1. Расчет шлюза доступа

Задачи:

1. Определить число шлюзов и емкостные показатели составляющего их оборудования.

2. Определить транспортный ресурс подключения шлюзов доступа к пакетной сети.

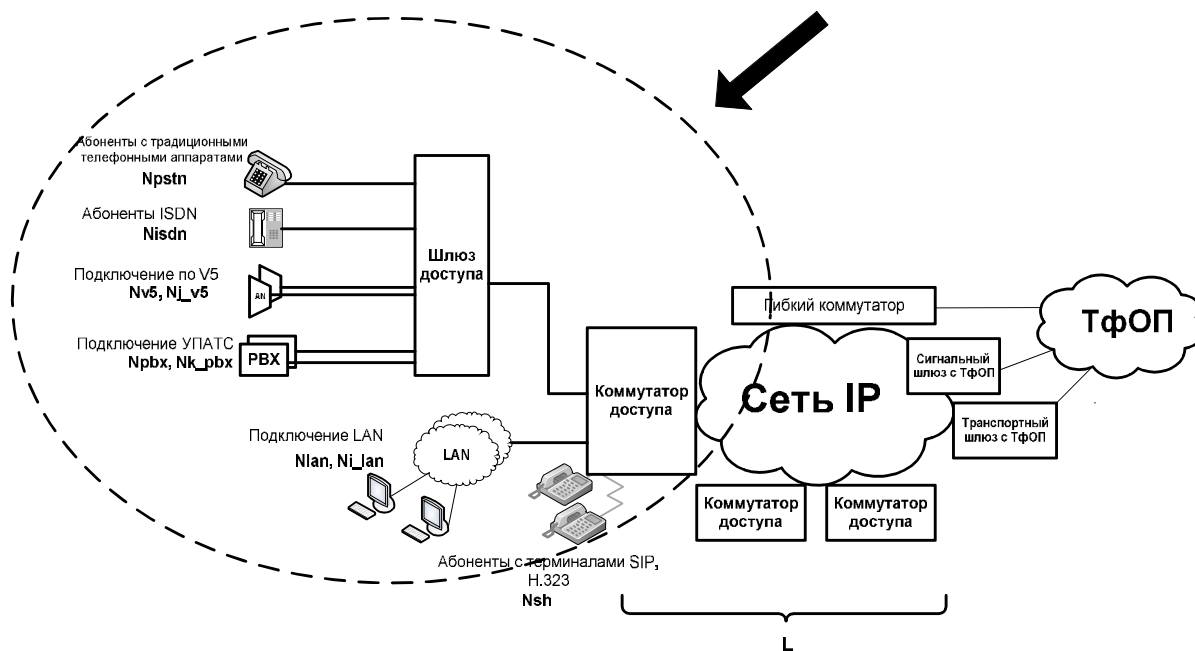


Рис. 7. Шлюз доступа в сети NGN

Исходные данные для проектирования:

Пользователи услуг связи разных типов:

- а) абоненты, использующие аналоговые абонентские линии, которые включаются в шлюз доступа (RAGW) – N_{pstn} ;
- б) абоненты, использующие линии базового доступа ISDN, которые включаются в RAGW – N_{isdn} ;
- в) абоненты, использующие терминалы SIP/H.323, которые включаются в пакетную сеть на уровне коммутатора доступа – N_{sh} ;
- г) N_{i_lan} – число пользователей, включаемых в одну LAN, где i – номер LAN, общее число сетей LAN, включаемых на уровне коммутатора доступа, I , N_{lan} – общее число пользователей

Здесь стоит обратить внимание на подключение абонентов, использующих терминалы SIP/ H.323. Эти абоненты включаются не в шлюз доступа, а непосредственно в коммутатор доступа. Помимо этого, сразу внесем небольшое уточнение относительно различия между N_{sh} и N_{lan} .

Существует две группы абонентов, использующих терминалы SIP/H.323, которые:

- ✓ подключаются непосредственно к коммутатору доступа, и их число равно N_{sh} ,

- ✓ подключаются к коммутатору при помощи LAN, и их число это $\sum_1^I N_{i_LAN}$, но в нашем случае, предположим, что все сети LAN одинаковые, тогда это выражение будет выглядеть так: $N_{i_lan} \cdot I$.

Для наглядности продемонстрируем схему (рис. 8) подключения абонентов, о которых сказано выше.

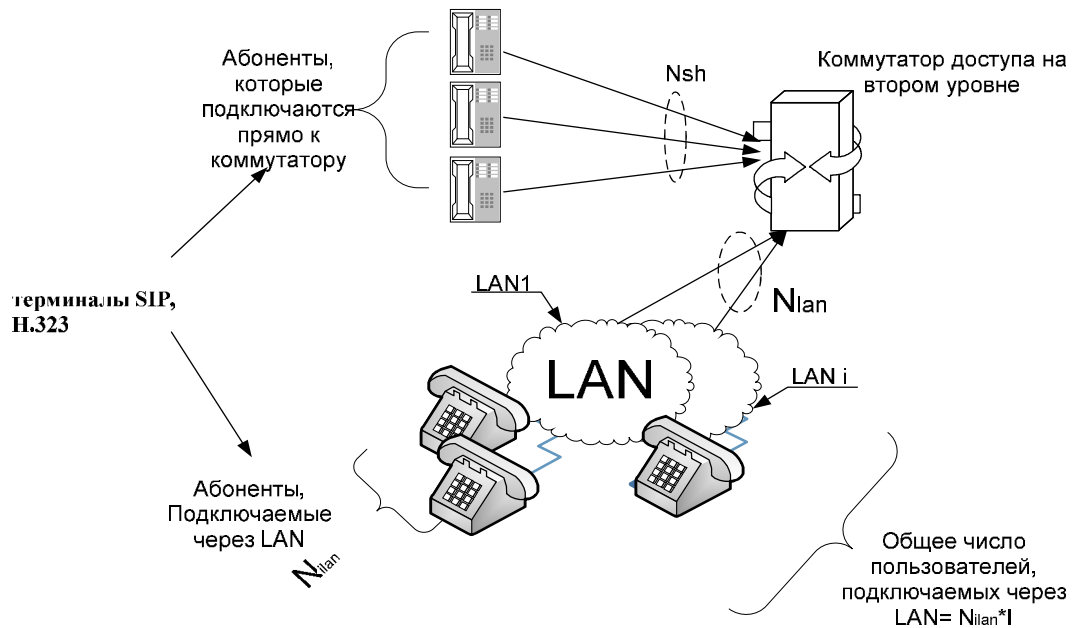


Рис. 8. Варианты подключения терминалов SIP/H.323

По сути, разница между этими двумя вариантами включения практически такая же, как между включением одного абонента или включением УПАТС в традиционной телефонии (рис. 9).

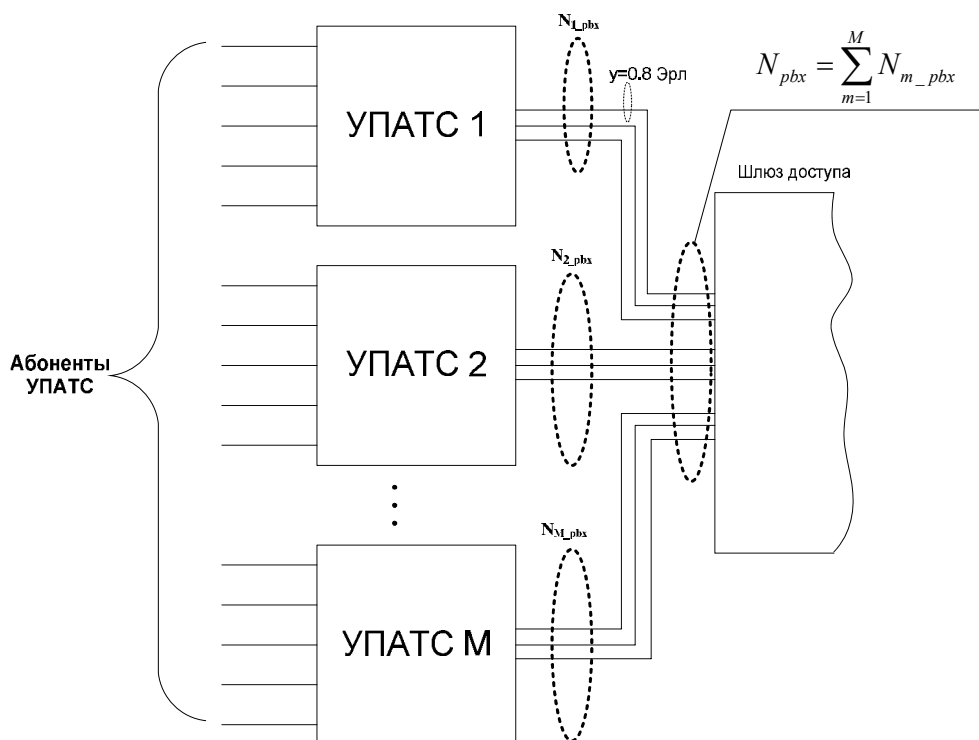


Рис. 9. Подключение УПАТС по PRI

д) УПАТС, использующие внешний интерфейс ISDN-PRA и включаемые в пакетную сеть через транкинговые шлюзы, где M – количество УПАТС;

N_{m_pbx} – число пользовательских каналов, подключаемых к одной шлюзу доступа, где m – номер УПАТС;

N_{pbx} – общее количество пользовательских каналов от всех УПАТС к шлюзу доступа.

ж) оборудование сети доступа с интерфейсом $V5$, включаемое в пакетную сеть через шлюзы доступа, где J – число интерфейсов $V5$, N_{j_v5} – число пользовательских каналов в интерфейсе $V5j$, где j – номер сети доступа;

N_{v5} – общее число пользовательских каналов $V5$.

*Удельная нагрузка на линию,
подключающую вышеописанных пользователей:*

$y_{psm} = 0,1$ Эрл – удельная нагрузка на линию абонента ТфОП в ЧНН,

$y_{ISDN} = 0,2$ Эрл – удельная нагрузка на линию абонента ISDN в ЧНН,

$y_{sh} = 0,2$ Эрл – удельная нагрузка на линию абонента, использующего терминалы SIP/ H.323 в ЧНН,

$y_{i_v5} = 0,8$ Эрл – удельная нагрузка на линию, подключающую УПАТС по интерфейсу $V5$ (соединительная линия),

$Y_{m_pbx} = 0,8$ Эрл – удельная нагрузка на линию, подключающую УПАТС по PRI (соединительная линия).

Параметры нагрузки для абонентов, использующих терминалы SIP/H.323 или подключенных к LAN, не рассматриваем в силу того, что они не создают нагрузку на шлюз, параметры которого мы рассчитываем, так как эти терминалы включаются непосредственно в коммутатор доступа. Их влияние мы примем в учет, когда будем рассматривать коммутатор доступа и сигнальную нагрузку, поступающую на Softswitch.

На практике при построении сети для расчета числа шлюзов, помимо рассчитанной нагрузки учитываются и допустимая длина абонентской линии, топология первичной сети (если таковая уже существует), наличие помещений для установки, технологические показатели типов оборудования, предлагаемого к использованию.

Размещение оборудования и схема организации связи

На основании исходных данных и полученных результатов составить схему сети, используя параметры реального оборудования, информацию о котором можно получить в свободном доступе. В качестве образца можно использовать рис. 10, приведенный ниже, но стоит обратить внимание, что на получившейся схеме должно быть изображено спроектированное коли-

чество шлюзов доступа и коммутаторов доступа (с учетом их характеристик, например, максимальное количество портов каждого типа), указаны виды подключений к каждому из элементов.

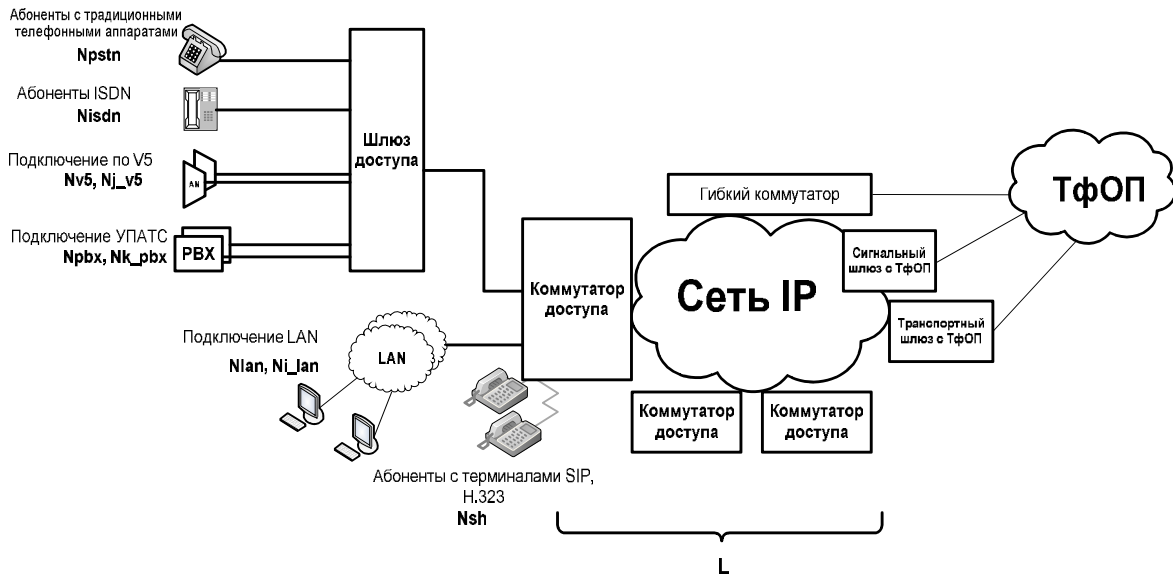


Рис. 10. Параметры оборудования сети доступа

На такую схему должны быть нанесены все исходные данные и полученные результаты. При нанесении результатов необходимо учесть, что если в исходных данных, например, приводится количество абонентов традиционной телефонии, равное 100, то это не значит, что для каждого шлюза будет такое количество. Это общее число абонентов такого типа, а какое количество будет для того или иного оборудования рассчитывается на основе параметров выбранного оборудования и результатов расчетов, проведенных в курсовой работе. Для каждого из элементов сети необходимо привести таблицу, аналогичную той, которая представлена в примере выполнения курсовой работы.

Расчет основных параметров шлюза доступа и коммутатора доступа

Определив количество шлюзов, можно рассчитать нагрузку на линии, подключаемые к каждому из шлюзов. Для каждого шлюза такие расчеты будут идентичны, различаться будут лишь параметры источников нагрузки.

$Y_{\text{общ}}$ – общая нагрузка, создаваемая абонентами ТфОП, и поступающая на шлюз доступа:

$$Y_{\text{общ}} = N_{\text{общ}} \cdot y_{\text{общ}} ; \quad (1)$$

Y_{ISDN} – общая нагрузка, создаваемая абонентами ISDN и поступающая на шлюз доступа:

$$Y_{\text{ISDN}} = N_{\text{ISDN}} \cdot y_{\text{ISDN}} ; \quad (2)$$

Y_{j_v5} – общая нагрузка, создаваемая оборудованием доступа j , подключенным через интерфейс $V5$:

$$Y_{j_V5} = N_{j_V5} \cdot y_{i_V5}; \quad (3)$$

Общая нагрузка, создаваемая оборудованием сетей доступа, подключенным через интерфейс $V5$, равна:

$$Y_{V5} = \sum_{j=1}^J Y_{j_V5} = y_{i_V5} \cdot \sum_{j=1}^J N_{j_V5}; \quad (4)$$

Y_{m_pbx} – нагрузка, создаваемая УПАТС m , подключенным по PRI:

$$Y_{m_PBX} = N_{m_PBX} \cdot y_{m_PBX}; \quad (5)$$

Общая нагрузка, создаваемая оборудованием УПАТС:

$$Y_{PBX} = \sum_{m=1}^M Y_{m_PBX} = y_{m_PBX} \cdot \sum_{m=1}^M N_{m_PBX}. \quad (6)$$

Выше рассчитаны нагрузки от абонентов различных типов, подключаемых к шлюзам. В нашем случае шлюзы реализуют функции резидентного шлюза доступа, шлюза доступа и транкингового шлюза подключения УПАТС, и к нему подключаются все рассмотренные выше источники нагрузки.

Тогда общая нагрузка на шлюз

$$Y_{GW} = y_{i_V5} \cdot \sum_{j=1}^J N_{j_V5} + y_{k_PBX} \cdot \sum_{k=1}^K N_{k_PBX} + y_{\text{ISDN}} \cdot N_{\text{ISDN}}. \quad (7)$$

Стоит отметить, что суммарная нагрузка на линии, которые включаются в шлюз, будет равна нагрузке на сам шлюз, и для нашей курсовой работы примем, что эта нагрузка – на двустороннюю линию, т. е. как от абонента, так и к нему (рис. 11).



Рис. 11. Нагрузка на линию

Кроме того, пользовательская нагрузка, поступающая на шлюз, будет равна исходящей пользовательской нагрузке (это позволяет нам не учитывать соединения в пределах одного шлюза).

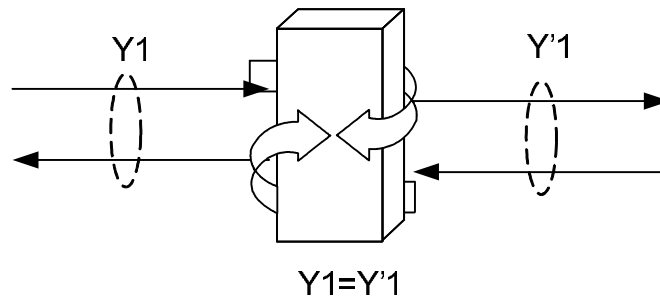


Рис.12. Равенство нагрузки

Пусть V_{COD_m} – скорость передачи кодека типа m при обслуживании вызова.

Значения V_{COD_m} – для кодеков разных типов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Скорость передачи кодеков

Тип кодека	Скорость кодека V_{COD_m} , кбит/с	Размер речевого кадра, байт	Общая длина кадра, байт	Коэффициент избыточности k	Требуемая пропускная способность V_{trans_cod} , кбит/с
G. 711	64	80	134	$134/80=1,675$	108,8
G. 723.1 I/r	6,4	20	74	$74/20=3,7$	23,68
G. 723.1 h/r	5,3	24	78	$78/274=3,25$	17,225
G. 729	8	10	64	$64/10=6,4$	51,2

Полоса пропускания, которая понадобится для передачи информации при условии использования кодека типа m , определяется следующим образом:

$$V_{trans_cod} = k \cdot V_{COD_m}, \quad (8)$$

где k – коэффициент избыточности, который рассчитывается для каждого кодека отдельно, как отношение общей длины кадра к размеру речевого кадра.

Для примера рассмотрим популярный кодек G.711. Передаваемую информацию условно можно разделить на две части: речевую информацию и заголовки служебных протоколов. Сумма длин заголовков протоколов RTP/UDP/IP/Ethernet (а именно эти протоколы потребуются для передачи информации в нашем случае) 54 байта (12+8+20+14).

Общая длина кадра при использовании такого кодека 134 байта.

Тогда коэффициент избыточности: $k = 134/80 = 1,675$.

Смысл этого параметра можно сформулировать следующим образом: для того чтобы передать один байт речевой информации, необходимо в общей сложности передать кадр размером примерно 1,7 байт (рис. 13).



Рис. 13. Формат кадра G.711, передаваемого по IP сети

Обеспечение поддержки услуг передачи данных в телефонных сетях с коммутацией каналов и в сетях с VoIP осуществляется по-разному. Как известно, при помощи речевых кодеков нельзя передавать такую специфическую информацию, как факс, модемные соединения, DTMF и т.п. Часто для их передачи используется эмуляция каналов «64 кбит/с без ограничений». При расчете транспортного ресурса следует учитывать, что некоторая часть вызовов будет обслуживаться без компрессии пользовательской информации, т.е. будет полностью прозрачный канал без подавления пауз и с кодированием G.711.

В задании на курсовое проектирование для каждого варианта указано процентное соотношение используемых кодеков. Данное соотношение должно соблюдаться для каждого отдельного шлюза.

Чтобы обеспечить передачу пользовательской информации по IP-сети, необходимо передавать и сообщения сигнальных протоколов, для передачи трафика которых также должен быть предусмотрен транспортный ресурс сети.

Если в оборудовании коммутатора доступа реализована возможность подключения абонентов, использующих терминалы SIP, H.323 либо LAN, то необходимо учесть соответствующий транспортный ресурс. Доля увеличения транспортного ресурса за счет предоставления базовой услуги телефонии таким пользователям может быть определена в зависимости от используемых кодеков и числа пользователей.

Если терминалы SIP и H.323 используются для предоставления мультимедийных услуг, то доля увеличения транспортного ресурса должна определяться, исходя из параметров трафика таких услуг, однако в данном курсовом проекте они рассматриваться не будут.

После определения транспортного ресурса подключения определяются емкостные показатели, т. е. количество и тип интерфейсов, которыми оборудование шлюза доступа будет подключаться к пакетной сети. Количество интерфейсов, помимо требуемого транспортного ресурса, будет определяться из топологии сети.

Для того чтобы рассчитать необходимый транспортный ресурс рассмотрим каждый шлюз отдельно.

При проектировании будем описывать шлюз последовательно двумя разными математическими моделями (рис. 14):

- система массового обслуживания с потерями,
- система массового обслуживания с ожиданием.

При помощи первой модели, мы сможем определить, какое количество соединений будет одновременно обслуживаться проектируемыми шлюзами, а при помощи второй определим характеристики канала передачи данных, необходимые для передачи пользовательского трафика с требуемым качеством обслуживания.

СМО с потерями

Модели упрощают реальные физические процессы и нам необходимо остановиться на нескольких важных допущениях, используемых в исследуемой модели.

Для предоставления услуг пользователям жестко определены параметры QoS для каждого типа вызовов, и в случае, если заявка не может быть обслужена с требуемым качеством (пропускная способность, тип кодека), она отбрасывается. Таким образом, потери в данной системе – это те вызовы, которые не могут быть обслужены ввиду отсутствия требуемого ресурса (определенного типа кодирования) для передачи данных. Такой подход имеет свое реальное воплощение в некоторых моделях оборудования.

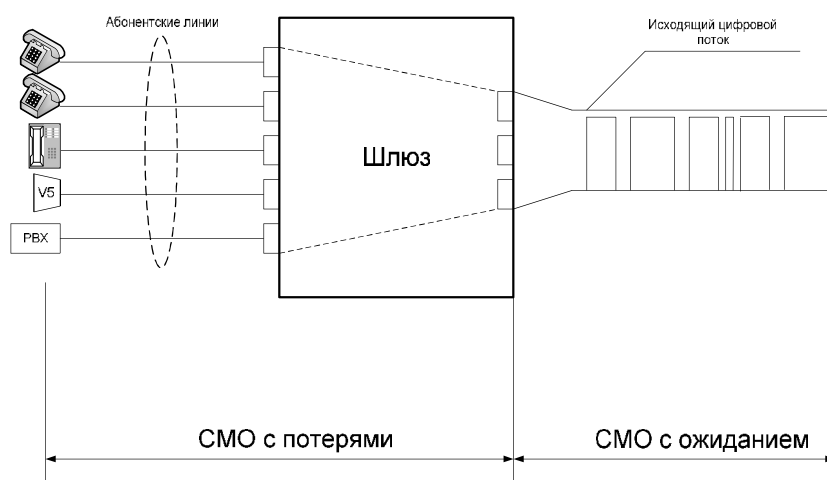


Рис. 14. Логическое разбиение СМО на две части

В связи с тем, что информация на шлюзе обрабатывается при помощи различных кодеков (процентное соотношение используемых кодеков для каждого варианта приведено в задании на курсовое проектирование), она поступает в сеть с разной скоростью, и расчет исходящих каналов мы будем производить для каждого типа кодека отдельно. Таким образом, мы делим СМО на логические части по количеству используемых кодеков и рассчитываем при помощи описанного ниже алгоритма общую скорость канала без учета QoS передачи трафика по сети передачи данных.

Перейдем непосредственно к расчету.

Для кодеков всех типов алгоритм определения требуемого транспортного ресурса одинаков.

Пусть t – среднее время занятия одной абонентской линии.

В общем случае, необходимо учитывать среднее время занятия одной абонентской линии для каждого типа абонентов (абоненты квартирного сектора, пользователи офисных АТС и др.). Чтобы упростить расчеты, для кодеков абонентов всех категорий в курсовом проекте используется единая величина, ее значение принято равным 2 мин.

$$t = 2 \text{ мин,}$$

μ – интенсивность обслуживания поступающих заявок,

ρ – потери заявок.

Зная интенсивность потерь и пользуясь калькулятором Эрланга (описание приведено ниже), найдем число виртуальных соединений, которые нам потребуется установить, чтобы предоставить услуги связи с заданным QoS.

x – число соединений, необходимое для обслуживания нагрузки, обрабатываемой кодеком определенного типа.

$V_{trans_cod_i}$ – полоса пропускания для одного соединения кодека типа i , где N – количество соединений определенного типа на одном шлюзе.

Таким образом, транспортный поток на выходе кодека i

$$V_{c_i} = V_{trans_cod_i} \cdot N. \quad (9)$$

Тогда транспортный поток пользовательского трафика на выходе одного шлюза

$$V_{GW} = \sum_{i=1}^L V_{c_i}, \quad (10)$$

где L – число используемых кодеков.

Рассчитаем общий транспортный поток всех шлюзов:

$$V = \sum_{j=1}^M V_{GW_j}, \quad (11)$$

где M – количество шлюзов.

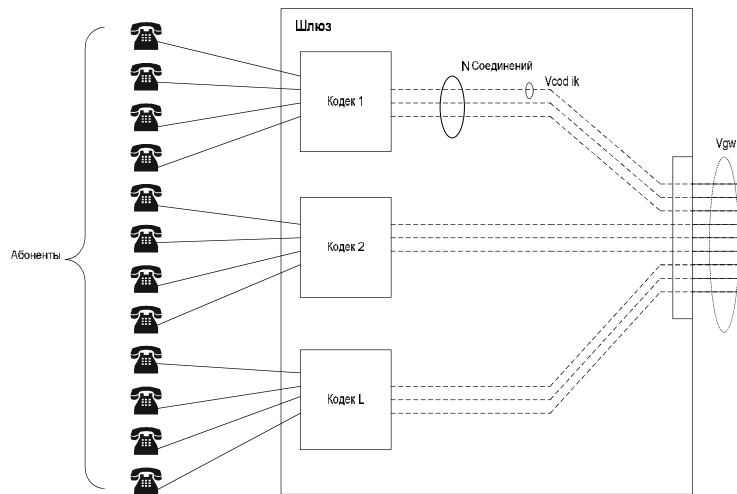


Рис. 15. Кодеки в шлюзе

Калькулятор Эрланга

С помощью калькулятора Эрланга можно определить один из трех параметров при известных двух:

- 1) Число обслуживающих устройств;
- 2) Вероятность потери вызовов;
- 3) Поступающую нагрузку;

Для определения одного из параметров, два других должны быть занесены в соответствующие ячейки калькулятора.

Рассмотрим пример:

Поступающая нагрузка $Y = 50$ Эрл;

Вероятность потерь $p = 0,03$

Определим необходимое число обслуживающих устройств.

Для этого выбираем соответствующее поле (в данном случае число обслуживающих устройств) и задаем поступающую нагрузку и вероятность потери вызовов:



Тогда число обслуживающих устройств $V = 59$

Аналогично можно найти другие параметры, выбрав соответствующее поле.

СМО с ожиданием

В качестве СМО с ожиданием рассматривается тракт передачи данных (от шлюза до коммутатора доступа). Ранее мы определили ресурс, необходимый для обслуживания поступающей нагрузки, имея в виду вызовы. Теперь мы будем работать на уровне передачи пакетов.

Необходимо отметить, что в отличие от СМО с потерями, где в случае занятости ресурсов заявка терялась, в данном случае возникает задержка передачи пакета, которая при определенных условиях может привести к превышению требований QoS передачи трафика.

При нормальных условиях функционирования системы – задержка незначительная и практически не меняется. Но с увеличением нагрузки, в определенный пороговый момент получается так, что не все пакеты, поступающие в канал могут быть обслужены сразу же. Такие пакеты становятся в очередь, а следовательно, общее время их передачи увеличивается (рис. 16).

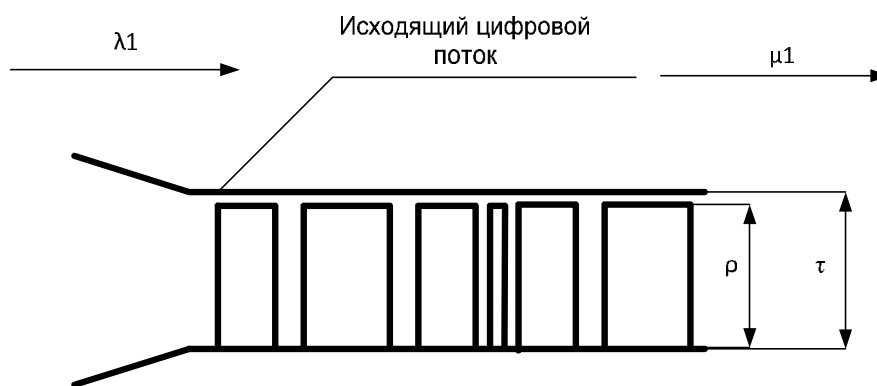


Рис. 16. Схематическое представление цифрового потока в канале связи

На вход СМО с ожиданием со шлюза поступают пакеты с интенсивностью λ .

Поскольку в зависимости от типа используемых кодеков пакеты попадают в сеть с различной скоростью, то нельзя сразу определить параметр λ , его необходимо рассчитать для каждого типа используемого кодека:

$$\lambda = \frac{V_{trans_cod}}{L_{packet_cod}}, \quad (12)$$

где V_{trans_cod} – скорость передачи кодека, рассчитанная ранее;

L_{packet_cod} – общая длина кадра соответствующего кодека.

Теперь можно определить общую интенсивность поступления пакетов в канал:

$$\lambda = \sum_{i=1}^N \lambda_i, \quad (13)$$

где N – число используемых кодеков.

Задержка, вносимая каналом при поступлении пакетов:

$$S^{(1)} = \frac{1}{\mu - \lambda}, \quad (14)$$

где λ – суммарная интенсивность поступления заявок от всех каналов, μ – интенсивность обслуживания. Вне зависимости от размера пакета все они обслуживаются одинаково.

Значения сетевых задержек и их параметров нормируются стандартами ITU (рис. 17): предельно допустимая задержка доставки пакета IP от одного пользователя коммерческих услуг VoIP к другому не должна превышать 100 мс. Задержку при передаче пакета вносят все сегменты соединения (сеть доступа, магистральная сеть и т.п.). Приблизительно можно считать вклад каждого сегмента одинаковым.

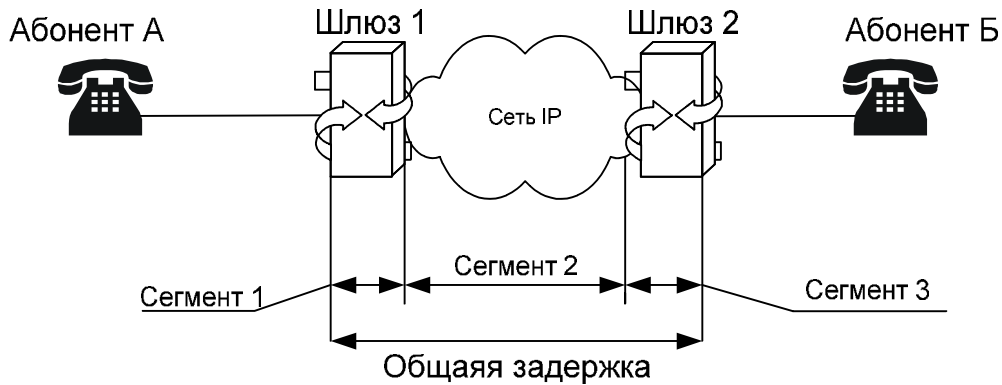


Рис. 17. Составные части задержки

Зная величину допустимой задержки и интенсивность поступления заявок (пакетов), можно рассчитать интенсивность обслуживания заявок в канале, после чего определить допустимую загрузку канала:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}. \quad (15)$$

Зная транспортный поток, поступающий в канал и зная, что этот поток должен загрузить канал на величину ρ , определим общую требуемую пропускную способность канала τ :

$$\tau = \frac{V}{\rho}. \quad (16)$$

Рассчитав транспортный ресурс, необходимый для передачи пользовательской и сигнальной информации от каждого шлюза на коммутатор доступа, рассчитаем общий входящий трафик, который поступает на коммутатор доступа.

Рассчитывать транспортный ресурс, необходимый для подключения коммутатора доступа к сети выходит за рамки данного курсового проекта,

поэтому коммутатор доступа мы рассмотрим лишь для того, чтобы охватить возможные варианты абонентского доступа, а также показать, какое влияние оказывают абоненты различных категорий на общую сигнальную нагрузку.

Для передачи сигнального трафика обычно создается отдельный логический канал, параметры которого необходимо определить.

Пусть

L_{MEGACO} – средняя длина (в байтах) сообщения протокола Megaco/H.248,

N_{MEGACO} – среднее количество сообщений протокола Megaco/H.248 при обслуживании одного вызова,

L_{V5UA} – средняя длина сообщения протокола V5UA,

N_{V5UA} – среднее количество сообщений протокола V5UA при обслуживании одного вызова,

L_{IUA} – средняя длина сообщения протокола IUA,

N_{IUA} – среднее количество сообщений протокола IUA при обслуживании одного вызова,

L_{SIP} – средняя длина сообщения протоколов SIP/H.323,

N_{SIP} – среднее количество сообщений протоколов SIP/H.323 при обслуживании одного вызова.

В коммутаторе доступа для обмена сообщениями протокола MEGACO, используемого для управления шлюзом, должен быть предусмотрен транспортный ресурс, который определяется формулой:

$$V_{MEGACO} = k_{sig} [(P_{\text{anal}} \cdot N_{\text{anal}} + P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} + P_{V5} \cdot N_{V5} + P_{PBX} \cdot N_{PBX}) L_{MEGACO} \cdot N_{MEGACO}] / 450,$$

где

$$N_{V5} = J \cdot N_{j_V5}, \quad (17)$$

$$N_{PBX} = M \cdot N_{m_V5}, \quad (18)$$

$$N_{LAN} = I \cdot N_{i_LAN}, \quad (19)$$

k_{sig} – коэффициент использования транспортного ресурса при передаче сигнальной нагрузки.;

P_{anal} – удельная интенсивность потока вызовов в ЧНН от абонентов, использующих доступ по аналоговой телефонной линии;

P_{ISDN} – удельная интенсивность потока вызовов от абонентов, использующих базовый доступ ISDN;

P_{V5} – удельная (приведенная к одному каналу интерфейса) интенсивность потока вызовов от абонентов, подключаемых к пакетной сети через сети доступа интерфейса V5;

P_{PBX} – удельная (приведенная к одному каналу интерфейса) интенсивность потока вызовов от УАТС, подключаемых к пакетной сети;

P_{SH} – удельная интенсивность потока вызовов от абонентов, использующих терминалы SIP, H.323 (используется для терминалов, подключаемых как прямо к станции, так и при помощи LAN).

Сигнальный трафик в сети передается не равномерным непрерывным потоком, а отдельными блоками в течение всего сеанса связи, как это представлено на рис. 18.

T – длительность сеанса связи, а t_1, t_2, \dots, t_5 – длительности блоков сигнальной информации.

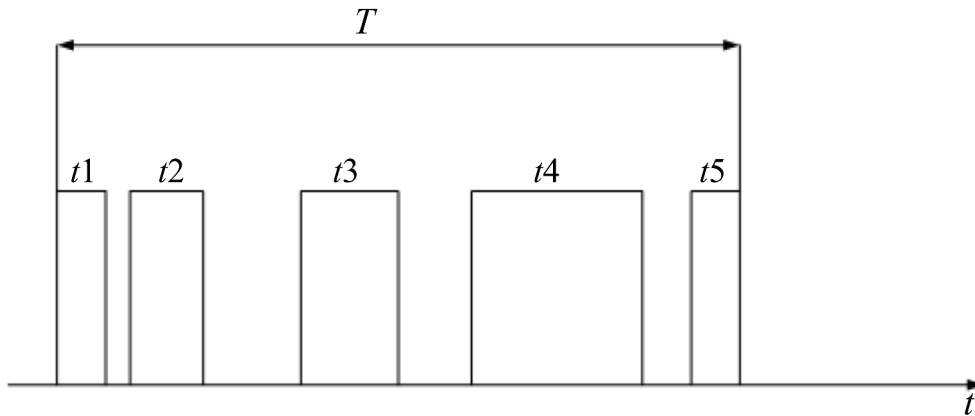


Рис. 18. Схема передачи сигнального трафика

Таким образом, этот коэффициент показывает величину, обратную той части времени, которая отводится из всего сеанса связи для передачи сигнальной информации:

$$k_{sig} = T / \sum_i t_i. \quad (20)$$

Примем значение $k_{sig} = 5$, что соответствует нагрузке в 0,2 Эрл (т. е. одна пятая часть времени сеанса тратится на передачу сигнальной информации).

1/450 – результат приведения размерностей «байт в час» к «бит в секунду» ($8/3600=1/450$), значение 1/90, приведенное ниже, получается при использовании $k_{sig} = 5$, и, следовательно, $5 \cdot 1/450 = 1/90$.

Для расчета транспортного ресурса шлюзов, необходимого для передачи сигнальной информации, используются те же параметры, что и для расчета транспортного ресурса гибкого коммутатора.

Так, для передачи сигнальной информации с целью обслуживания вызовов различных типов требуются следующие объемы полосы пропускания (бит/с):

$$V_{ISDN} = (P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} \cdot L_{IUA} \cdot N_{IUA}) / 90, \quad (21)$$

$$V_{V5} = (P_{V5} \cdot N_{V5} \cdot L_{V5UA} \cdot N_{V5UA}) / 90, \quad (22)$$

$$V_{PBX} = (P_{PBX} \cdot N_{PBX} \cdot L_{IUA} \cdot N_{IUA}) / 90, \quad (23)$$

$$V_{SH} = (P_{SH} \cdot N_{SH} \cdot L_{SH} \cdot N_{SH}) / 90, \quad (24)$$

$$V_{LAN} = (P_{SH} \cdot N_{LAN} \cdot L_{SH} \cdot N_{SH}) / 90. \quad (25)$$

4.2. Расчет оборудования гибкого коммутатора

Основной задачей гибкого коммутатора при построении распределенного абонентского концентратора является обработка сигнальной информации обслуживания вызова и управление установлением соединений.

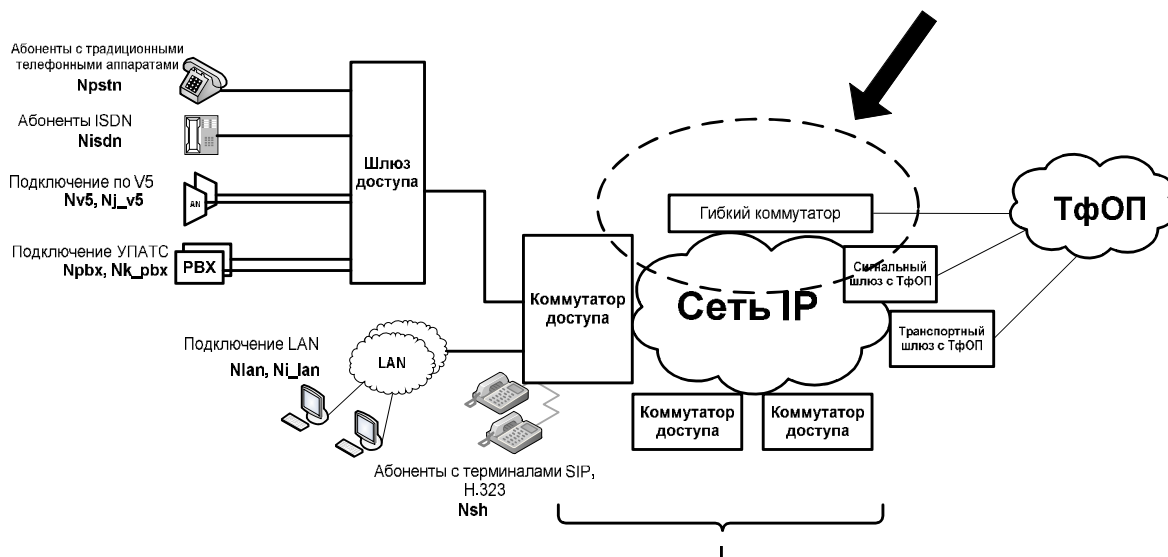


Рис. 19. Softswitch класса 5 в сети NGN

Задача

Определить требуемую производительность оборудования гибкого коммутатора.

Исходные данные для проектирования

К сети NGN могут подключаться пользователи разных типов, и для обслуживания их вызовов будут использоваться разные протоколы сигнализации.

В соответствии с данными отраслевого документа «Общие технические требования к городским АТС» удельная интенсивность потока вызовов (среднее число вызовов от одного источника в ЧНН) соответствует значениям, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Значения удельной интенсивности потока вызовов

P_{PSTN}	P_{ISDN}	P_{V5}	P_{PBX}	P_{SH}
5	10	35	35	10

Общая интенсивность потока вызовов от источников всех типов, обрабатываемых гибким коммутатором:

$$P_{CALL} = P_{\dot{O}i\dot{I}} \cdot N_{\dot{O}i\dot{I}} + P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} + P_{SH} \cdot N_{SH} + P_{V5} \cdot N_{V5} + P_{PBX} \cdot N_{PBX} + P_{SH} \cdot N_{LAN}. \quad (26)$$

Удельная производительность коммутационного оборудования может различаться в зависимости от типа обслуживаемого вызова, т.е. производительность при обслуживании, например, вызовов ТфОП и ISDN, может быть разной.

В документации на коммутационное оборудование, как правило, указывается производительность для наиболее «простого» типа вызовов. В связи с этим, при определении требований к производительности можно ввести поправочные коэффициенты, которые характеризуют возможности обслуживания системой вызовов того или иного типа относительно вызовов «идеального» типа.

Таблица поправочных коэффициентов приведена в задании на курсовое проектирование.

Таким образом, нижний предел производительности гибкого коммутатора (P_{SX}) при обслуживании потока вызовов с интенсивностью P_{CALL} может быть определен по формуле:

$$P_{SX} = k_{\dot{O}i\dot{I}} \cdot P_{\dot{O}i\dot{I}} \cdot N_{\dot{O}i\dot{I}} + k_{ISDN} \cdot P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} + k_{V5} \cdot P_{V5} \cdot \sum_{j=1}^J N_{j_V5} + k_{PBX} \cdot P_{PBX} \cdot \sum_{m=1}^M N_{m_BX} + k_{SH} \cdot P_{SH} \cdot N_{SH} + k_{SH} \cdot P_{SH} \cdot \sum_{i=1}^I N_{i_LAN}. \quad (27)$$

5. РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ТРАНЗИТНОГО КОММУТАТОРА

5.1. Расчет оборудования шлюзов

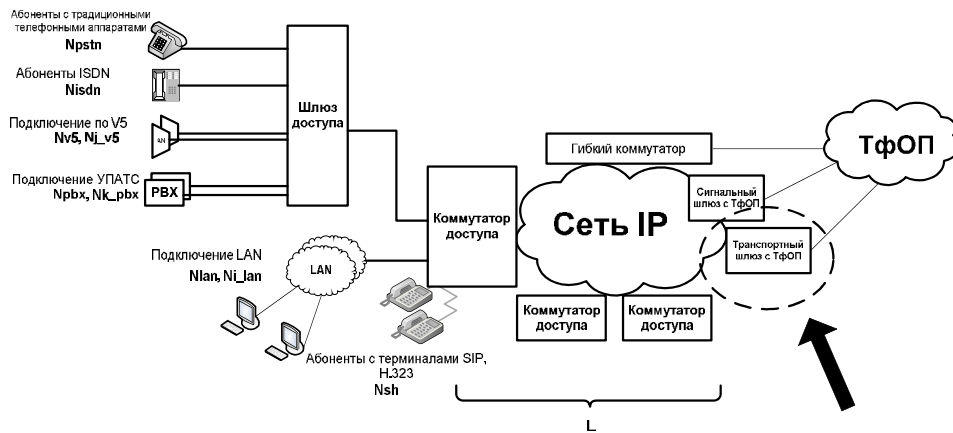


Рис. 20. Транспортный шлюз в сети NGN

Задачи

Определить число шлюзов.

Определить транспортный ресурс подключения транкинговых шлюзов к пакетной сети и емкостных показателей подключения.

Исходные данные для проектирования

- Количество линий E1, используемых для взаимодействия источников нагрузки разных типов с оборудованием шлюзов:
 - АТС, использующие систему сигнализации ОКС7 и подключаемые через транспортный шлюз MGW и сигнальный шлюз SGW;
 - АТС, подключаемые по каналам ОКС7 непосредственно к Softswitch и через транспортный шлюз MGW к пакетной сети. В данном случае сигнальный шлюз реализуется в оборудовании Softswitch;
- Удельная интенсивность нагрузки на каналы, поступающей от ТфОП на транспортный шлюз;
- Удельная интенсивность нагрузки на каналы соединительных линий, поступающей от ТфОП;
- Типы кодеков в планируемом к внедрению оборудовании шлюзов.

Вводятся следующие обозначения:

N_{1_E1} – число потоков E1 от АТС ТфОП, подключенных к транспортному шлюзу 1,

y_{A1} – удельная нагрузка одного канала 64 кбит/с в составе E1,

Y_{I_GW} – общая нагрузка, поступающая на транспортный шлюз от АТС ТфОП,

V_{INT} – полезный транспортный ресурс одного интерфейса,

N_{INT} – количество интерфейсов,

I – число типов интерфейсов,

N_{i_INT} – количество интерфейсов типа I ,

V_{i_INT} – полезный транспортный ресурс интерфейса типа I ,

N_{E1} – число интерфейсов E1, подключаемых к одному шлюзу.

Тогда значение удельной нагрузки (в эрлангах)

$$Y_{I_GW} = N_{I_E1} \cdot 30 \cdot y_{E1}. \quad (28)$$

Значение удельной нагрузки y_{E1} при расчетах примем равным 0,8 эрл. Такая нагрузка считается допустимой для соединительных линий.

Расчет необходимого транспортного ресурса для передачи пользовательской нагрузки будет аналогичным тому расчету, который был приведен в разд. 4.

Число каналов и их скорость известна, следовательно, пользуясь формулой (12), определяем интенсивность поступления пакетов на шлюз. В табл. 3 приведены нормируемые ИТУ параметры QoS для передачи трафика разных классов. Трафик VoIP обычно относят к нулевому классу. Теперь по формуле (14) определим значение интенсивности обслуживания поступающих вызовов на коммутатор доступа.

Таблица 3

Значения параметров задержки

Сетевые характеристики	Классы QOS				
	1	2	3	4	5
Задержка доставки пакета IP, IPDT	100 мс	400мс	100мс	400мс	Н
Вариация задержки пакета IP, IPDV	50 мс	50 мс	Н	Н	Н
Коэффициент потери пакетов IP, IPLR	0,001	0,001	0,001	0,001	Н

Коэффициент ошибок пакетов IP, IPER	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	Н
-------------------------------------	--------	--------	--------	--------	---

По формулам (15) и (16) находим нагрузку канала и рассчитываем необходимый транспортный ресурс.

Для передачи сигнального трафика создается отдельный логический канал, параметры которого необходимо определить. Помимо пользовательской информации, на транспортный шлюз поступают сообщения протокола MEGACO, для которых также должен быть выделен транспортный ресурс, и его можно вычислить по формуле:

$$V_{MEGACO} = k_{sig} \cdot L_{MEGACO} \cdot N_{MEGACO} \cdot P_{MEGACO} / 450 \text{ (бит/с)}, \quad (29)$$

где P_{MEGACO} – интенсивность поступления сообщений протокола MEGACO на шлюз в ЧНН; значение k_{sig} берем равным 5, как и в предыдущих разделах.

Таким образом, общий транспортный ресурс MGW (бит/с)

$$V_{GW} = \tau + V_{MEGACO}. \quad (30)$$

Количество и тип интерфейсов подключения транспортного шлюза к пакетной сети определяется транспортными ресурсами шлюза и топологией пакетной сети.

Транспортный ресурс шлюза и количество интерфейсов связаны соотношением:

$$V_{GW} = N_{INT} \cdot V_{INT} \text{ (бит/с)}. \quad (31)$$

При использовании интерфейсов разных типов соотношение (31) приобретает следующий вид:

$$V_{GW} = \sum_{i=1}^I (N_{i_INT} \cdot V_{i_INT}) \text{ (бит/с)}. \quad (32)$$

Параметры интерфейса подключения к пакетной сети определяются, исходя из интенсивности обмена сигнальными сообщениями в процессе обслуживания вызовов.

Количество интерфейсов можно определить по формуле:

$$N_{INT} = \frac{V_{GW}}{V_{INT}}, \quad (33)$$

где V_{INT} – полезный транспортный ресурс одного интерфейса.

При физической реализации сигнального шлюза (ОКС7) совместно с транспортным, необходимо рассчитать транспортный ресурс сигнального шлюза, который потребуется для передачи сообщений протокола MxUA (M2UA или M3UA).

5.2. Расчет оборудования гибкого коммутатора

Основной задачей гибкого коммутатора (рис. 21) при построении транзитного уровня коммутации является обработка сигнальной информации обслуживания вызова и управление установлением соединений. Требования к производительности гибкого коммутатора определяются интенсивностью потока вызовов, требующих обработки.

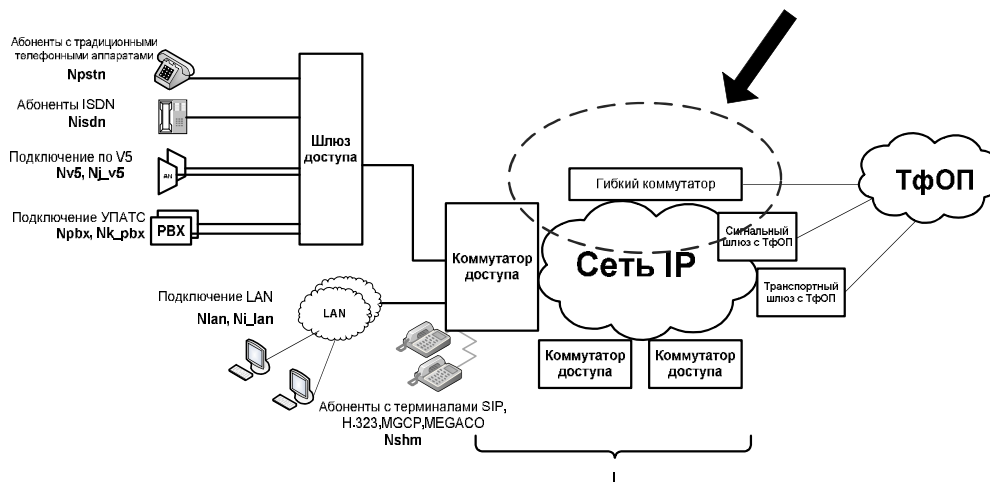


Рис. 21. Softswitch класса 4 в сети NGN

Задача

- Определить требуемую производительность оборудования гибкого коммутатора.

Производительность

Интенсивность потока поступающих вызовов определяется интенсивностью потока вызовов, приходящейся на один магистральный канал 64 кбит/с линии E1, а также числом E1, используемых для подключения станции к транспортному шлюзу.

Вводятся следующие обозначения:

P_{CH} – интенсивность потока вызовов, обслуживаемых одним магистральным каналом 64 кбит/с,

P_{GW} – интенсивность потока вызовов, обслуживаемых транспортным шлюзом,

L – число транспортных шлюзов, обслуживаемых гибким коммутатором.

Интенсивность потока вызовов (выз/чнн), поступающих на транспортный шлюз l , определяется формулой:

$$P_{l_GW} = N_{l_E1} \cdot 30 \cdot P_{CH} \quad (34)$$

Следовательно, интенсивность потока вызовов (выз/чнн), поступающих на гибкий коммутатор, можно вычислить как

$$P_{SX} = \sum_{l=1}^L P_{l_GW} = 30 \cdot P_{CH} \cdot \sum_{l=1}^L N_{l_E1}. \quad (35)$$

Параметры интерфейсов подключения к пакетной сети

Параметры интерфейса подключения к пакетной сети определяются, исходя из интенсивности обмена сигнальными сообщениями в процессе обслуживания вызовов. При использовании гибкого коммутатора для организации распределенного транзитного коммутатора сообщения сигнализации ОКС7 поступают на Softswitch в формате сообщений протокола MxUA или M3UA, в зависимости от реализации.

Введем следующие обозначения:

L_{MXUA} – средняя длина сообщения (в байтах) протокола MxUA,

N_{MXUA} – среднее количество сообщений протокола MxUA при обслуживании вызова,

L_{MEGACO} – средняя длина сообщения (в байтах) протокола MEGACO, используемого для управления транспортным шлюзом,

N_{MEGACO} – среднее количество сообщений протокола MEGACO при обслуживании вызова,

P_{SIG} – интенсивность потока вызовов, обслуживаемых сигнальным шлюзом.

Тогда транспортный ресурс Softswitch (бит/с), необходимый для обмена сообщениями протокола MxUA:

$$V_{SX_MXUA} = k_{sig} \cdot L_{MXUA} \cdot N_{MXUA} \cdot P_{SX} / 450, \quad (36)$$

где k – коэффициент использования ресурса.

Аналогично, транспортный ресурс гибкого коммутатора (бит/с), необходимый для обмена сообщениями протокола MEGACO:

$$V_{SX_MEGACO} = k_{sig} \cdot L_{MEGACO} \cdot N_{MEGACO} \cdot P_{SX} / 450, \quad (37)$$

Суммарный минимальный полезный транспортный ресурс Softswitch (бит/с), требуемый для обслуживания вызовов в структуре транзитного коммутатора:

$$V_{SX} = V_{SX_MXUA} + V_{SX_MEGACO}. \quad (38)$$

Определение транспортного ресурса сигнального шлюза производится по аналогии с расчетом транспортного ресурса гибкого коммутатора. Необходимая полоса пропускания SGW определяется интенсивностью потока поступающих вызовов и объемом информации, требуемой для обслуживания каждого вызова.

Учитывая среднюю длину и количество сообщений протокола MxUA, необходимых для обслуживания одного вызова, можно вычислить транспортный ресурс (бит/с) сигнальных шлюзов для подключения к пакетной сети (с приведением размерностей):

$$V_{SIG} = k_{sig} \cdot P_{SIG} \cdot L_{MXUA} \cdot N_{MXUA} / 450. \quad (39)$$

5.3. Расчет оборудования сети IMS

На рис. 22 представлена упрощенная схема архитектуры IMS. На ней изображены только основные функциональные элементы архитектуры, сертифицированной 3GPP. В курсовом проекте рассматриваем сети ТфОП и IMS, между которыми организуется взаимодействие.

Вызовы, создаваемые в сети ТфОП, попадают через оборудование шлюзов в сеть IMS, а именно к Softswitch, выполняющему роль MGCF.

От Softswitch информация поступает на I-CSCF, P-CSCF и S-CSCF, где начинается процесс обслуживания вызова. В зависимости от типа передаваемой информации и требуемой услуги для обслуживания вызова может быть задействован MRF и/или сервер (а) приложений (AS).

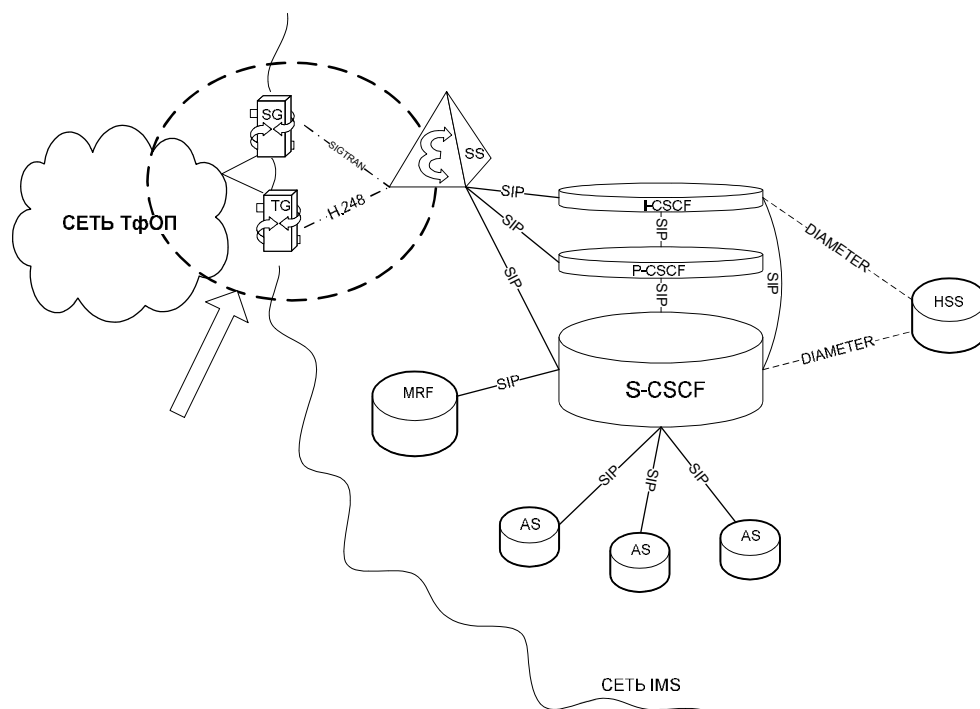


Рис. 22. Архитектура IMS. Стык сети ТфОП и IMS

Во избежание путаницы, на рис. 22 отмечены только те логические связи между элементами, которые имеют значение и/или учитываются при расчетах в курсовом проекте. На линиях, указан протокол, при помощи которого осуществляется взаимодействие между функциональными объектами.

Выделенный пунктиром фрагмент представляет собой схему из разд. 4. Основной задачей функционального элемента MGCF/Softswitch является управление транспортными шлюзами на границе с сетью ТфОП. В разд. 4 уже был произведен расчет этого оборудования, поэтому будем пользоваться результатами, полученными ранее.

Ссылки на уже рассчитанные величины, которые потребуются для дальнейших расчетов, будут приведены по ходу проектирования.

5.4. Расчет необходимого транспортного ресурса, необходимого для обеспечения сигнального обмена с функцией S-CSCF

Попадая в сеть IMS, вызовы в конечном итоге обслуживаются одной из S-CSCF. Этот сетевой элемент представляет собой SIP-сервер, управляющий сеансом связи. Для выполнения своих функций он получает от других сетевых элементов всю информацию об устанавливаемом соединении и требуемой услуге (рис. 23).

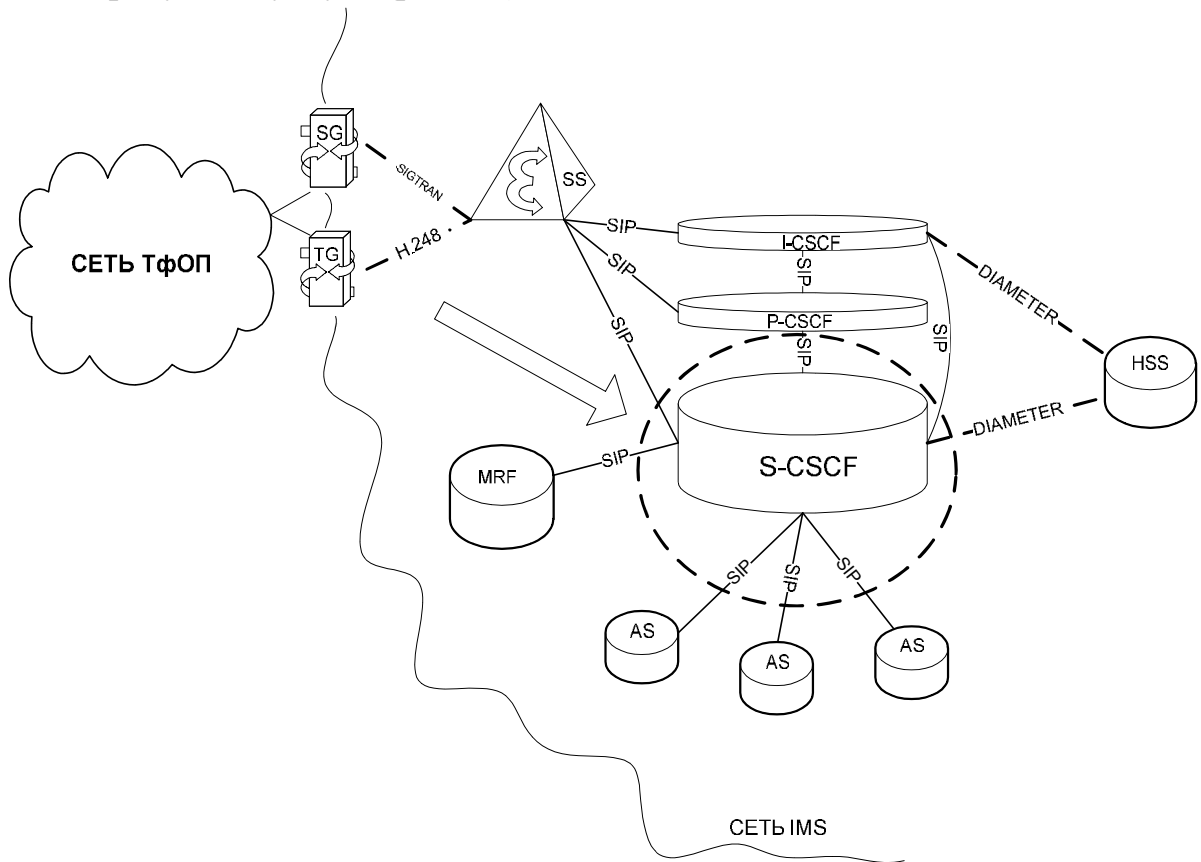


Рис. 23. S-CSCF в архитектуре IMS

Как уже было сказано во второй главе, функции IMS могут иметь разную физическую декомпозицию, то есть, они могут быть реализованы как в виде единого блока, обладающего всеми возможностями, так и представлять собой набор устройств, каждое из которых отвечает за реализацию конкретной функции. Независимо от физической реализации, интерфейсы остаются стандартными. Поэтому, рассчитав в отдельности каждую из функций, можно оценить требуемую производительность сервера как при

отдельной ее реализации, так и в случае реализации совместно с другими элементами.

Задача

Определить транспортный ресурс функции S-CSCF, необходимый для обслуживания вызовов, учитывая только обмен сообщениями SIP.

Исходные данные для проектирования

Вызовы из сети ТфОП через оборудование шлюзов поступают на Softswitch (рис. 23), который в архитектуре IMS выполняет функции MGCF. Softswitch по протоколу SIP обращается к I-CSCF, которая в свою очередь, в ходе установления соединения обменивается сообщениями SIP с S-CSCF. Через I-CSCF Softswitch передает S-CSCF адресную информацию, информацию о местонахождении вызываемого пользователя, а также информацию об услуге, запрашиваемой вызываемым абонентом. Получив эту информацию и обработав ее, S-CSCF начинает процесс обслуживания вызова. В зависимости от требуемой услуги, S-CSCF может обратиться к медиа-серверу (MRF) или к серверам приложений (AS). Таким образом, S-CSCF ведет сигнальный обмен с MGCF, I-CSCF, MRF, AS. В ходе предоставления речевых услуг существует также SIP-соединение с P-CSCF, но мы его не учитываем в процессе расчета транспортного ресурса, так как его влияние незначительно.

Введем следующие обозначения:

Среднее число SIP сообщений при обслуживании одного вызова между – :

- a) SS и S-CSCF – N_{sip1} ,
- b) MRF и S-CSCF – N_{sip2} ,
- c) AS и S-CSCF – N_{sip3} ,
- d) I-CSCF и S-CSCF – N_{sip4} ,

Средняя длина сообщения SIP в байтах – L_{sip} ;

$X\%$ – процент вызовов, при обслуживании которых требуется обращение к серверу MRF;

$Y\%$. Процент вызовов, при обслуживании которых требуется обращение к серверам приложений AS;

$V_{ss-s-cscf}$ – транспортный ресурс между MGCF и S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

$V_{as-s-cscf}$ – транспортный ресурс между серверами приложений (AS) и S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

$V_{mrf-s-cscf}$ – транспортный ресурс между MRF и S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

$V_{i-cscf-s-cscf}$ – транспортный ресурс между I-CSCF и S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

V_{s-cscf} – общий транспортный ресурс S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов.

Тогда общий требуемый транспортный ресурс будет равен суммарному транспортному ресурсу взаимодействия функции S-CSCF с другими элементами IMS архитектуры:

$$V_{s-cscf} = V_{i-cscf-s-cscf} + V_{mrf-s-cscf} + V_{as-s-cscf} + V_{ss-s-cscf}, \quad (40)$$

где

$$V_{ss-s-cscf} = k_{sig} (L_{sip} \cdot N_{sip1} \cdot P_{sx}) / 450, \quad (41)$$

$$V_{as-s-cscf} = k_{sig} (L_{sip} \cdot N_{sip2} \cdot P_{sx} \cdot X\%) / 450, \quad (42)$$

$$V_{mrf-s-cscf} = k_{sig} (L_{sip} \cdot N_{sip3} \cdot P_{sx} \cdot Y\%) / 450, \quad (43)$$

$$V_{i-cscf-s-cscf} = k_{sig} (L_{sip} \cdot N_{sip4} \cdot P_{sx}) / 450; \quad (44)$$

Значения P_{sx} , k_{sig} и L_{sip} , которые используются в формулах (40) - (44), были рассчитаны или заданы в предыдущих разделах:

- Величина P_{sx} рассчитывается в разд. 4 при расчете оборудования гибкого коммутатора по формуле (40).
- Значение k_{sig} задается в разд. 4 при расчете шлюза доступа.
- Значение параметра L_{sip} совпадает со значением параметра L_{sh} , который задается в исходных данных к разд. 4.

5.5. Расчет необходимого транспортного ресурса, необходимого для обеспечения сигнального обмена с функцией I-CSCF

Так же, как и S-CSCF, функциональный элемент I-CSCF участвует в соединениях, затрагивающих взаимодействие разнородных сетей. Помимо функций SIP-прокси, он взаимодействует с HSS и SLF, получает от них информацию о местонахождении пользователя и об обслуживающем его S-CSCF.

Будем проводить расчет транспортного ресурса, необходимого для взаимодействия I-CSCF с другими элементами сети. Как видно из диаграммы и рис. 24, I-CSCF взаимодействует с S-CSCF, с Softswitch (MGCF), а также с P-CSCF и HSS. При расчете будем учитывать взаимодействие только с первыми двумя компонентами, так как взаимодействие с HSS про-

исходит при помощи протокола DIAMETER, что выходит за рамки курсового проектирования.

Задача

Определить транспортный ресурс на I-CSCF для обеспечения сигнального обмена по SIP, необходимого для обслуживания вызовов.

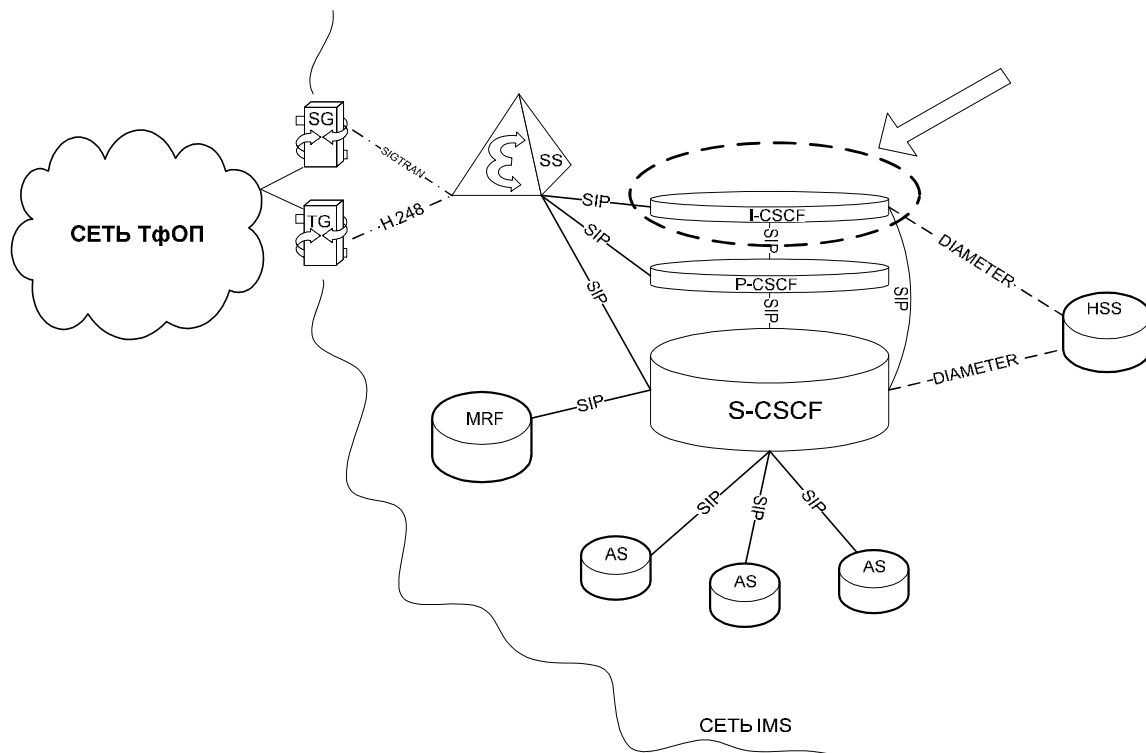


Рис. 24. I-CSCF в архитектуре IMS

Данные для проектирования

I-CSCF связан SIP-соединением только с Softswitch (MGCF) и S-CSCF.

- 1) Число SIP-сообщений при обслуживании одного вызова между :
 - a) I-CSCF и S-CSCF – N_{sip4} ,
 - b) SSW и I-CSCF – N_{sip5} .

- 2) Средняя длина сообщения SIP в байтах – L_{sip} .

Введем следующие обозначения:

V_{i-cscf} – общий транспортный ресурс I-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов,

$V_{ss-i-cscf}$ – транспортный ресурс между SoftSwitch и I-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов.

Тогда общий транспортный ресурс:

$$V_{i-cscf} = V_{ss-i-cscf} + V_{i-cscf-s-cscf}. \quad (45)$$

Значение $V_{i-cscf-s-cscf}$ рассчитано ранее по (44), а $V_{ss-i-cscf}$ вычисляется по формуле:

$$V_{ss-i-cscf} = k_{sig}(L_{sip} \cdot N_{sip5} \cdot P_{sx}). \quad (46)$$

На функциональную схему сети IMS необходимо нанести полученные результаты расчета транспортных ресурсов для S-CSCF и I-CSCF.

6. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ И ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

6.1. Исходные данные

Для нечетных вариантов использование кодеков следующее:

- 20% вызовов – кодек G.711
- 20% вызовов – кодек G.723 I/r
- 30% вызовов – кодек G.723 h/r
- 30% вызовов – кодек G.729A.

Для нечетных вариантов $n = 0,9$.

Для четных вариантов использование кодеков следующее:

- 30% вызовов – кодек G.711
- 30% вызовов – кодек G.723 I/r
- 20% вызовов – кодек G.723 h/r
- 20% вызовов – кодек G.729A.

Для четных вариантов $n = 0,5$.

Таблица 4

Поправочные коэффициенты

Вариант	K_{PSTN}	K_{ISDN}	K_{V5}	K_{PBX}	K_{SHM}
Нечетный	1,25	1,75	2	1,75	1,9
Четный	1,3	1,8	1,9	1,8	2

Таблица 5

Варианты заданий на курсовое проектирование

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
N_{PSTN} (аб)	5000	8000	11000	14000	12000	6000	7000	15000	10000	5000	13000	7500	8500	9000	11000	20000	10000	15500	13000	8000	5000
N_{ISDN} (аб)	500	300	700	600	800	200	400	1000	600	200	900	350	550	400	600	1200	1500	900	1100	500	700
N_{sh} (аб)	100	150	200	250	100	50	150	200	250	50	100	100	150	50	200	250	1000	1000	300	200	150
I	8	7	6	5	4	7	8	9	5	4	6	8	9	3	5	9	7	10	3	5	7
N_{i_lan} (аб)	40	30	20	50	30	40	60	70	20	40	30	20	50	30	60	70	40	70	90	20	50
J	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	6	8	9	2	3
N_{j_v5} (аб)	90	80	70	60	50	40	30	20	90	80	70	60	50	40	30	20	60	50	40	30	20
M	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	1	6	5	4	3	2
N_{m_pbx} (аб)	100	150	120	140	130	90	100	80	200	150	120	130	150	200	100	250	100	300	400	200	150
L_{MEGACO} (байт)	150	145	155	150	145	155	150	145	155	150	145	155	150	145	155	150	150	155	145	150	155
N_{MEGACO} (сообщ.)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
L_{V5UA} (байт)	145	150	155	145	150	155	145	150	155	145	150	155	145	150	155	145	150	150	155	145	150
N_{V5UA} (сообщ.)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
L_{IUA} (байт)	155	145	150	155	145	150	155	145	150	155	145	150	155	145	150	155	145	145	150	155	150
N_{IUA} (сообщ.)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Продолжение таблицы 5

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
L_{SH} (байт)	140	145	150	155	140	145	150	155	140	145	150	155	140	145	150	155	160	160	155	145	140
N ^{SH} (сообщений)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
NI_E1	5	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	9	8	7	6	5	4	3	2
Pch (выз/чнн)	1000	1500	2000	2500	1000	1500	2000	2500	1000	1500	2000	2500	1000	1500	2000	2500	1000	1500	2000	2500	1000
L (для задания 2)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1
Pmegaco (выз/чнн)	6000	5000	7000	6500	7500	8500	5500	6000	5000	7000	6500	7500	8500	5500	6000	5000	7000	6500	7500	8500	5500
Lmхua (байт)	160	150	140	145	155	165	170	175	145	150	155	160	165	170	175	160	150	140	145	155	165
Nmхua (сообщений)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Psig (выз/чнн)	18000	10000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	10000	15000	10000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	10000	15000	20000	25000
P (выз/чнн)	0,25	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,2	0,21
N_{sip1}	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15
N_{sip2}	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10
N_{sip3}	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15
N_{sip4}	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5
N_{sip5}	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5
X%	15	20	30	40	50	60	50	40	30	15	20	30	40	50	60	15	20	30	40	50	60
Y%	40	30	20	10	15	20	25	30	35	40	45	10	15	20	25	30	35	40	45	10	15

6.2. Требования к содержанию и оформлению пояснительной записки

Пояснительная записка должна содержать расчеты ко всем пунктам задания. Расчеты должны быть приведены полностью и по порядку, предложенному в задании. Каждая формула должна быть приведена полностью сначала в символьном выражении, затем в численном, но так чтобы были видны все множители и слагаемые, а уже затем должен быть указан результат вычисления. Все результаты должны быть приведены с наименованием и кратким пояснением. Отсутствие наименования, расшифровки формул и пояснений будет считаться ошибкой.

В курсовой работе достаточно много однотипных вычислений, но, несмотря на это, для каждого пункта все вычисления необходимо приводить полностью и в полном объеме для всех фрагментов сети.

К каждому разделу курсового проекта необходимо привести схему сети или ее фрагмента с нанесенными на нее результатами вычислений. В случае большого количества шлюзов необходимо разбить общую схему на несколько фрагментов и на каждом из них привести полученные результаты расчетов.

При выборе оборудования шлюзов для проектирования сети необходимо обоснование выбора того или иного вида оборудования, а также привести таблицы соответствия основных параметров выбранного оборудования и параметров подключения абонентов к нему. Помимо таблиц следует указать производителя оборудования, модель и адрес интернет-ресурса, с которого взята информация. В саму пояснительную записку стоит включить краткое описание выбранного оборудования.

Пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями к текстовым документам. Текст выполняется на листах формата А4 (210×297 мм) с применением печатающих и графических устройств вывода компьютера. Тип шрифта: Times New Roman Cyr. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов: полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Межстрочный интервал полуторный. Формулы должны быть оформлены в редакторе формул и вставлены в документ как объект.

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами. Номер страницы проставляют в правом нижнем углу без точки в конце. Текст основной части разделяют на разделы, подразделы, пункты. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего текста, обозначенные арабскими цифрами без точки. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела, номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Подраздел допускается разбивать на пункты. Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Титульный лист является первым листом курсовой работы. Переносы слов в надписях титульного листа не допускаются. Примеры оформления титульного листа курсовой работы приведены на рис. 25.

Пример оформления титульного листа

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНАЦИЙ
им. проф. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА

наименование факультета

наименование кафедры

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту
по дисциплине

наименование дисциплины

на тему

Расчет и проектирование сетевого оборудования NGN/IMS
(наименование курсовой работы в соответствии с заданием)

Вариант № _____

Группа № _____

Студент группы _____ (_____)
(подпись) (Ф.И.О.)

Руководитель _____ (_____)
(должность, подпись) (Ф.И.О.)

Оценка _____ (_____)

201_ г.

Рис. 25. Титульный лист курсового проекта

Подготовка к защите курсового проекта включает в себя окончательное редактирование пояснительной записки; представление завершенной курсовой работы руководителю. К защите допускаются студенты, получившие зачет по основному курсу и в срок представившие курсовую работу преподавателю.

7. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Основные расчеты по заданию первого варианта.

7.1. Проектирование распределенного абонентского концентратора

Расчет шлюза доступа

Заполним таблицу исходных данных для первого задания.

Таблица 6

Исходные данные

Величина	Значение
$N_{\text{об } i \text{ } i}$	5000 абонентов
N_{ISDN}	500 абонентов
N_{SH}	100 абонентов
I	8 LAN
N_{i_lan}	40 абонентов
K	3 УПАТС
N_{k_pbx}	100 абонентов
J	2 сети доступа
N_{j_V5}	90 абонентов
L_{MEGACO}	150 байт
N_{MEGACO}	10 сообщений
L_{v5ua}	145 байт
N_{v5ua}	10 сообщений
L_{iua}	155 байт
N_{iua}	10 сообщений
L_{sh}	140 байт
N_{sh}	10 сообщений
L_{mgcp}	150 байт
N_{mgcp}	10 сообщений

Определим нагрузку, поступающую от различных абонентов на шлюз доступа.

Общая нагрузка от абонентов ТфОП:

$$Y_{\text{тфоп}} = y_{\text{тфоп}} \cdot N_{\text{тфоп}} = 0,1 \cdot 5000 = 500 \text{ (Эрл)}.$$

Общая нагрузка от абонентов ISDN:

$$Y_{\text{ISDN}} = y_{\text{ISDN}} \cdot N_{\text{ISDN}} = 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ (Эрл)}.$$

Нагрузка оборудования доступа j интерфейса V5:

$$Y_{j_v5} = y_{j_v5} \cdot N_{j_v5} = 0,8 \cdot 90 = 72 \text{ (Эрл)}.$$

Общая нагрузка, поступающая на шлюз доступа, который обеспечивает подключение оборудования доступа через интерфейс V5:

$$Y_{V5} = \sum_{j=1}^J Y_{j_V5} = 0,8 \cdot \sum_{j=1}^J N_{j_V5}.$$

$$Y_{V5} = 2 \cdot 72 = 144 \text{ (Эрл)}.$$

Нагрузка от УПАТС k :

$$Y_{k_pbx} = y_{k_pbx} \cdot N_{k_pbx} = 0,8 \cdot 100 = 80 \text{ (Эрл)}.$$

Общая нагрузка, поступающая на транкинговый шлюз, к которому подключено оборудование УПАТС:

$$Y_{pbx} = 3 \cdot 80 = 240 \text{ (Эрл)}.$$

Если шлюз реализует функции резидентного шлюза доступа, шлюза доступа и транкингового шлюза подключения УПАТС, то общая нагрузка, поступающая на шлюз:

$$Y_{GW} = Y_{\text{тфоп}} + Y_{\text{ISDN}} + Y_{V5} + Y_{pbx} = 500 + 100 + 240 + 144 = 984 \text{ (Эрл)}.$$

Для нашего примера выберем оборудование некоторого «Производителя», у которого по техническим спецификациям максимальное количество портов POTS = 2000, портов ISDN = 500, портов для подключения V5 = 5, количество портов для подключения PBX = 3.

Исходя из количества портов различных типов, необходимо поставить 3 шлюза. Схема распределения подключения абонентов приведена на рис. 26.

Для каждого из сетевых элементов составим следующую таблицу, в которой проводится сравнение максимальных значений параметров подключения, предусмотренных для этого оборудования, и того реального ко-

личества подключенных абонентов, которое мы рассчитываем осуществить.

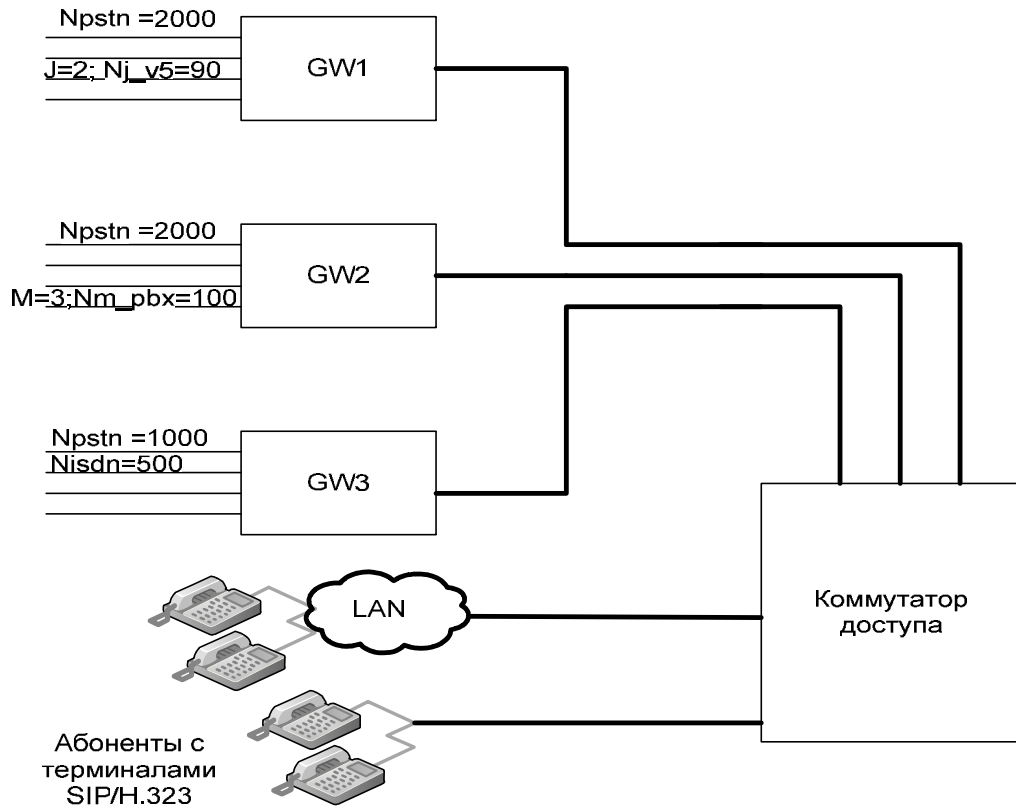


Рис. 26. Распределение подключения абонентов

Для шлюза GW1

Количество портов	Значение для оборудования фирмы «Производитель 1»	Подключено портов (согласно заданию)
Количество портов для POTS	2000	2000
Количество портов ISDN	500	0
Количество портов PRI	3	0
Количество портов V5	5	2

Для шлюза GW2

Количество портов	Значение для оборудования фирмы «Производитель 1»	Подключено портов (согласно заданию)
Количество портов для POTS	2000	2000
Количество портов ISDN	500	0
Количество портов PRI	3	3
Количество портов V5	5	0

Для шлюза GW3

Количество портов	Значение для оборудования фирмы «Производитель 1»	Подключено портов (согласно заданию)
Количество портов для POTS	2000	2000
Количество портов ISDN	500	500
Количество портов PRI	3	0
Количество портов V5	5	0

В качестве коммутатора доступа выберем оборудование «Производитель 2». Составим для него аналогичную таблицу.

Параметр	Значение для оборудования фирмы «Производитель 2»	Что подключено (согласно заданию)	Подключено портов (согласно заданию)	Всего занято портов
Количество портов	300	MG	3	111
		Абоненты SIP/H.323	100	
		LAN	8	

При таком распределении подключения абонентов по шлюзам появляется возможность покупать меньше разнотипных плат в каждый отдельный шлюз, что приводит к уменьшению стоимости проекта.

Для рассматриваемого варианта задано следующее процентное соотношение использования различных кодеков:

- 20% вызовов – кодек G.711,
- 20% вызовов – кодек G.723 I/r,
- 30% вызовов – кодек G.723 h/r,
- 30% вызовов – кодек G.729 A.

Скорости, с которыми будет передаваться пользовательская информация при условии использования кодеков разных типов:

Для кодека G. 711

$$V_{tranc_cod} = 134/80 \cdot 64 = 107,2 \text{ (кбит/с)}$$

Для кодека G. 723.1 I/r

$$V_{tranc_cod} = 74/20 \cdot 6,4 = 23,68 \text{ (кбит/с)}$$

Для кодека G. 723.1 h/r

$$V_{tranc_cod} = 78/24 \cdot 5,3 = 17,225 \text{ (кбит/с)}$$

Для кодека G. 729

$$V_{tranc_cod} = 64/10 \cdot 8 = 51,2 \text{ (кбит/с)}$$

Рассчитаем, какая нагрузка поступает на каждый шлюз. В данном примере подробно приведем подробный расчет только для одного шлюза. Расчеты для остальных шлюзов будут идентичны. В пояснительной записке к курсовой работе должны быть приведены полностью все расчеты.

1-й шлюз

$$Y_{GW_1} = Y_{PSTN} + Y_{v5} = y_{PSTN} \cdot N_{PSTN} + y_{v5} \cdot N_{v5} = 200 + 144 = 344 \text{ Эрл.}$$

При этом данная нагрузка обрабатывается разными кодеками, их процентное соотношение было приведено выше.

Для кодека G. 711

$$Y_{GW_1} = 344 \cdot 0,2 = 68,8 \text{ эрл.}$$

Для кодека G. 723.1 I/r

$$Y_{GW_1} = 344 \cdot 0,2 = 68,8 \text{ эрл.}$$

Для кодека G. 723.1 h/r

$$Y_{GW_1} = 344 \cdot 0,3 = 103,2 \text{ эрл.}$$

Для кодека G. 729

$$Y_{GW_1} = 344 \cdot 0,3 = 103,2 \text{ эрл.}$$

Рассмотрим СМО с потерями.

Пользуясь калькулятором Эрланга, определим число соединений, необходимое для обслуживания нагрузки, обрабатываемой кодеком определенного типа (x), с условием что ρ (вероятность потери вызовов) = 0,25:

Для кодека G. 711: $X=55$;

Для кодека G. 723.1 I/r: $X=55$;

Для кодека G. 723.1 h/r: $X=81$;

Для кодека G. 729: $X=81$.

Таким образом, транспортный поток на выходе кодека G. 711:

$$V_{C(G_711)} = 55 \cdot 107,2 = 5896 \text{ (кбит/с).}$$

Для других кодеков рассчитываем потоки аналогично:

$$V_{C(G. 723.1 I/r)} = 55 \cdot 23,68 = 1302,4 \text{ (кбит/с),}$$

$$V_{C(G. 723.1 h/r)} = 81 \cdot 17,225 = 1395,225 \text{ (кбит/с),}$$

$$V_{C(G. 729)} = 81 \cdot 51,2 = 4147,2 \text{ (кбит/с),}$$

Тогда транспортный поток на выходе первого шлюза:

$$V_{GW_1} = 5896 + 1302,4 + 1395,225 + 4147,2 = 12740,9 \text{ (кбит/с).}$$

Нанесем полученные результаты на схему шлюза (рис. 27).

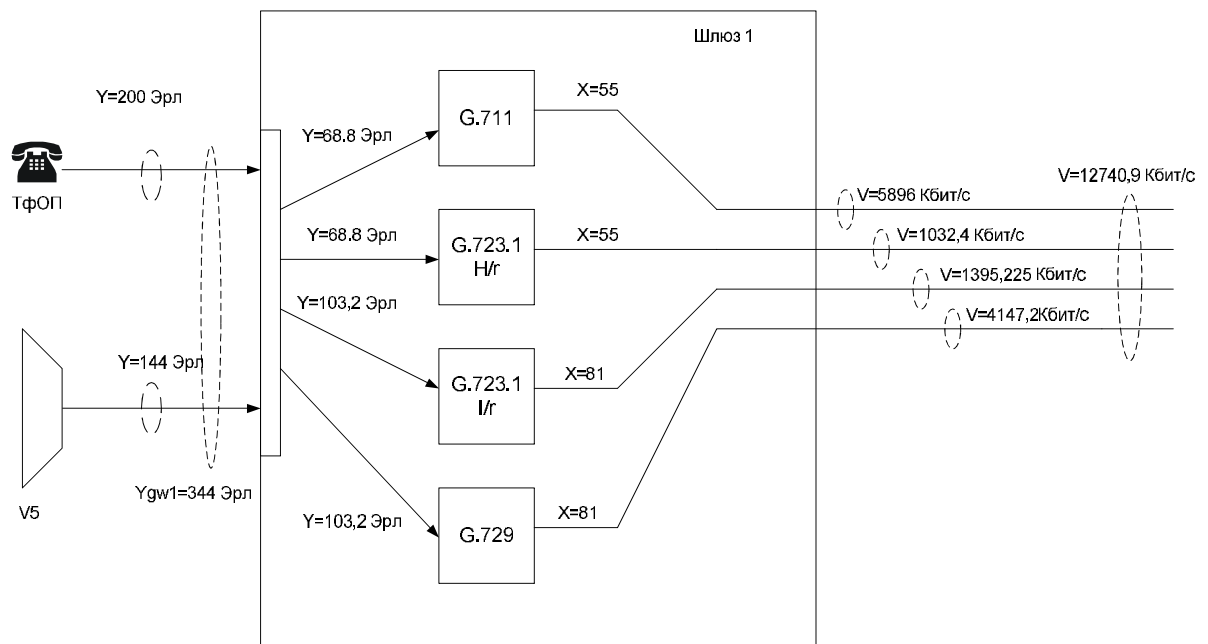


Рис. 27. Результаты расчета

Рассчитаем аналогично для остальных 2-х шлюзов и получим:

$$V_{GW_2} = 16010,1 \text{ (кбит/с);}$$

$$V_{GW_3} = 7603,44 \text{ (кбит/с).}$$

Рассчитаем общий транспортный поток в интерфейсе подключения шлюзов к коммутатору доступа:

$$V=12740,9 + 16010,1 + 7603,44 = 36354,44 \text{ (кбит/с).}$$

Перейдем к рассмотрению СМО с ожиданием.

Определим λ для каждого вида кодека:

$$\lambda_{G.711} = 107,2/134 = 0,8;$$

$$\lambda_{G.723.1 \cdot I/r} = 0,32;$$

$$\lambda_{G.723.1 \cdot h/r} = 0,22;$$

$$\lambda_{G.711} = 0,8.$$

Теперь можно рассчитать общую интенсивность поступления пакетов в канал:

$$\lambda = 0,8 + 0,32 + 0,22 + 0,8 = 2,14.$$

Зная величину задержки и интенсивность поступления заявок, определим интенсивность обслуживания заявок в канале:

$$\mu = 1/100 + 2,14 = 2,15.$$

Рассчитав значения интенсивности поступления и обслуживания заявок, определим нагрузку канала:

$$\rho = 2,14/2,15 = 0,995.$$

Зная транспортный поток, поступающий в канал, и зная, что этот поток может максимально нагружать канал на величину ρ , определим общий требуемый объем канала τ :

$$\tau = 36354,44/0,995 = 36537,13 \text{ (кбит/с)}.$$

Рассчитаем общее количество абонентов, подключенных при помощи сетей LAN, PBX и V5:

$$N_{V5} = J \cdot N_{j_V5} = 2 \cdot 90 = 180,$$

$$N_{PBX} = M \cdot N_{m_V5} = 3 \cdot 100 = 300,$$

$$N_{LAN} = I \cdot N_{i_LAN} = 8 \cdot 40 = 320.$$

В коммутаторе доступа для обмена сообщениями протокола MEGACO, используемого для управления шлюзом, должен быть предусмотрен транспортный ресурс, который определяется формулой:

$$V_{MEGACO} = k_{sig} [(P_{\dot{\sigma}\dot{\sigma}\dot{\sigma}} \cdot N_{\dot{\sigma}\dot{\sigma}\dot{\sigma}} + P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} + P_{V5} \cdot N_{V5} + P_{PBX} \cdot N_{PBX}) \cdot L_{MEGACO} \cdot N_{MEGACO}]$$

$$V_{MEGACO} = 5 \cdot 150 \cdot 10 (5 \cdot 5000 + 10 \cdot 500 + 35 \cdot 180 + 35 \cdot 300) / 450 = 780000 \text{ (бит/с)}.$$

Для передачи сигнальной информации с целью обслуживания вызовов различных типов требуются следующие размеры полосы пропускания:

$$V_{ISDN} = P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} \cdot L_{iua} \cdot N_{iua} / 90 = 10 \cdot 500 \cdot 155 \cdot 10 / 90 = 86111 \text{ (бит/с)},$$

$$V_{v5} = (P_{v5} \cdot N_{v5} \cdot L_{v5ua} \cdot N_{v5ua}) / 90 = 35 \cdot 180 \cdot 145 \cdot 10 / 90 = 101500 \text{ (бит/с)},$$

$$V_{PBX} = (P_{PBX} \cdot N_{PBX} \cdot L_{iua} \cdot N_{iua}) / 90 = 35 \cdot 300 \cdot 155 \cdot 10 / 90 = 180833 \text{ (бит/с)},$$

$$V_{SH} = (P_{SH} \cdot N_{SH} \cdot L_{SH} \cdot N_{SH}) / 90 = 100 \cdot 10 \cdot 140 \cdot 10 / 90 = 15556 \text{ (бит/с)},$$

$$V_{LAN} = (P_{SH} \cdot N_{LAN} \cdot L_{SH} \cdot N_{SH}) / 90 = 140 \cdot 10 \cdot 320 \cdot 10 / 90 = 49778 \text{ (бит/с)}.$$

7.2. Расчет оборудования распределенного транзитного коммутатора

Рассчитаем общую интенсивность потока вызовов от источников всех типов, обрабатываемых гибким коммутатором:

$$P_{CALL} = P_{\dot{\sigma}\dot{\sigma}\dot{\sigma}} \cdot N_{\dot{\sigma}\dot{\sigma}\dot{\sigma}} + P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} + P_{SH} \cdot N_{SH} +$$

$$P_{V5} \cdot N_{V5} + P_{PBX} \cdot N_{PBX} + P_{SH} \cdot N_{LAN},$$

$$P_{CALL} = 5 \cdot 5000 + 10 \cdot 500 + 10 \cdot 100 + 35 \cdot 180 + 35 \cdot 300 + 10 \cdot 320 = 51000 \text{ (выз/чнн)}.$$

Теперь определим нижний предел производительности гибкого коммутатора при обслуживании потока вызовов с интенсивностью P_{CALL} :

$$P_{SX} = k_{\dot{\sigma}\dot{\sigma}\dot{\sigma}} \cdot P_{\dot{\sigma}\dot{\sigma}\dot{\sigma}} \cdot N_{\dot{\sigma}\dot{\sigma}\dot{\sigma}} + k_{ISDN} \cdot P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} + k_{V5} \cdot P_{V5} \cdot \sum_{j=1}^J N_{j_V5} +$$

$$k_{PBX} \cdot P_{PBX} \cdot \sum_{m=1}^M N_{m_PBX} + k_{SH} \cdot P_{SH} \cdot N_{SH} + k_{SH} \cdot P_{SH} \cdot \sum_{i=1}^I N_{i_LAN}.$$

$$P_{SX} = 1,25 \cdot 5 \cdot 5000 + 1,75 \cdot 10 \cdot 500 + 2 \cdot 35 \cdot 180 + 1,75 \cdot 35 \cdot 300 + 1,9 \cdot 10 \cdot 100 + \\ + 1,9 \cdot 10 \cdot 320 = 78955 \text{ (выз/чнн)}$$

Расчет оборудования шлюзов

Количество транспортных шлюзов (L) задано, в данном варианте $L = 1$;
Рассчитаем общую нагрузку, поступающую на транспортный шлюз от АТС ТфОП:

$$Y_{l_GW} = N_{l_E1} \cdot 30 \cdot y_{E1} \text{ (Эрл)},$$

$$Y_{l_GW} = 5 \cdot 30 \cdot 0,8 = 120 \text{ (Эрл)}.$$

Расчет необходимого транспортного ресурса для передачи пользовательской нагрузки будет аналогичным тому расчету, который был приведен в разделе: проектирование распределенного абонентского концентратора, тогда

$$\tau = 36537,13 \text{ (кбит/с)}.$$

Рассчитаем транспортный ресурс, необходимый для передачи сообщений протокола MEGACO:

$$V_{megaco} = k_{sig} \cdot L_{megaco} \cdot N_{megaco} \cdot P_{megaco} / 450 \text{ (бит/с)},$$

$$V_{megaco} = 5 \cdot 150 \cdot 10 \cdot 6000 / 450 = 100000 \text{ (бит/с)}.$$

Таким образом, общий транспортный ресурс MGW может равен:

$$V_{GW} = \tau + V_{MEGACO} \text{ (бит/с)}.$$

$$V_{GW} = 365370 + 100000 = 465370 \text{ (бит/с)}.$$

Расчет оборудования гибкого коммутатора

Интенсивность потока вызовов, поступающих на транспортный шлюз l , определяется формулой:

$$P_{l_gw} = N_{l_A1} \cdot 30 \cdot P_{ch} = 5 \cdot 30 \cdot 1000 = 150000 \text{ (выз/чнн)}.$$

Следовательно, интенсивность потока вызовов, поступающих на гибкий коммутатор:

$$P_{SX} = \sum_{l=1}^L P_{l_GW} = 30 \cdot P_{CH} \cdot \sum_{l=1}^L N_{l_E1}.$$

В задании для данного варианта задано количество шлюзов – $L=1$, следовательно, в этом случае значения P_{sx} и P_{l_gw} будут совпадать:

$$P_{sx} = 150000 = P_{l_GW} = 150000 \text{ (выз/чнн)}.$$

Транспортный ресурс Softswitch, необходимый для передачи сообщений протокола MxUA, составляет:

$$V_{sx_mxua} = k_{sig} \cdot L_{mxua} \cdot N_{mxua} \cdot P_{sx} / 450 = 5 \cdot 160 \cdot 10 \cdot 150000 / 450 = 2666666,67 \text{ (бит/с)}.$$

Аналогично, транспортный ресурс гибкого коммутатора, необходимый для передачи сообщений протокола MGCP, составляет:

$$V_{sx_megaco} = k_{sig} \cdot L_{megaco} \cdot N_{megaco} \cdot P_{sx} / 4505 \cdot 150 \cdot 10 \cdot 150000 / 450 = 2500000 \text{ (àèò / ñ)}.$$

Суммарный минимальный полезный транспортный ресурс Softswitch, требуемый для обслуживания вызовов в структуре транзитного коммутатора, составляет:

$$V_{sx} = k_{sig} \cdot P_{sig} \cdot (L_{mxua} \cdot N_{mxua} + L_{megaco} \cdot N_{megaco}) / 450 = 2666667 + 2500000 = 5166667 \text{ (àèò / ñ)}.$$

Учитывая среднюю длину и количество сообщений протокола MxUA, необходимых для обслуживания одного вызова, можно вычислить транспортный ресурс для подключения сигнальных шлюзов к пакетной сети (с приведением размерностей):

$$V_{sig} = k_{sig} \cdot P_{sig} \cdot L_{mxua} \cdot N_{mxua} / 450 = 5 \cdot 18000 \cdot 160 \cdot 10 / 450 = 320000 \text{ (àèò / ñ)}.$$

7.3. Расчет оборудования сети IMS

Расчет нагрузки на S-CSCF

Заполним исходные данные для третьего задания.

Таблица 7

Исходные данные

Параметр	Значение
N_{sip1}	10 сообщений
N_{sip2}	5 сообщений
N_{sip3}	5 сообщений
N_{sip4}	10 сообщений
L_{sip}	140 байт
$X\%$	15%
$Y\%$	40%
N_{sip5}	15 сообщений

Транспортный ресурс, необходимый для организации взаимодействия между S-CSCF и Softswitch:

$$V_{ss-s-cscf} = k_{sig} (L_{sh} \cdot N_{sip1} \cdot P_{sx}) / 450 = 5 \cdot 140 \cdot 10 \cdot 150000 / 450 = 2333333 \text{ (àèò / ñ)}.$$

Транспортный ресурс, необходимый для организации взаимодействия между S-CSCF и серверами приложений (AS):

$$V_{as-s-cscf} = k_{sig} (L_{sh} \cdot N_{sip2} \cdot P_{sx} \cdot X\%) / 450 = 5 \cdot 140 \cdot 5 \cdot 150000 \cdot 0,15 / 450 = 175000 \text{ (бум / с)}.$$

Транспортный ресурс, необходимый для организации взаимодействия между S-CSCF и MRF:

$$V_{mrf-s-cscf} = k_{sig} (L_{sh} \cdot N_{sip3} \cdot P_{sx} \cdot Y\%) / 450 = 5 \cdot 140 \cdot 5 \cdot 150000 \cdot 0,4 / 450 = 466667 \text{ (бум / с)}.$$

Транспортный ресурс, необходимый для организации взаимодействия между S-CSCF и I-CSCF:

$$V_{i-cscf-s-cscf} = k_{sig} (L_{sh} \cdot N_{sip4} \cdot P_{sx}) / 450 = 5 \cdot 140 \cdot 10 \cdot 150000 / 450 = 2333333 \text{ (áèð / ñ)}.$$

Тогда общий транспортный ресурс

$$V_{s-cscf} = V_{i-cscf-s-cscf} + V_{mrf-s-cscf} + V_{as-s-cscf} +$$

$$V_{ss-s-cscf} = 2333333 + 175000 + 466667 + 2333333 = 5308333 \text{ (áèð / ñ)}.$$

Расчет нагрузки на I-CSCF

Транспортный ресурс между Softswitch и I-CSCF (рис. 28), который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов:

$$V_{ss-i-cscf} = k_{sig} \cdot (L_{sh} \cdot N_{sip5} \cdot P_{sx}) / 450 = 5 \cdot 140 \cdot 15 \cdot 150000 / 450 = 3500000 \text{ (áèð / ñ)}.$$

Общий транспортный ресурс

$$V_{i-cscf} = V_{ss-i-cscf} + V_{i-cscf-s-cscf} = 3500000 + 5308333 = 8808333 \text{ (áèð / ñ)}.$$

Обратите внимание, что в примере выполнения курсовой работы не были приведены пояснения к формулам, а также не представлены полные спецификации выбираемого оборудования для проектирования сети (разд. 4 «Проектирование распределенного абонентского концентратора»), которые в обязательном порядке должны присутствовать в пояснительной записке при оформлении курсовой работы.

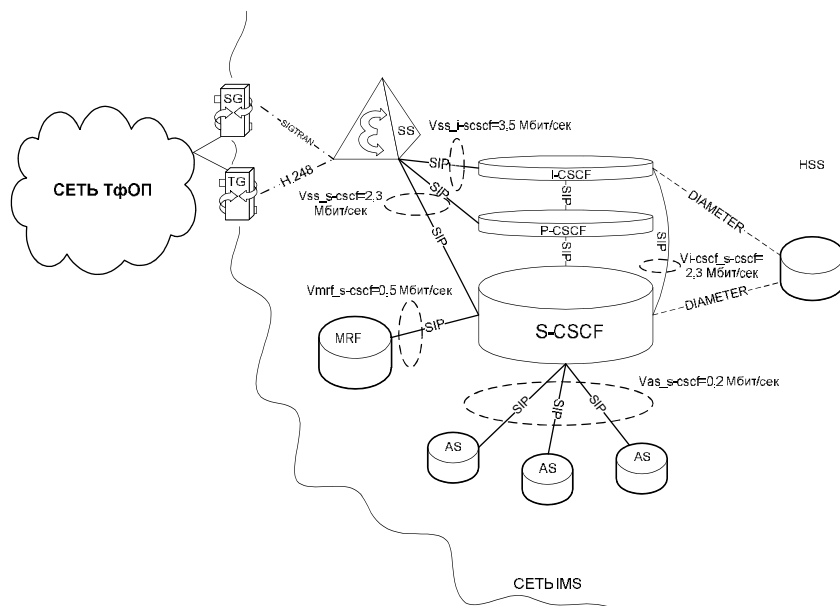


Рис. 28. Архитектура IMS. Результаты расчета нагрузки на S-CSCF и на I-CSCF

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Гольдштейн, А.Б.* Softswitch/ А.Б. Гольдштейн, Б.С. Гольдштейн. – СПб. : ВНУ, 2006.

Дополнительная

2. *Бакланов, И.Г.* NGN: принципы построения и организации / И.Г. Бакланов; под ред. Ю.Н. Чернышова. – М.: Эко-Трендз, 2008.

3. *Гольдштейн, Б.С.* Сигнализация в сетях связи / Б.С. Гольдштейн; Т. 1. Протоколы сети доступа. Т. 2. – М. : Радио и связь, 2005.

4. *Гольдштейн, Б.С.* Протокол SIP / Б.С. Гольдштейн, А.А. Зарубин, В.В. Саморезов; Серия «Телекоммуникационные протоколы». – СПб. : БХВ – СПб, 2005.

5. *Атцик, А.А.* Протокол Megaco/H.248 / А.А. Атцик, А.Б. Гольдштейн, Б.С. Гольдштейн; Серия «Телекоммуникационные протоколы». – СПб. : БХВ – СПб, 2009.

Сайты

6. <http://www.niits.ru/>

7. <http://www.skri.sut.ru/>

8. <http://www.protei.ru/>