

## РЕФЕРАТ

В дипломной работе разрабатывается тема «Разработка алгоритма взаимодействия протоколов в сети IP-телефонии на базе Softswitch».

Дипломная работа содержит 75 страниц, из них: 21 рисунок, 3 таблицы.

Ключевые слова: конвергенция, сеть нового поколения (NGN), IP-телефония, семейство протоколов H.323, протокол SIP, принцип декомпозиции шлюза, программный коммутатор Softswitch, шлюз сигнализации.

Цель работы — исследование необходимости внедрения технологии Softswitch в сетевую структуру и разработка алгоритма взаимодействия протоколов сети IP-телефонии на базе Softswitch.

В результате проведенного в работе исследования возможностей Softswitch можно говорить о том, что программный коммутатор по праву займет свое место в структуре сети нового поколения NGN, а разработанные алгоритмы смогут применяться в разрабатываемом оборудовании.

## СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1. Принципы IP-телефонии.....	7
1.1 Конвергенция сетей .....	7
1.2 Технология IP-телефонии .....	12
1.3 Стандарты IP-телефонии.....	15
1.4 Взаимодействие сетей IP-телефонии и ТфОП .....	19
Глава 2. Основные протоколы в конвергентных сетях .....	21
2.1 Протокол сигнализации ОКС№7 .....	21
2.2 Сеть на базе протоколов H.323.....	22
2.2.1 Архитектура сети на базе H.323.....	22
2.2.2 Семейство протоколов H.323 .....	25
2.2.3 Алгоритмы установления, поддержания и разрушения соединения .....	27
2.3 Протокол инициирования сеансов связи — SIP .....	27
2.3.1 Архитектура сети SIP.....	28
2.3.2 Сообщения протокола SIP .....	31
2.3.3 Алгоритмы установления соединения.....	35
2.4 Принцип декомпозиции шлюза.....	35
2.5 Сравнение подходов построения сети IP-телефонии.....	37
Глава 3. Технология Softswitch.....	40
3.1 Структура Softswitch.....	42
3.2 Функциональная модель Softswitch .....	47
3.2.1 Применение Softswitch в сетях мобильной связи.....	49
3.2.2 Реализация биллинга.....	51
3.2.3 Реализация дополнительных услуг.....	52
3.2.4 Применение Softswitch в корпоративных сетях IP-телефонии .....	55
3.3 Преимущества Softswitch .....	55
3.4 Примеры вариантов реализации Softswitch.....	57
3.5 Выводы.....	60

Глава 4. Алгоритм взаимодействия систем сигнализации.....	61
4.1 Алгоритм успешного установления соединения.....	61
4.2.1 Алгоритм разрушения соединения.....	66
4.2.2 Вызываемый абонент занят.....	69
4.2.3 Обрыв связи.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	73
ЛИТЕРАТУРА.....	74

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня основной тенденцией развития телекоммуникаций является рост увеличения трафика IP-связи на фоне возрастающих трудностей, с которыми сталкиваются операторы традиционной телефонии. Это и инерционность к внедрению новых технических решений, появление конкуренции со стороны мелких провайдеров. Все больше появляется небольших операторов, которые инвестируют современные технологии, открывающие пользователю новые возможности и услуги, и это становится основным двигателем рынка.

Многие фирмы предлагают свою концепцию создания сети нового поколения. Сегодня сети NGN пока не существует, и можно говорить лишь о конвергентной сети, являющейся промежуточным этапом на пути к мультисервисной сети. Но это лишь пока. Суть сети нового поколения сводится к потребности получить любую информацию в любом виде в любой точке. Здесь играют роль многие факторы: транспортные технологии, услуги, информационная составляющая, тарификация, взаиморасчеты.

Перед операторами связи возникает множество вопросов: обеспечение качества обслуживания, организация межпротокольного взаимодействия, предоставление надежного транспорта, набор услуг — это лишь некоторые из тех проблем, которые требуют решений.

Основным элементом построения сетевой инфраструктуры NGN является программный (гибкий) коммутатор — Softswitch. По мнению некоторых специалистов, он является «интеллектом» сети. И хотя в мире не существует единого определения данного понятия, можно сказать, что Softswitch должен перепрограммироваться и масштабироваться в зависимости от условий его применения. Основное назначение программного коммутатора сводится к функциям преобразования протоколов сигнализации, с предоставлением широкого спектра услуг, функций узла доступа, распределенной учрежденческой станции и т.д.

Основным требованием к Softswitch является способность воспринимать сетевые протоколы в пакетных сетях (VoIP), а также некоторые протоколы из сетей с коммутацией каналов (ТфОП), чтобы иметь возможность взаимодействовать с ними.

За достаточно короткую историю развития IP-телефонии появились три основных конкурирующих семейства протоколов: H.323, SIP и MGCP/MEGACO. Рекомендация H.323 появилась первой среди этих стандартов, и является самым распространенным набором протоколов, используемым в сетях IP-телефонии в России, т. к. особенно хорошо подходит для взаимодействия с ТфОП. Следующим по популярности после H.323 является протокол SIP, который базируется на взаимодействии клиент-сервер и служит для предоставления расширенных услуг на базе IP-сетей. Следует отметить новую версию протокола — SIP-T,

служашую для переноса сообщений ОКС №7 в виде MIME-объектов между контроллерами сигнализации. В основе семейства протоколов MGCP/MEGACO лежит принцип декомпозиции шлюза. Если говорить о протоколах сетей с коммутацией каналов, то среди них можно выделить протокол сигнализации ОКС№7 и DSS1. В основе них лежит принцип передачи информации управления вызовом в цифровом виде, причем путь ее следования может не совпадать с речевой информацией.

Таким образом, проблема взаимодействия внутри сетей, построенных по различным протоколам, представляется крайне важной и актуальной на сегодняшний день. Одному из вариантов построения алгоритма взаимодействия протоколов сетей IP-телефонии, построенных на базе Softswitch, посвящена данная дипломная работа.

# Глава 1. Принципы IP-телефонии

## 1.1 Конвергенция сетей

За последние годы произошли большие изменения в телекоммуникационных технологиях. Наблюдается развитие сетей на базе IP технологии, бурный рост сетей мобильной связи, широкое распространение мультимедийных компьютерных технологий, и все это на фоне возросшей потребности людей получать возможность доступа к широкому спектру услуг, при этом пользователь не должен замечать разницы при использовании различных видов сетей. В итоге, мы наблюдаем протекание процессов конвергенции связи, вычислительной техники, информационной среды и услуг.

Под термином «конвергенция», в соответствии с документом «Green Paper» Европейской Комиссии (1997г.), будем понимать возможность различных сетевых платформ обеспечивать практически одинаковый набор услуг или объединение оконечных устройств (телефона, персонального компьютера, телевизора) в виде единого терминала.

Чаще всего рассматриваются три направления конвергенции: конвергенция услуг, конвергенция процессов и конвергенция сетей. Конвергенция услуг предоставляет пользователям расширенные функциональные возможности. Конвергенция процессов касается в большей мере провайдеров услуг, которая для предоставления экономически эффективных услуг позволяет работать с оборудованием различных производителей. Конвергенция сетей подразумевает конвергенцию технологий.

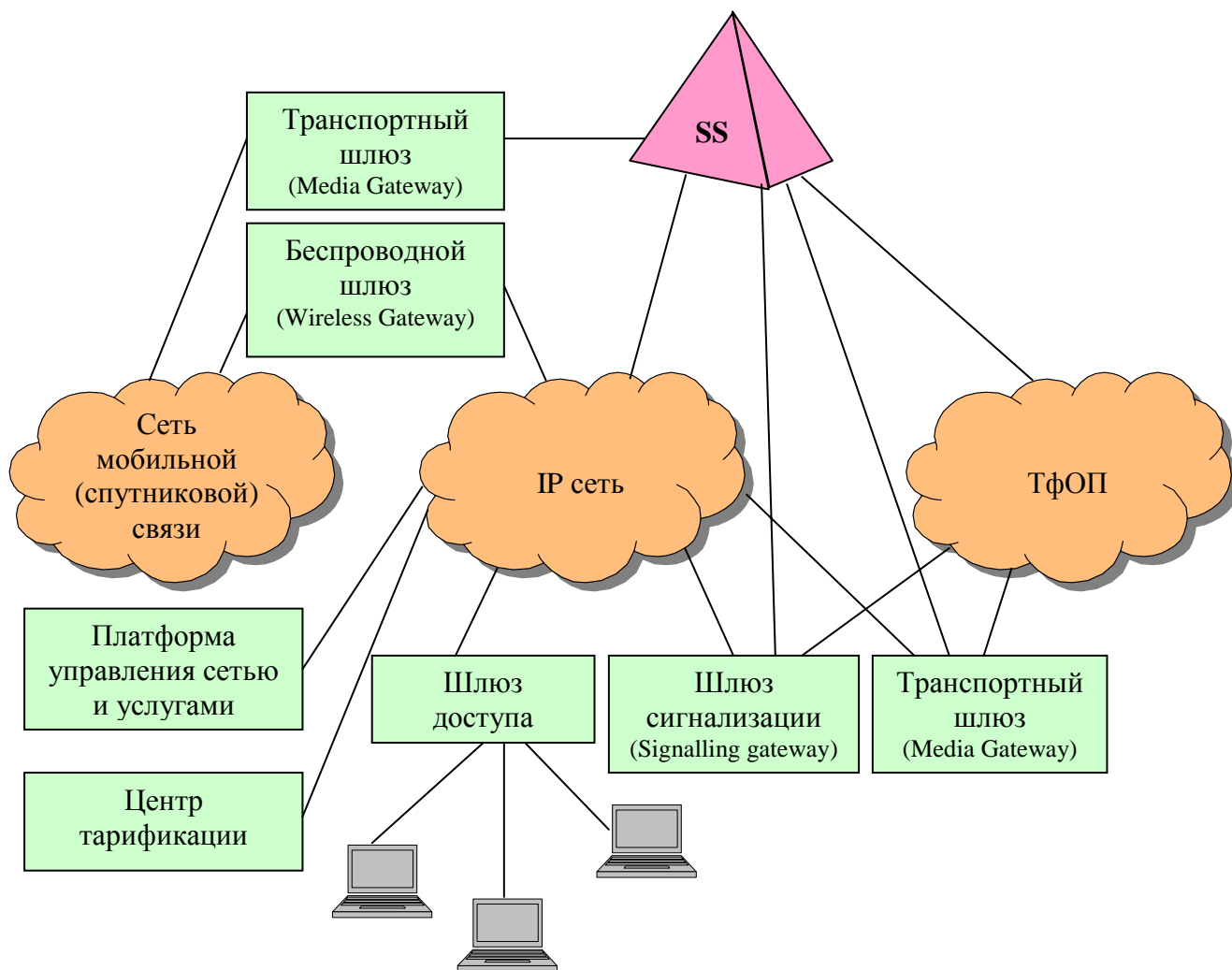
Следует отметить, что конвергентная сеть является промежуточным этапом для перехода к так называемой сети следующего поколения — Next Generation Network (NGN).

В соответствии с документом «Концептуальные положения по построению мультисервисных сетей на ВСС» можно дать следующие определения:

Сеть связи следующего поколения (NGN) — концепция построения сетей связи, обеспечивающих предоставление неограниченного набора услуг с гибкими возможностями по их управлению, персонализации и созданию новых услуг за счет унификации сетевых решений. Сеть NGN предполагает реализацию универсальной транспортной сети с распределенной коммутацией, вынесение функций предоставления услуг в оконечные сетевые узлы и интеграцию с традиционными сетями связи.

Мультисервисная сеть — сеть связи, построенная в соответствии с концепцией сети связи следующего поколения и обеспечивающая представление неограниченного набора услуг.

На рисунке 1 представлена возможная эталонная модель сети связи нового поколения (Next Generation Network, NGN).



**Рис. 1** Пример структуры мультисервисной сети

Говоря об основных элементах инфраструктуры мультисервисных сетей, необходимо отметить, что каждая подсистема мультисервисной сети может использовать различные технологии для обработки своего трафика (голоса, данных или видео). Необходимо привести их к единому формату — задача, которая требует значительных вычислительных мощностей. Ее выполняют соответствующие шлюзы.

В состав сети NGN входят три основных элемента:

- *Media Gateways (MG)* — обеспечивают взаимодействие между IP-сетью и сетевыми сервисами, такими, например, как сервисы телефонных сетей общего пользования (Public Switched Telephone Network — PSTN) и беспроводных сетей;
- *Signaling Gateways (SG)* — транслируют протоколы сигнализации между различными сетями;

- *Media Gateway Controllers (MGC)* или *Softswitchs* — обеспечивают координацию между шлюзами в соответствии с сигнальной информацией.

Рассмотрим типичные функции, выполняемые ими:

*Media Gateway*. В задачу этого устройства входит обеспечить взаимодействие сетей разных стандартов. Оно осуществляет преобразование форматов медиа-поток, таких, как голос и видео, и управляет передачей информации между разными сетями. Таким образом, шлюз выполняет некоторые или все из следующих функций:

- служит мультисетевым терминатором (например, для цифровых каналов T1/E1, сетей Ethernet и ATM);
- кодирует/декодирует голос в разных стандартах кодирования (G.729A, Pulse Code Modulation, GSM и т. п.);
- подавляет эхо;
- определяет и генерирует тональную частоту.

Все эти функции требуют значительной вычислительной мощности, поэтому такие шлюзы базируются на высокопроизводительных процессорах цифровых сигналов (DSP).

Организациями ETSI и IETF были определены три основных типа шлюзов:

- *Access Gateway* — соединяет сетевой интерфейс пользователя, такой, как ISDN или традиционный аналоговый, с мультисервисной сетью (VoIP или VoATM). В типичном случае это будет терминатор для TDM-сети, который передает вызовы MGC для управления ими и принятия решений;
- *Trunking Gateway* — служит интерфейсом между телефонными сетями PSTN и IP-сетью (или ATM). Этот шлюз обычно управляет большим числом виртуальных цифровых каналов и однонаправленных TDM-каналов. При этом сигнальная информация передается по отдельному каналу (через шлюз SG).
- *Network Access Server* — является специализированной формой шлюза доступа *Access Gateway*. Он служит терминатором для вызовов от модемов и обеспечивает доступ к IP-сети.

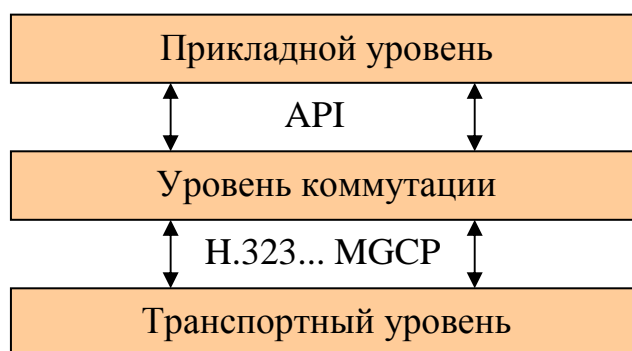
*Signaling Gateway*. Шлюз отвечает за обработку сигнальной информации от сетей с коммутацией каналов (обычно SS7) и передачу ее шлюзу MGC по управляемой IP-сети. Он также позволяет удаленным устройствам в IP-сети обмениваться сообщениями с телефонной сетью PSTN для установки вызовов.

*Media Gateway Controller или Softswitch*. Это ключевой элемент в инфраструктуре мультисервисных сетей. По словам Н. Барского, это сердце сети NGN. Название «программный коммутатор» он получил потому, что выполняемые им функции реализованы



программно. Однако, несмотря на присутствие в названии слова «коммутатор», Softswitch в действительности не выполняет никаких коммутирующих функций. Управление вызовами в типичном случае включает маршрутизацию вызовов, аутентификацию пользователя, установление и разрыв соединения и сигнализацию. Как уже говорилось, каждая сигнальная система имеет собственный уникальный набор характеристик, что делает взаимодействие между ними достаточно сложным. Softswitch должен «понимать» со стороны сетей PSTN протоколы управления вызовами, такие, как SS7, DSS1, со стороны же пакетных сетей он реализует протоколы H.323, SIP, MGCP/MEGACO. Softswitch служит интерфейсом между сетями с разными сигнальными системами, обеспечивая взаимодействие между ними либо прямо, либо с помощью шлюза SG. Softswitch управляет также шлюзами MG, применяя при этом протоколы MGCP, H.248 (MEGACO). Далее в этой главе будет приведено краткое описание основных протоколов, использующихся в мультисервисных сетях.

Архитектура коммутации NGN, которая отражена на рис. 2, состоит из трех логических уровней. Независимость этих уровней означает, что элементы одного уровня могут свободно развиваться и модернизироваться без ущерба для других уровней и общего функционирования сети. Это позволяет быстро и гибко реагировать на новые требования бизнеса.



**Рис. 2 Уровни архитектуры мультисервисной сети**

1) Транспортный уровень. Данный уровень отвечает за передачу трафика. При этом в качестве технологии передачи может использоваться мультиплексирование с разделением по времени (TDM), асинхронный режим передачи (ATM) или Internet-протокол (IP). Однако эффективность использования полосы пропускания, характерная для сетей с коммутацией пакетов, приводит к тому, что в сетях нового поколения, скорее всего, будут использоваться пакетные технологии ATM и IP.

2) Уровень коммутации. С его помощью поддерживается логика управления, которая необходима для обработки и маршрутизации трафика.

3) Прикладной уровень. Третий уровень коммутации поддерживает логику и базы данных, необходимые для предоставления услуг. Интеллектуальность услуг уходит из магистральных транспортных и коммутационных систем и переходит в новую вычислительную среду «надстроенную» над сетью — в так называемый уровень управления услугами (service control plane). Гибкость архитектуры уровня управления услугами — это важнейшее условие успешного функционирования мультисервисных сетей.

Между уровнями находятся открытые интерфейсы, поддерживающие взаимодействие между оборудованием различных поставщиков. Интерфейсы между транспортным уровнем и уровнем управления соединениями — это H.323, SIP, MGCP, INAP и другие.

Между уровнями управления соединениями и приложений также применяются открытые интерфейсы, однако в данном случае это не стандарты ITU, IETF и т.п., а созданные различными рабочими группами интерфейсы прикладного программирования — API.

На сегодняшний день мультисервисной сети в силу ряда причин еще не существует, несмотря на то, что многие организации осуществляют целый ряд попыток создания такой концепции на базе тех или иных технологических решений. Однако многие технологии для создания подобной сети уже внедряются в жизнь. Поэтому стоит говорить о некоей конвергентной сети, которая является промежуточным этапом на пути к сети NGN.

Конвергентная сеть должна соответствовать следующим трем основным требованиям:

- передача данных;
- передача информации в реальном времени;
- обеспечение качества обслуживания.

Необходимо также сказать о том, на базе какой транспортной сети осуществляется построение конвергентной сети. На сегодняшний день именно сети Internet и IP-технологии становятся основной движущей силой для конвергенции сетей, процессов и услуг, происходящей в сфере инфокоммуникаций.

Технология передачи речевой информации по сетям с маршрутизацией пакетов IP привлекает, в первую очередь, своей универсальностью — речь может быть преобразована в поток IP-пакетов в любой точке сетевой инфраструктуры: на магистрали сети оператора, на границе территориально распределенной сети, в корпоративной сети и даже непосредственно в терминале конечного пользователя. Сейчас она стала наиболее широко распространенной технологией пакетной телефонии, будучи при этом хорошо адаптируемой к новым условиям применения. Несмотря на универсальность протокола IP, существует мнение, что IP-сети недостаточно надежны, плохо управляемы и не очень эффективны. Но

грамотно спроектированная сетевая инфраструктура с эффективными механизмами обеспечения качества обслуживания, такими как MPLS, RSVP и др., делает эти недостатки малозначительными.

Кроме того, сейчас протокол IP используется не только в сети Internet, но и в других сетях с пакетной коммутацией (локальных, корпоративных, региональных и др.) И во всех этих сетях имеется возможность передавать речевые сообщения с использованием пакетов данных.

IP-технологии позволяют более эффективно использовать пропускную способность каналов связи при передаче речевой информации, чем в традиционной телефонии. Это особенно важно при организации междугородних и международных соединений с коммутацией каналов, когда стоимость передаваемой информации напрямую зависит от расстояния между источником и получателем.

## 1.2 Технология IP-телефонии

Рассмотрим некоторые существующие подходы к определению технологии IP-телефонии. По словам Константина Никашова, вице-президента по развитию бизнеса компании Mega Networks, сейчас голосовая связь через IP распалась на четыре пока не сотрудничающих друг с другом области:

- операторы традиционной телефонии, использующие VoIP как способ оптимизации собственных телефонных сетей (для доставки нескольких телефонных номеров до клиента через IP и для транспорта междугородного и международного трафика). В этом сегменте рынка обычно используют термин VoIP;
- производители офисных телефонных станций, применяющие IP для соединения нескольких телефонных станций одного предприятия через корпоративные или публичные IP-сети. Здесь наиболее часто звучит термин «пакетная телефония»;
- компании, предоставляющие услуги связи по карточкам. Они чаще употребляют термин «IP-телефония»;
- компании нового поколения и те, кто рассматривают передачу голоса через Internet как одно из приложений (Free World dialup). В этой сфере особенно популярно словосочетание «интернет-телефония».

С точки зрения производителя оборудования, все они очень схожи. В данной работе будет чаще использоваться термин IP-телефония.

Кратко рассмотрим технологические особенности передачи речи по IP-сетям.

Аналоговые речевые сигналы от микрофона преобразуются в цифровую форму с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП), в итоге получаем 64 Кбит/с. Отсчеты речевых данных в цифровой форме затем сжимаются кодирующим устройством для сокращения нужной для их передачи полосы в отношении 4:1, 8:1 или 10:1. Выходные данные после сжатия формируются в пакеты, к которым добавляются заголовки протоколов, после чего пакеты передаются через IP-сеть. На приемной стороне заголовки протокола удаляются, а сжатые речевые данные поступают в устройство, развертывающее их в первоначальную форму, после чего речевые данные снова преобразуются в аналоговую форму с помощью цифроаналогового преобразователя (ЦАП). Для обычного соединения между двумя абонентами системы IP-телефонии на каждом конце одновременно реализуют как функции передачи, так и функции приема.

При передаче речи по IP-сетям возникает целый ряд проблем. В первую очередь это возникает из-за того, что протокол IP первоначально не предназначался для обмена информацией в реальном времени. Ведь пакеты одного и того же потока данных маршрутизируются по сети независимо друг от друга, а время обработки пакетов в узлах может меняться в широких пределах, в силу чего такие параметры передачи как задержка и вариация задержки пакетов также могут меняться. А параметры качества сетевых услуг, обеспечивающих передачу информации в реальном времени, как известно, сильно зависят от характеристик задержек пакетов, в которых эта информация переносится.

Задержки, которые гораздо больше, чем в ТфОП, кроме того, носят случайный характер. Есть несколько причин, по которым возникают задержки:

- влияние сети, из-за чего пакеты могут придти не в той последовательности, в которой были переданы, а некоторые пакеты могут вообще быть потеряны;
- влияние операционной системы, в которой выполняются большинство приложений IP-телефонии;
- влияние джиттер-буфера, призванного бороться с различием интервалов между моментами прибытия пакетов (джиттером);
- влияние кодека и того количества кадров, которое помещается им в пакете.

Кроме того, проблема эха также имеет место в сетях IP-телефонии.

Поэтому для обеспечения требуемого качества обслуживания разработаны различные алгоритмы, протоколы и устройства для борьбы с задержками и эхом. Современные технологии вполне позволяют говорить о том, что проблемы качества IP-телефонии уже не являются столь сдерживающим фактором на пути ее внедрения.

В качестве среды для трафика IP-телефонии может использоваться Internet или сети VPN оператора связи. Оба способа имеют как достоинства, так и недостатки. Internet — это низкая стоимость, но нерегулируемая скорость передачи и другие параметры качества, отсутствие требуемого уровня защиты информации. Полносвязная сеть VPN оператора имеет единые параметры качества и единое управление, адаптирована для передачи голосовой информации, но применение такой инфраструктуры обходится заведомо дороже. Обеспечить управление качеством сервиса (QoS) в реальном времени в экономичной транспортной среде Internet можно отчасти посредством создания наложенной инфраструктуры.

Если говорить о преимуществах IP-телефонии, то привлекательность IP-телефонии для конечного пользователя заключается прежде всего в более низких ценах на междугородние и международные телефонные переговоры через IP-сети по сравнению с традиционной телефонной связью. Кроме того, клиент, сохраняя уже имеющиеся преимущества телефонной сети общего пользования, получит доступ к новым услугам, таким как голосовая почта, конференцсвязь и т. д.

Для операторов появляется возможность предоставления современных услуг на базе IP-телефонии: междугородней и международной связи, информационно-справочных услуг на базе Call Center, виртуальной телефонной линии, универсального номера доступа, Web-телефонии (click to dial). При этом операторы получают возможность предоставления услуг телефонии на базе более дешевого оборудования, т.к. отсутствует необходимость обеспечивать качество и объем услуг, требуемых от операторов ТфОП, вследствие чего происходит значительное сокращение затрат.

Для корпоративного сектора появление достаточно совершенных IP PBX сделало очевидным еще одно достоинство IP-телефонии: на предприятии или в учреждении, где имеется локальная вычислительная сеть (а сейчас трудно представить себе предприятие без нее), эту сеть можно использовать и для передачи данных, и для передачи голоса, вместо того чтобы поддерживать две отдельные сети — локальную и телефонную, как принято сейчас. Соответственно значительно упрощается и удешевляется инфраструктура, повышается ее управляемость, сокращается штат обслуживающего персонала и т.д.

По мнению аналитиков Gartner, технология IP-телефонии в настоящее время вступает в стадию зрелости, и от начала ее широкого продуктивного использования нас отделяют от двух до пяти лет. Региональным и национальным телефонным компаниям они советуют уже сейчас приступить к планированию внедрения услуг IP-телефонии, отложив основные инвестиции до 2007 г., а телекоммуникационным операторам — предлагать услуги VoIP для корпоративного рынка, малого и среднего бизнеса.

Как и во всем мире, основная часть услуг VoIP в России предлагается в виде prepaid карт. Тем временем операторы начинают понимать, что после бурного роста «транспортной» IP-телефонии нужно будет переходить к внедрению новых услуг, создающих добавленную стоимость, однако отечественный рынок IP-телефонии еще не стал настолько насущной необходимостью.

Таким образом, отходя от правил и схем традиционной телефонии, IP-телефония превращается в один из видов доставки информации в конвергентных сетях и предоставления клиентам разнообразных услуг IP. В России сохраняются высокие темпы ее роста: с 2001 по 2003 гг., по данным «ТрансТелеКом», — 43, 33 и 19% соответственно, в то время как рост доходов традиционной междугородной и международной связи составляет 12, 10 и 7%. На трафик VoIP приходится около 30% всего дальнего голосового трафика, и, согласно прогнозам, в нынешнем году он может сравняться с трафиком TDM. Характерно, что и у операторов VoIP, и у традиционных операторов темпы роста доходов снижаются. В поисках новых источников прибыли провайдеры и операторы начинают активнее продвигать службы доставки видео, VoIP и данных по одному каналу.

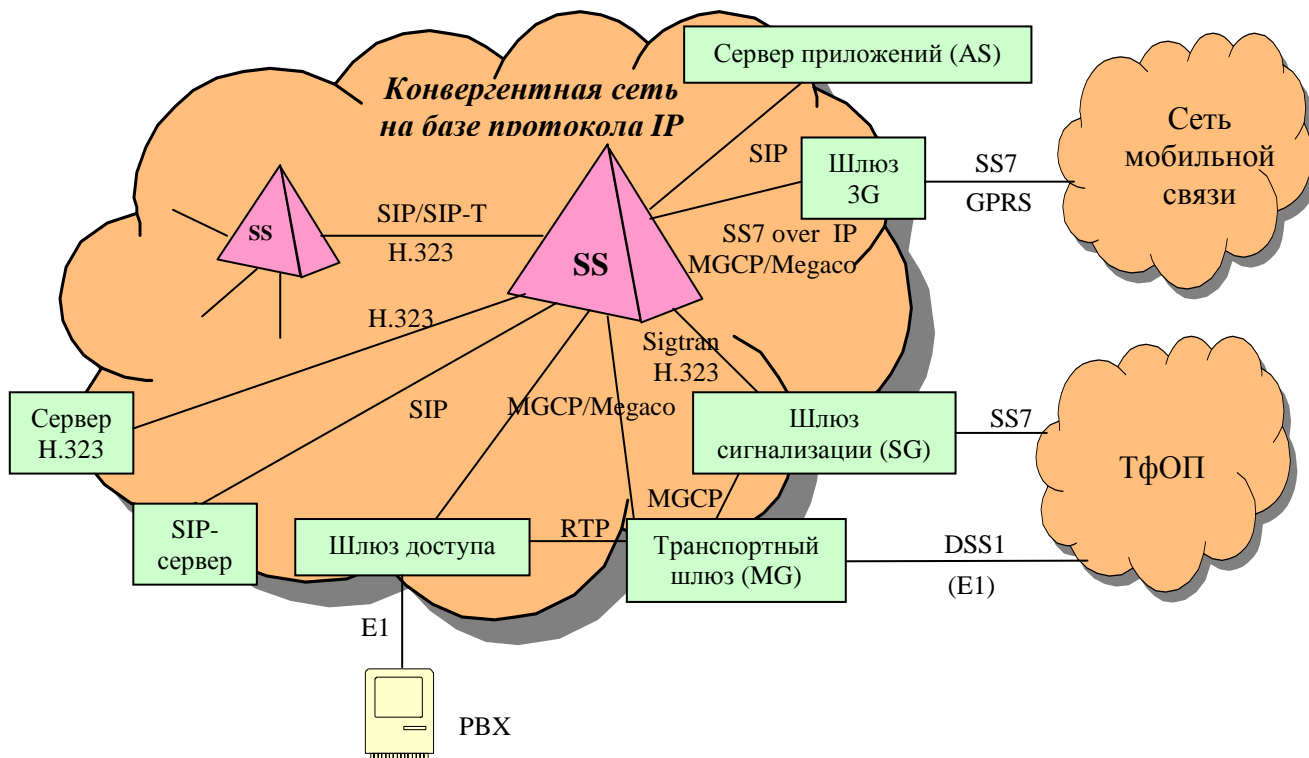
Сегодня для интеграции операторских сетей и обеспечения совместимости оборудования внедряются новые классы устройств — пограничные контроллеры сеансов (Session Border Controller, SBC), а уже через год-другой операторские сети могут дополниться новыми архитектурными элементами, такими, как серверы динамической интеллектуальной маршрутизации вызовов по произвольному набору критериев (включая критерии качества сервиса), и серверы предоставления расширенного набора голосовых и неголосовых услуг (видео, текстовый диалог, обмен сообщениями в реальном времени). В более отдаленной перспективе IP-телефонию ожидает интеграция с другими видами мультимедиа-коммуникаций<sup>1</sup>.

### 1.3 Стандарты IP-телефонии

Дисциплина обмена информацией между различными сетевыми устройствами определяется с помощью набора стандартных протоколов, которые создаются для решения возникающих время от времени проблем. Эти протоколы являются также элементом мультисервисных сетей. Схема взаимодействия протоколов приведена на рис. 3.

---

<sup>1</sup> Орлов С. «Новая телефония» // Журнал сетевых решений. 2003. №12. [22]



**Рис. 3** Схема взаимодействия протоколов

### Протокол H.323

Стандарт ИТУ-Т H.323 был разработан для обеспечения установки вызовов и передачи голосового и видеотрафика по пакетным сетям, в частности Internet и intranet, которые не гарантируют качества услуг (QoS). Он использует протоколы Real-Time Protocol и Real-time Transport Control Protocol (RTP/RTCP), разработанные группой IETF, а также стандартные кодеки ИТУ-Т серии G.xxx.

Протокол H.323 был первым в реализациях технологии VoIP, но под давлением индустрии он начал уступать позиции разработанному IETF протоколу SIP, который оказался проще и лучше масштабировался. Однако и ИТУ усовершенствовал протокол, повысив скорость установления соединений и масштабируемость.

Сети на базе протоколов H.323 ориентированы на интеграцию с телефонными сетями и могут рассматриваться как сети ISDN, наложенные на сети передачи данных. В частности, процедура установления соединения в таких сетях IP-телефонии базируется на рекомендации Q.931 и аналогична процедуре, используемой в сетях ISDN.

Рекомендация H.323 предусматривает довольно сложный набор протоколов, который предназначен не просто для передачи речевой информации по IP-сетям с коммутацией пакетов. Его цель — обеспечить работу мультимедийных приложений в сетях с негарантированным качеством обслуживания. Речевой трафик — это только одно из приложений H.323, наряду с видеоинформацией и данными. А поэтому обеспечение

совместимости с H.323 различных мультимедийных приложений требует весьма значительных усилий. Например, для реализации функции переключения связи (call transfer) требуется отдельная спецификация H.450.2.

Вариант построения сетей IP-телефонии, предложенный Международным союзом электросвязи в рекомендации H.323, хорошо подходит тем операторам местных телефонных сетей, которые заинтересованы в использовании сети с коммутацией пакетов (IP-сети) для предоставления услуг междугородной и международной связи. Протокол RAS, входящий в семейство протоколов H.323, обеспечивает контроль использования сетевых ресурсов, поддерживает аутентификацию пользователей и может обеспечивать начисление платы за услуги.

Более подробная архитектура протокола будет рассмотрена во 2 главе.

### Протокол SIP

Session Initiation Protocol. Это протокол прикладного уровня, с помощью которого осуществляются такие операции, как установление, модификация и завершение мультимедийных сессий или вызовов по IP-сети. В мультисервисных сетях SIP выполняет функции, аналогичные тем, которые реализованы в H.323. Сессии SIP могут включать мультимедийные конференции, дистанционное обучение, IP-телефонию и другие подобные приложения.

SIP представляет собой текст-ориентированный протокол. И хотя на сегодня наиболее широкое распространение получил протокол H.323, все большее количество производителей старается предусмотреть в своих новых продуктах поддержку протокола SIP. Учитывая темпы роста популярности протокола SIP, весьма вероятно, что в ближайшем будущем решения на его базе займут значительную нишу рынка IP-телефонии.

Подход SIP к построению сетей IP-телефонии намного проще в реализации, чем H.323, но меньше подходит для организации взаимодействия с телефонными сетями. Поэтому протокол SIP более подходит поставщикам услуг Internet для предоставления услуги IP-телефонии, причем эта услуга будет являться всего лишь частью пакета услуг.

Модифицированный протокол SIP-T (SIP for Telephony) был создан с целью интеграции сигнализации ОКС № 7 с протоколом SIP. Узел взаимодействия SIP-сети с сетью ОКС № 7 инкапсулирует сообщения ISUP в SIP-сообщения и транслирует часть информации из сообщений ISUP в заголовки сообщений SIP, чтобы обеспечить их транспортировку.

Более подробная архитектура протокола также будет рассмотрена во 2 главе.



### Принцип декомпозиции шлюзов

Протокол MGCP используется для управления шлюзами MG. Он разработан для архитектуры, в которой вся логика обработки вызовов располагается вне шлюзов, и управление выполняется внешними устройствами, такими, как MGC. Модель вызовов MGCP рассматривает шлюзы MG как набор конечных точек, которые можно соединить друг с другом. Конечные точки могут быть либо физическими (такими, как аналоговая телефонная линия или цифровая магистраль), либо виртуальными (поток данных по соединению UDP/IP).

Протокол Media Gateway Control Protocol (MEGACO) должен заменить MGCP в качестве стандарта для управления шлюзами MG. MEGACO служит общей платформой для шлюзов, устройств управления многоточечными соединениями и устройств интерактивного голосового ответа.

Модель соединений, используемая MEGACO, концептуально более проста, чем для протокола MGCP. MEGACO рассматривает шлюзы MG как набор оконечных устройств, которые могут быть соотнесены друг с другом внутри определенного контекста. Оконечное устройство является источником или приемником медиа-поточков. Как и в MGCP, оконечные устройства могут быть либо физическими, либо виртуальными. Соединение реализуется, когда одно оконечное устройство помещается в контекст другого. К примеру, переадресация вызова выполняется посредством перемещения оконечного устройства из одного контекста в другой, а видеоконференция будет инициализирована размещением нескольких оконечных устройств в общем контексте.

### Протокол Signaling Transport

SIGTRAN представляет собой набор протоколов для передачи сигнальной информации по IP-сетям. Он является основным транспортным компонентом в распределенной архитектуре VoIP и используется в таких устройствах, как SG, MGC, Gatekeeper (привратник).

SIGTRAN реализует функции протокола SCTP (Simple Control Transport Protocol) и уровней адаптации (Adaptation Layers). SCTP отвечает за надежную передачу сигнальной информации, осуществляет управление потоком, обеспечивает безопасность. В функции Adaptation Layers входит передача сигнальной информации от соответствующих сигнальных уровней, использующих службы SCTP. Эти протоколы ответственны за сегментацию и пакетирование пользовательских данных, защиту от имитации законного пользователя, изменения смысла передаваемой информации и ряд других функций.

## 1.4 Взаимодействие сетей IP-телефонии и ТфОП

Очевидно, что в обозримом будущем IP-телефония не заменит традиционную, как предсказывают некоторые аналитики. Эти виды связи не исключают, а дополняют друг друга. Будет возрастать объем трафика, передаваемого по каналам IP-телефонии. В первую очередь это касается международной и междугородной телефонии. Такова основная тенденция. Продолжится совершенствование технологии IP-телефонии, будет увеличиваться количество доступных сервисов и улучшаться качество связи. Как следствие будет сокращаться число операторов, предлагающих «любое направление за цент».

Ключевым отличием пакетных технологий и ТфОП заключается в явном разделении доступа и услуг. В ТфОП услуги тесно связаны с технологией доступа. В пакетной сети доступ независим от сети услуг. И наиболее остро заметна разница при отделении транспорта от доступа и услуг. В ТфОП транспорт определяет какие услуги доступны и как они создаются. В пакетной сети транспорт состоит исключительно из маршрутизаторов и коммутаторов. Вся транспортная сеть обязана соединять доступ и услуги вместе.

При вхождении IP-телефонии в давно сформировавшееся глобальное телефонное общество необходимо соблюдение основных законов существующей ТфОП: эксплуатационная надежность с тремя девятками после запятой, жесткие нормы качества передачи речи в реальном времени и т.п.

Не менее законов, правил и норм важны традиции, сформировавшиеся за более чем столетний период существования ТфОП.

Поэтому не менее важно сохранить все привычные для пользователя действия, такие как набор номера, способ доступа к телефонным услугам и т. д. Таким образом, абонент не должен ощущать разницы между IP-телефонией и обычной телефонной связью ни по качеству речи, ни по алгоритму доступа.

По тем же причинам весьма желательно обеспечить между ТфОП и IP-сетями полную прозрачность передачи пользовательской информации и сигнализации. Дело в том, что в отличие, например, от большинства корпоративных сетей связи, сети общего пользования не имеют национальных и ведомственных границ. IP-телефония должна обладать возможностью поддерживать совместную работу и обеспечивать информационную прозрачность с множеством стандартов связи, принятых в разных странах мира. Речь идет не только об электрической стыковке — необходимо найти взаимоприемлемое решение таких задач, как взаимодействие протоколов верхних уровней и приложений, начисление платы и др.

За достаточно короткий срок технология IP успела доказать свою техническую состоятельность. Она прочно утвердилась в мире в качестве общепризнанной реальности и силы, как технологическое и экономическое явление. Никто сегодня не сомневается в том, что это всерьез и надолго.

Уже сейчас IP сеть имеет очень разветвленную структуру, появляется новое оборудование, новые стандарты, при этом старые не исчезают. И лишь для малой доли вызовов будет задействован только один протокол сигнализации. Кроме того, сеть, построенная по IP технологии, должна иметь возможность взаимодействовать с другими сетями, в частности с ТфОП. Поэтому крайне важным представляется рассмотрение алгоритмов взаимодействия различных протоколов. Одному из них посвящена данная работа.

## Глава 2. Основные протоколы в конвергентных сетях

Для обеспечения совместной работы оборудования необходима реализация стандартных протоколов сигнализации. В этой главе будут кратко рассмотрены основные протоколы, применяемые при построении конвергентной сети. В сетях IP-телефонии сосуществуют и конкурируют между собой три основных семейства протоколов — H.323, SIP и MGCP. Протоколы всех трех перечисленных семейств регламентируют управление мультимедиа-вызовами и передачу медиа-трафика в IP-сетях, но при этом реализуют три различных подхода к построению систем телефонной сигнализации.

### 2.1 Протокол сигнализации OKS№7

Протокол OKS№7 является на сегодняшний день самым современным протоколом межстанционной сигнализации в сетях традиционной телефонии, который позволяет отделить функции управления от функции передачи голосового трафика. С учетом развития технологий передачи голоса по сетям IP взаимодействие и интеграция с сетями OKS№7 становятся особенно важными. Без поддержки OKS№7 невозможно сопряжение с существующей телефонной сетью.

Внедрение OKS№7 дает операторам телефонных сетей возможность гибко формировать новые услуги на базе уже существующего оборудования. Система сигнализации обеспечивает высокую скорость установления соединения и передачи данных (без потерь и дублирования), переключение трафика на альтернативные маршруты в случае отказов, удобную для обработки структуру сообщений, трансляцию номеров абонентов. К преимуществам OKS№7 относят также большую экономичность (на коммутационной станции требуется в несколько раз меньше оборудования), высокую производительность (обслуживание одним каналом сигнализации тысяч вызовов), повышенную надежность (благодаря альтернативной маршрутизации сигналов и резервированию каналов).

Существует большое количество литературы посвященной системе сигнализации OKS№7, кроме того, OKS№7 не является универсальной сигнализацией для IP-телефонии, поэтому подробно останавливаться на принципах ее работы в этой главе не стоит. Однако она широко применяется в местах сопряжения IP-сетей с телефонной сетью общего пользования, поэтому целесообразно выбрать OKS№7 при разработке сценария в 4 главе данной работы.

## 2.2 Сеть на базе протоколов H.323

Рекомендация H.323 специфицирует системы мультимедийной связи, которые ориентированы на работу в сетях с коммутацией пакетов, не обеспечивающих гарантированное качество обслуживания.

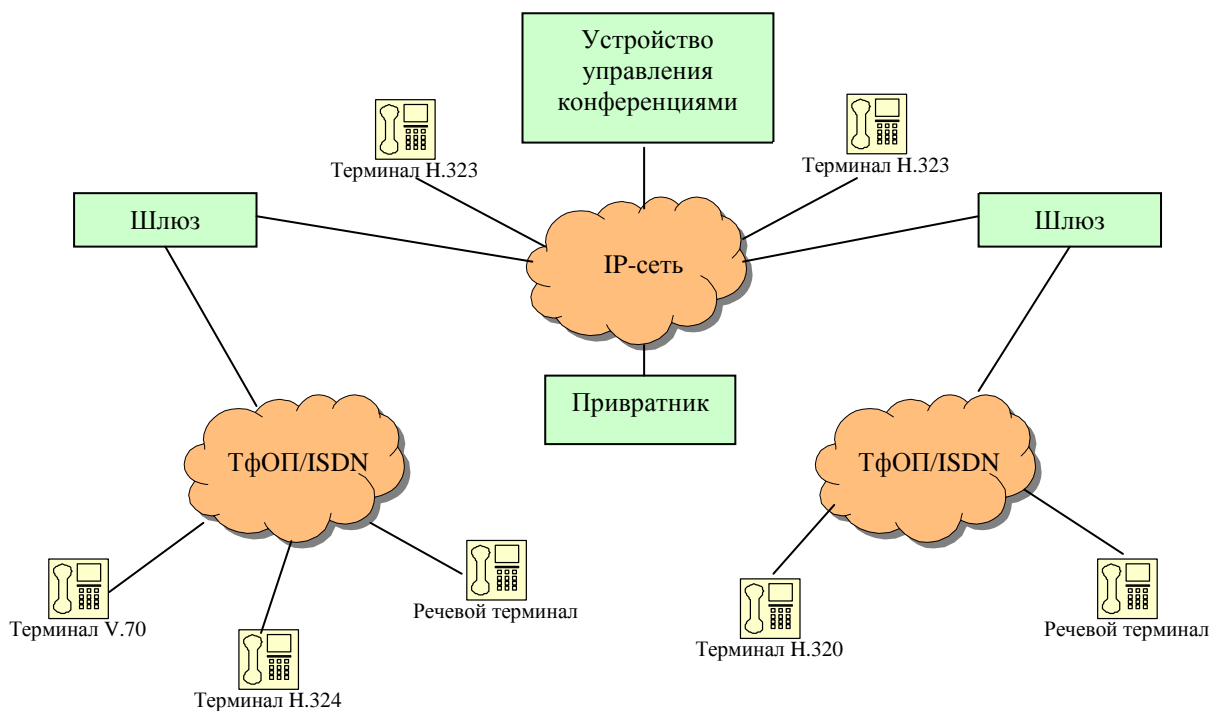
Рекомендация H.323 предусматривает применение различных алгоритмов сжатия речевой информации, что позволяет использовать полосу пропускания гораздо более эффективно, чем в сетях с коммутацией каналов. Оконечные устройства H.323 поддерживают передачу информации в режиме многоадресной рассылки, что позволяет организовывать конференции без дорогостоящих устройств управления конференциями (MCU), хотя на сегодняшний день без MCU не обойтись, т.к. режим многоадресной рассылки, как правило, IP-сетями не поддерживается. В приложении D к рекомендации H.323 описан механизм передачи факсимильной информации в реальном времени по IP-сетям.

Наиболее востребованной из услуг, специфицированных в рекомендации H.323, в силу разных обстоятельств оказалась услуга передачи речевой информации по сетям с маршрутизацией пакетов IP. Самым распространенным подходом к построению сетей IP-телефонии сегодня является именно подход, предложенный ITU-T в рекомендации H.323.

Сети, построенные на базе протоколов H.323, ориентированы на интеграцию с телефонными сетями и могут рассматриваться как сети ISDN, наложенные на сети передачи данных. В частности, процедура установления соединения в таких сетях IP-телефонии базируется на рекомендации ITU-T Q.931 и практически идентична той же процедуре в сетях ISDN.

### 2.2.1 Архитектура сети на базе H.323

Архитектура H.323 (рис. 4) весьма проста и состоит всего из четырех функциональных компонентов, ни один из которых не является обязательным. Основными устройствами сети являются: терминал, шлюз, привратник и устройство управления конференциями.



**Рис. 4 Архитектура сети H.323**

Терминал H.323 — это оконечное устройство сети IP-телефонии, обеспечивающее двухстороннюю речевую или мультимедийную связь с другим терминалом, шлюзом или устройством управления конференциями.

Пользовательский интерфейс терминала H.323 дает пользователю возможность создавать и принимать вызовы, а также конфигурировать систему и контролировать ее работу. Модуль управления поддерживает три вида сигнализации: H.225, H.245 и RAS.

Кроме того, необходимо обеспечивать передачу пользовательских данных, неподвижных изображений и файлов, доступ к базам данных и т.п. Стандартным протоколом для поддержки таких приложений является протокол T. 120.

Шлюз — центральное понятие сегодняшней IP-телефонии. Данное устройство обеспечивает взаимное сопряжение телефонной сети с IP-сетью. При этом предоставляется поддержка разных протоколов и интерфейсов сетей обоих типов. Если выход в телефонную сеть не требуется, то данный компонент не нужен, а терминалы могут связываться друг с другом напрямую.

Привратник. В привратнике сосредоточен весь интеллект сетей IP-телефонии, базирующихся на рекомендации ITU H.323. Сеть H.323 имеет зонную архитектуру. Привратник выполняет функции управления зоной сети IP-телефонии, в которую входят терминалы, шлюзы и устройства управления конференциями, зарегистрированные у этого

привратника. Разные участки зоны сети H.323 могут быть территориально разнесены и соединяться друг с другом через маршрутизаторы.

В число наиболее важных функций, выполняемых привратником, входят:

- преобразование так называемого alias-адреса (имени абонента, телефонного номера, адреса электронной почты и др.) в транспортный адрес сети с маршрутизацией пакетов IP (IP адрес и номер порта TCP);
- контроль доступа пользователей системы к услугам IP-телефонии при помощи сигнализации RAS (используются сообщения ARQ/ACF/ARJ);
- контроль, управление и резервирование пропускной способности сети;
- маршрутизация сигнальных сообщений между терминалами, расположенными в одной зоне.

В том случае, когда вызывающий абонент знает IP-адрес терминала вызываемого абонента, соединение между двумя устройствами может быть установлено без помощи привратника. Но, в то же время, следует отметить, что при наличии привратника обеспечивается мобильность абонентов, т.е. способность пользователя получить доступ к услугам с любого терминала в любом месте сети и способность сети идентифицировать пользователей при их перемещении из одного места в другое.

При отсутствии в сети привратника преобразование адреса вызываемого абонента, поступающего со стороны ТфОП в формате E.164, в транспортный адрес IP-сети должно выполняться шлюзом.

#### Устройство управления конференциями

Рекомендация H.323 предусматривает три вида конференций:

1) Централизованная конференция, в которой оконечные устройства соединяются в режиме точка-точка с устройством управления конференциями (MCU), контролирующим процесс создания и завершения конференции, а также обрабатывающим потоки пользовательской информации.

2) Децентрализованная конференция, в которой каждый ее участник соединяется с остальными участниками в режиме точка — группа точек, и оконечные устройства сами обрабатывают (переключают или смешивают) потоки информации, поступающие от других участников конференции.

3) Смешанная конференция, т.е. комбинация двух предыдущих видов.

Преимущество централизованной конференции — сравнительно простые требования к терминальному оборудованию, недостаток — большая стоимость устройства управления конференциями.

Для децентрализованной конференции требуется более сложное терминальное оборудование.

### 2.2.2 Семейство протоколов H.323

Семейство протоколов H.323 включает в себя три основных протокола: протокол взаимодействия оконечного оборудования с привратником — RAS, протокол управления соединениями — H.225 и протокол управления логическими каналами — H.245.

#### Протокол RAS

Протокол RAS (Registration, Admission and Status) является протоколом взаимодействия рассмотренных ранее компонентов сети H.323 с привратником.

Основными процедурами, выполняемыми оконечным оборудованием и привратником с помощью протокола RAS, являются:

- обнаружение привратника;
- регистрация оконечного оборудования у привратника;
- контроль доступа оконечного оборудования к сетевым ресурсам;
- определение местоположения оконечного оборудования в сети;
- изменение полосы пропускания в процессе обслуживания вызова;
- опрос и индикация текущего состояния оконечного оборудования;
- оповещение привратника об освобождении полосы пропускания, ранее занимавшейся оборудованием.

Важно отметить, что в сети без привратника сигнальный канал RAS вообще не используется.

#### Сигнальный канал H.225.0

Процедуры управления соединениями в сетях H.323 специфицированы в рекомендации H.225.0.

В сетях, не имеющих привратника, открывается сигнальный канал H.225.0, непосредственно связывающий вызывающее оконечное оборудование с вызываемым. В этом случае вызывающий пользователь должен знать транспортный адрес сигнального канала (Call Signalling Transport Address) оборудования вызываемого пользователя.



В сетях с привратником вызывающее оборудование передает по транспортному адресу канала RAS alias-адрес вызываемого пользователя. Если сигнальные сообщения будут маршрутизировать привратник, то в ответном сообщении он передает транспортный адрес своего сигнального канала. Если же сигнальный канал будет, устанавливаться непосредственно между вызывающим и вызываемым оборудованием, то передается транспортный адрес сигнального канала вызываемого оборудования. Выбор варианта передачи сигнальных сообщений оставлен за привратником, хотя окончное оборудование может указывать, какой вариант для него предпочтителен. И в первом, и во втором случае сигнальный канал H.225 выполняет одни и те же функции и переносит одни и те же сообщения.

#### Управляющий канал H.245

В рекомендации ITU-T H.245 определен ряд независимых процедур:

- определения ведущего и ведомого устройств (Master/slave determination);
- обмена данными о функциональных возможностях (Capability Exchange);
- открытия и закрытия однонаправленных логических каналов (Logical Channel Signalling);
- открытия и закрытия двунаправленных логических каналов (Bidirectional Logical Channel Signalling);
- закрытия логических каналов (Close Logical Channel Signalling);
- определения задержки, возникающей при передаче информации от источника к приемнику и в обратном направлении (Round Trip Delay Determination);
- выбора режима обработки информации (Mode Request);
- сигнализации по петле, создаваемой для целей технического обслуживания оборудования (Maintenance Loop Signalling).

Для выполнения этих процедур между конечными устройствами или между конечным оборудованием и устройством управления конференциями или привратником организуется управляющий канал H.245. При этом конечное оборудование должно открывать один (и только один) управляющий канал для каждого соединения, в котором оно участвует. Устройства управления конференциями, шлюзы и привратники могут участвовать одновременно в нескольких соединениях и, следовательно, открывать несколько управляющих каналов.

По управляющему каналу H.245 передаются сообщения четырех категорий: запросы, ответы, команды и индикации.

### 2.2.3 Алгоритмы установления, поддержания и разрушения соединения

В общем случае алгоритмы установления, поддержания и разрушения соединений по H.323 включают в себя следующие фазы:

Фаза А. Установление соединения;

Фаза В. Определение ведущего/ведомого оборудования и обмен данными о функциональных возможностях;

Фаза С. Установление аудиовизуальной связи между вызывающим и вызываемым оборудованием;

Фаза D. Изменение полосы пропускания, запрос текущего состояния оборудования, создание конференций и обращение к дополнительным услугам;

Фаза E. Завершение соединения.

Кроме того, структура и сложность алгоритма зависит от того, какие устройства будут участвовать в процессе установления, поддержания и разрушения соединения. В самом простом случае предполагается, что конечные пользователи уже знают IP-адреса друг друга. Обычно же в установлении участвуют привратники и шлюзы.

Вначале для установления соединения терминал обнаруживает привратника и регистрируется у него по протоколу RAS. Затем происходит установление сигнального канала по протоколам RAS и H.225. На следующем этапе выполняется согласование параметров оборудования, обмен информацией о его функциональных возможностях и открытие логических каналов по протоколу H.245. Только после этого происходит передача медиа-трафика по протоколам RTP/RTCP, а по ее окончании — завершение соединения.

### 2.3 Протокол инициирования сеансов связи — SIP

Протокол инициирования сеансов — Session Initiation Protocol (SIP) является протоколом прикладного уровня и предназначается для организации, модификации и завершения сеансов связи: мультимедийных конференций, телефонных соединений и распределения мультимедийной информации. Пользователи могут принимать участие в существующих сеансах связи, приглашать других пользователей и быть приглашенными ими к новому сеансу связи. Приглашения могут быть адресованы определенному пользователю, группе пользователей или всем пользователям.

Протокол SIP разработан группой MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) комитета IETF (Internet Engineering Task Force), а спецификации протокола представлены в документе RFC 2543.

В основу протокола рабочая группа MMUSIC заложила следующие принципы:

*Персональная мобильность пользователей.* Пользователи могут перемещаться без ограничений в пределах сети, поэтому услуги связи должны предоставляться им в любом месте этой сети. Пользователю присваивается уникальный идентификатор, а сеть предоставляет ему услуги связи вне зависимости от того, где он находится.

*Масштабируемость сети.* Она характеризуется, в первую очередь, возможностью увеличения количества элементов сети при ее расширении.

*Расширяемость протокола.* Она характеризуется возможностью дополнения протокола новыми функциями при введении новых услуг и его адаптации к работе с различными приложениями.

В качестве примера можно привести ситуацию, когда протокол SIP используется для установления соединения между шлюзами, взаимодействующими с ТфОП при помощи сигнализации ОКС7 или DSS1.

Расширение функций протокола SIP может быть произведено за счет введения новых заголовков сообщений, а также добавления новых типов сообщений.

*Интеграция в стек существующих протоколов Internet,* разработанных IETF.

*Взаимодействие с другими протоколами сигнализации.* Протокол SIP может быть использован совместно с протоколом H.323. Возможно также взаимодействие протокола SIP с системами сигнализации ТфОП — DSS1 и ОКС7. Кроме того, протокол SIP, наравне с протоколами H.323 и ISUP/IP, может применяться для синхронизации работы устройств управления шлюзами; в этом случае он должен взаимодействовать с протоколом MGCP.

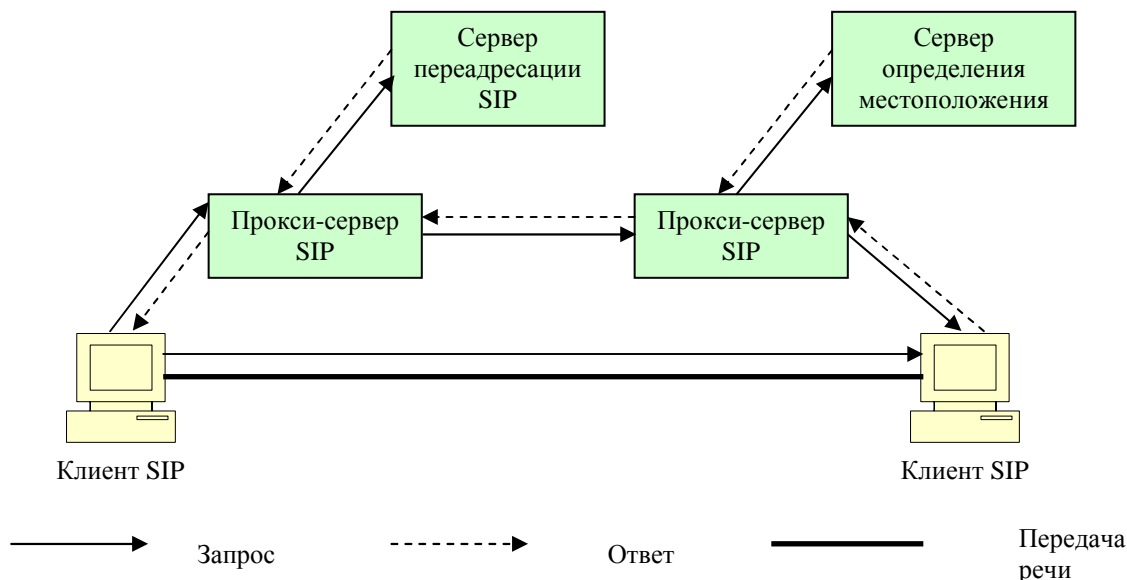
Одной из важнейших особенностей протокола SIP является его независимость от транспортных технологий.

В протоколе SIP не реализованы механизмы управления потоками информации и предоставления гарантированного качества обслуживания. Кроме того, протокол SIP не предназначен для передачи пользовательской информации, в его сообщениях может переноситься информация лишь ограниченного объема. При переносе через сеть слишком большого сообщения SIP не исключена его фрагментация на уровне IP, что может повлиять на качество передачи информации.

### 2.3.1 Архитектура сети SIP

Протокол SIP унаследовал от протокола переноса гипертекста — HTTP (Hypertext Transfer Protocol) синтаксис и архитектуру «клиент-сервер».

Управление процессом обслуживания вызова распределено между разными элементами сети SIP. На рисунке 5 представлен пример сети на базе протокола SIP. Основным функциональным элементом, реализующим функции управления соединением, является терминал. Остальные элементы сети отвечают за маршрутизацию вызовов, а в некоторых случаях предоставляют дополнительные услуги.



**Рис. 5 Пример сети на базе протокола SIP**

В случае, когда клиент и сервер взаимодействуют непосредственно с пользователем (т.е. реализованы в оконечном оборудовании пользователя), они называются, соответственно, клиентом агента пользователя — User Agent Client (UAC) — и сервером агента пользователя — User Agent Server (UAS).

Если в устройстве присутствуют и сервер UAS, и клиент UAC, то оно называется агентом пользователя — User Agent (UA), а по своей сути представляет собой терминальное оборудование SIP.

Кроме терминалов определены два основных типа сетевых элементов SIP: прокси-сервер (proxy server) и сервер переадресации (redirect server).

### Прокси-сервер

Прокси-сервер (от английского proxy — представитель) представляет интересы пользователя в сети. Он принимает запросы, обрабатывает их и, в зависимости от типа запроса, выполняет определенные действия. Прокси-сервер состоит из клиентской и серверной частей, поэтому может принимать вызовы, инициировать собственные запросы и возвращать ответы. Прокси-сервер может быть физически совмещен с сервером определения

местоположения (в этом случае он называется registrar) или существовать отдельно от этого сервера, но иметь возможность взаимодействовать с ним по определенным протоколам.

Предусмотрено два типа прокси-серверов — с сохранением состояний (stateful) и без сохранения состояний (stateless).

Сервер первого типа хранит в памяти входящий запрос, который явился причиной генерации одного или нескольких исходящих запросов. Такой сервер позволяет предоставить большее количество услуг, но работает медленнее, чем сервер второго типа. Он может применяться для обслуживания небольшого количества клиентов, например, в локальной сети.

Сервер без сохранения состояний просто ретранслирует запросы и ответы, которые получает. Он работает быстрее, чем сервер первого типа, так как ресурс процессора не тратится на запоминание состояний, вследствие чего сервер этого типа может обслужить большее количество пользователей. Недостатком такого сервера является то, что на его базе можно реализовать лишь наиболее простые услуги. Впрочем, прокси-сервер может функционировать как сервер с сохранением состояний для одних пользователей и как сервер без сохранения состояний — для других.

#### Сервер переадресации

Сервер переадресации предназначен для определения текущего адреса вызываемого пользователя. Вызывающий пользователь передает к серверу сообщение с известным ему адресом вызываемого пользователя, а сервер обеспечивает переадресацию вызова на текущий адрес этого пользователя. Для реализации этой функции сервер переадресации должен взаимодействовать с сервером определения местоположения.

Сервер переадресации не терминирует вызовы как сервер RAS и не инициирует собственные запросы как прокси-сервер. Он только сообщает адрес либо вызываемого пользователя, либо прокси-сервера. По этому адресу инициатор запроса передает новый запрос. Сервер переадресации не содержит клиентскую часть программного обеспечения.

Но пользователю не обязательно связываться с каким-либо SIP-сервером. Он может сам вызвать другого пользователя при условии, что знает его текущий адрес.

#### Сервер определения местоположения пользователей

Пользователь может перемещаться в пределах сети, поэтому необходим механизм определения его местоположения в текущий момент времени.

Для хранения текущего адреса пользователя служит сервер определения местоположения пользователей, представляющий собой базу данных адресной информации.

Этот сервер может быть совмещен с прокси-сервером (в таком случае он называется registrar) или быть реализован отдельно от прокси-сервера, но иметь возможность связываться с ним.

Еще один важный компонент реальных SIP-сетей, хотя и не входящий формально в архитектуру SIP, — Back-to-Back User Agent (B2BUA). Это своеобразный сервер, представляющий собой два соединенных друг с другом SIP-клиента и поэтому способный инициировать и завершать вызовы.

### 2.3.2 Сообщения протокола SIP

#### Структура сообщений

Согласно архитектуре «клиент-сервер» все сообщения делятся на запросы, передаваемые от клиента к серверу, и на ответы сервера клиенту.

Например, чтобы инициировать установление соединения, вызывающий пользователь должен сообщить серверу ряд параметров, в частности, адрес вызываемого пользователя, параметры информационных каналов и др. Эти параметры передаются в специальном SIP-запросе. От вызываемого пользователя к вызывающему передается ответ на запрос, также содержащий ряд параметров.

Все сообщения протокола SIP (запросы и ответы), представляют собой последовательности закодированных текстовых строк. Структура и синтаксис сообщений SIP, как уже упоминалось ранее, идентичны используемым в протоколе HTTP. На рисунке 6 представлена структура сообщений протокола SIP:



**Рис. 6 Структура сообщений протокола SIP**

Стартовая строка представляет собой начальную строку любого SIP-сообщения. Если сообщение является запросом, в этой строке указываются тип запроса, адресат и номер версии протокола. Если сообщение является ответом на запрос, в стартовой строке

указываются номер версии протокола, тип ответа и его короткая расшифровка, предназначенная только для пользователя.

Заголовки сообщений содержат сведения об отправителе, адресате, пути следования и др., то есть, переносят информацию, необходимую для обслуживания данного сообщения. О типе заголовка можно узнать по его имени.

Сообщения протокола SIP могут содержать так называемое тело сообщения. В запросах ACK, INVITE и OPTIONS тело сообщения содержит описание сеансов связи. Запрос BYE тела сообщения не содержит, а ситуация с запросом REGISTER подлежит дальнейшему изучению. При этом любые ответы могут содержать тело сообщения, но содержимое тела в них бывает разным.

### Заголовки сообщений

В протоколе SIP определено четыре вида заголовков:

- общие заголовки, присутствующие в запросах и ответах;
- заголовки содержания, переносят информацию о размере тела сообщения или об источнике запроса (начинаются со слова «Content»);
- заголовки запросов, передающие дополнительную информацию о запросе;
- заголовки ответов, передающие дополнительную информацию об ответе.

Заголовок содержит название, за которым, отделенное двоеточием, следует значение заголовка. В поле значения содержатся передаваемые данные. Следует отметить, что если сервер принимает сообщения, заголовки которых ему не известны, то эти заголовки игнорируются.

Вот наиболее часто используемые заголовки:

Заголовок Call-ID — уникальный идентификатор сеанса связи или всех регистраций отдельного клиента, он состоит из буквенно-числового значения и имени рабочей станции, которая присвоила значение этому идентификатору. Между ними должен стоять символ @.

Заголовок To — определяет адресата.

Заголовок From — идентифицирует отправителя запроса; по структуре аналогичен полю To.

Заголовок CSeq — уникальный идентификатор запроса, относящегося к одному соединению. Он служит для корреляции запроса с ответом на него.

Заголовок Via служит для того, чтобы избежать ситуации, в которых запрос пойдет по замкнутому пути, а также для тех случаев, когда необходимо, чтобы запросы и ответы

обязательно проходили по одному и тому же пути. То есть в заголовке Via указывается весь путь, пройденный запросом.

Заголовок Content-Type определяет формат описания сеанса связи.

Заголовок Content-Length указывает размер тела сообщения.

### Запросы

В настоящей версии протокола SIP определено шесть типов запросов. Каждый из них предназначен для выполнения довольно широкого круга задач, что является явным достоинством протокола SIP, так как благодаря этому число сообщений, которыми обмениваются терминалы и серверы, сведено к минимуму. С помощью запросов клиент сообщает о текущем местоположении, приглашает пользователей принять участие в сеансах связи, модифицирует уже установленные сеансы, завершает их и т.д. Сервер определяет тип принятого запроса по названию, указанному в стартовой строке. В той же строке в поле Request-URI указан SIP-адрес оборудования, которому этот запрос адресован. Содержание полей To и Request-URI может различаться, например, в поле To может быть указан публикуемый адрес абонента, а в поле Request-URI — текущий адрес пользователя.

INVITE — запрос привлекает пользователя или услугу к участию в сеансе связи и содержит описание параметров этой связи. С помощью этого запроса пользователь может определить функциональные возможности терминала своего партнера по связи и начать сеанс связи, используя ограниченное число сообщений и подтверждений их приема.

ACK — запрос подтверждает прием от вызываемой стороны ответа на команду INVITE и завершает транзакцию.

OPTIONS — запрос позволяет получить информацию о функциональных возможностях пользовательских агентов и сетевых серверов. Однако этот запрос не используется для организации сеансов связи.

BYE — запрос используется вызывающей и вызываемой сторонами для разрушения соединения. Перед тем как разрушить соединение, пользовательские агенты отправляют этот запрос к серверу, сообщая о намерении прекратить сеанс связи.

CANCEL — запрос позволяет пользовательским агентам и сетевым серверам отменить любой ранее переданный запрос, если ответ на нее еще не был получен.

REGISTER — запрос применяется клиентами для регистрации информации о местоположении с использованием серверов SIP.



## Ответы на запросы

После приема и интерпретации запроса, адресат (прокси-сервер) передает ответ на этот запрос. Содержание ответов бывает разным: подтверждение установления соединения, передача запрошенной информации, сведения о неисправностях и т.д. Структуру ответов и их виды протокол SIP унаследовал от протокола HTTP.

Определено шесть типов ответов, несущих разную функциональную нагрузку. Тип ответа кодируется трехзначным числом. Самой важной является первая цифра, которая определяет класс ответа, остальные две цифры лишь дополняют первую. В некоторых случаях оборудование даже может не знать все коды ответов, но оно обязательно должно интерпретировать первую цифру ответа.

Все ответы делятся на две группы: информационные и финальные. Информационные ответы показывают, что запрос находится в стадии обработки. Они кодируются трехзначным числом, начинающимся с единицы — 1xx.

Финальные ответы кодируются трехзначными числами, начинающимися с цифр 2, 3, 4, 5 и 6. Они означают завершение обработки запроса и содержат, когда это нужно, результат обработки запроса.

Ответы 2xx означают, что запрос был успешно обработан. В настоящее время из всех ответов типа 2xx определен лишь один — 200 ОК. Его значение зависит от того, на какой запрос он отвечает.

Ответы 3xx информируют оборудование вызывающего пользователя о новом местоположении вызываемого пользователя или переносят другую информацию, которая может быть использована для нового вызова

Ответы 4xx информируют о том, что в запросе обнаружена ошибка. После получения такого ответа пользователь не должен передавать тот же самый запрос без его модификации.

Ответы 5xx информируют о том, что запрос не может быть обработан из-за отказа сервера.

Ответы бxx информируют о том, что соединение с вызываемым пользователем установить невозможно.

Запросы и ответы на них образуют SIP-транзакцию. Она осуществляется между клиентом и сервером и включает в себя все сообщения, начиная с первого запроса и заканчивая финальным ответом.

Кроме того, протокол SIP предусматривает разные алгоритмы установления соединения. При этом одни и те же ответы можно интерпретировать по-разному в зависимости от конкретной ситуации.

### 2.3.3 Алгоритмы установления соединения

Протоколом SIP предусмотрены 3 основных сценария установления соединения: с участием прокси-сервера, с участием сервера переадресации и непосредственно между пользователями. Различие между перечисленными сценариями заключается в том, что по-разному осуществляется поиск и приглашение вызываемого пользователя. В первом случае эти функции возлагает на себя прокси-сервер, а вызывающему пользователю необходимо знать только постоянный SIP-адрес вызываемого пользователя. Во втором случае вызывающая сторона самостоятельно устанавливает соединение, а сервер переадресации лишь реализует преобразование постоянного адреса вызываемого абонента в его текущий адрес. И, наконец, в третьем случае вызывающему пользователю для установления соединения необходимо знать текущий транспортный адрес вызываемого пользователя.

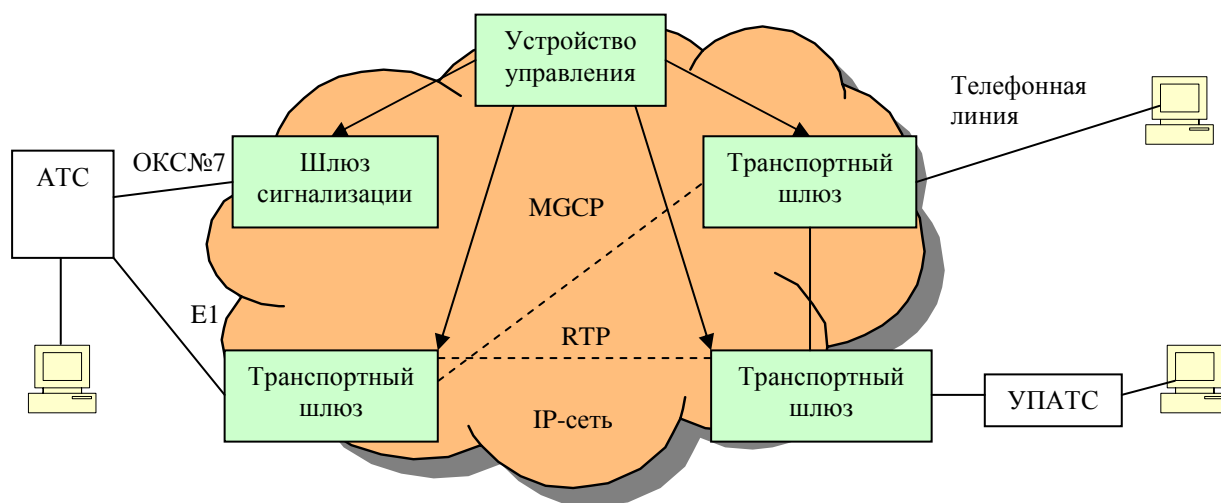
Перечисленные сценарии являются простейшими. Ведь прежде чем вызов достигнет адресата, он может пройти через несколько прокси-серверов, или сначала направляется к серверу переадресации, а затем проходит через один или несколько прокси-серверов. Кроме того, прокси-серверы могут размножать запросы и передавать их по разным направлениям и т.д.

## 2.4 Принцип декомпозиции шлюза

Рабочая группа MEGACO комитета IETF разработала протокол управления шлюзами — Media Gateway Control Protocol (MGCP). При разработке протокола рабочая группа MEGACO опиралась на принцип декомпозиции, согласно которому шлюз разбивается на отдельные функциональные блоки (рис. 7):

- транспортный шлюз — Media Gateway, который выполняет функции преобразования речевой информации, поступающей со стороны ТфОП с постоянной скоростью, в вид, пригодный для передачи по сетям с маршрутизацией пакетов IP: кодирование и упаковку речевой информации в пакеты RTP/UDP/IP, а также обратное преобразование;
- устройство управления — Call Agent, выполняющее функции управления шлюзом;
- шлюз сигнализации — Signaling Gateway, который обеспечивает доставку сигнальной информации, поступающей со стороны ТфОП, к устройству

управления шлюзом и перенос сигнальной информации в обратном направлении.



**Рис. 7 Архитектура сети, базирующейся на протоколе MGCP**

Таким образом, весь интеллект функционально распределенного шлюза размещается в устройстве управления, функции которого, в свою очередь, могут быть распределены между несколькими компьютерными платформами.

Шлюз сигнализации выполняет функции STP — транзитного пункта системы сигнализации по общему каналу — ОКС7.

Транспортные шлюзы выполняют только функции преобразования речевой информации.

Одно устройство управления обслуживает одновременно несколько шлюзов. В сети может присутствовать несколько устройств управления. Предполагается, что эти устройства синхронизованы между собой и согласованно управляют шлюзами, участвующими в соединении.

Одно из основных требований, предъявляемых к протоколу MGCP, состоит в том, что устройства, реализующие этот протокол, должны работать в режиме без сохранения информации о последовательности транзакций между устройством управления и транспортным шлюзом, т.е. в устройствах не требуется реализации конечного автомата для описания этой последовательности. Однако это не относится к последовательности состояний соединений, сведения о которых хранятся в устройстве управления.

Протокол MGCP использует принцип master/slave (ведущий/ведомый), причем устройство управления шлюзами является ведущим, а транспортный шлюз — ведомым устройством, выполняющим команды, поступающие от устройства управления. Такое

решение обеспечивает масштабируемость сети и простоту эксплуатационного управления ею через устройство управления шлюзами.

Основной недостаток этого подхода — незаконченность стандартов. Функциональные блоки распределенных шлюзов, разработанные разными фирмами-производителями телекоммуникационного оборудования, практически несовместимы. Функции устройства управления шлюзами точно не определены. Не стандартизированы механизмы переноса сигнальной информации от шлюза сигнализации (Signalling Gateway) к устройству управления и в обратном направлении. К недостаткам можно отнести также отсутствие стандартизированного протокола взаимодействия между устройствами управления. Кроме того, протокол MGCP, являясь 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 сервер SIP.

## 2.5 Сравнение подходов построения сети IP-телефонии

Сравнивая функциональные особенности трех видов протоколов (табл.1), мы видим, что их различия обусловлены историческими причинами, в частности, изменениями представлений о пути развития телекоммуникаций в разное время.

Таблица 1 Сравнение протоколов VoIP сети<sup>1</sup>

Показатель	H.323	SIP	MGCP
Клиент	«Умный»	«Умный»	«Тупой»
Компонент, определяющий функциональность сети и сетевые сервисы	Привратник	Прокси-сервер	Сигнальный контроллер СА
Используемая модель	Телефонная (Q.931)	Internet (WWW)	Централизованная
Протокол передачи сигнализации	TCP*	TCP или UDP	UDP
Протокол передачи медиа-трафика	RTP	RTP	RTP
Формат сообщений	Двоичный (ASN.1)	Текстовый (ASCII)	Текстовый (ASCII)**
Стандартизирующая организация	ITU	IETF	IETF/ITU
* Возможна передача по UDP-протоколу; ** возможен двоичный формат сообщений, как в H.248.			

В настоящее время большинство корпоративных приложений VoIP по-прежнему задействуют протоколы H.323 и Media Gateway Control Protocol, а в целом клиентская база SIP меньше, чем число пользователей других протоколов VoIP, особенно это касается

<sup>1</sup> Масленников И. «Протоколы IP-телефонии» // [www.tlsgroup.ru](http://www.tlsgroup.ru) [31]

России. Хотя многие аналитики полагают, что SIP должен прийти на смену протоколу H.323, который применяется сегодня подавляющим большинством продуктов VoIP. При этом в российском варианте H.323 — это технологически устоявшийся, широко распространенный протокол IP-телефонии для операторских сетей и межоператорского обмена.

SIP — протокол предоставления расширенных голосовых услуг в IP-сетях, который продолжает быстро развиваться. Эта телекоммуникационная технология, предназначавшаяся для передачи голоса по сетям IP в режиме реального времени, получила достаточно широкое распространение в приложениях обработки видео и мгновенной пересылки сообщений. Его задачи аналогичны тем, которые присущи протоколу сигнализации OKC№7 (SS7) в обычной телефонии, и технологиям H.323 и Media Gateway Control Protocol в IP-телефонии. Протокол SIP позволяет предоставлять интегрированные и унифицированные услуги, к которым относится, в частности, ведение переговоров с одновременной передачей голоса и изображения. Как и HTTP, SIP реализован с помощью текстовых тегов, что упрощает его использование в приложениях. Телефонные приложения SIP обеспечивают привнесение дополнительной интеллектуальности в процедуру организации вызова, расширение возможностей сетевых устройств и агентов потребителя — IP-телефонов и ПК, оснащенных ПО передачи голоса или мгновенной пересылки сообщений. Пользовательские агенты SIP обладают дополнительными функциональными возможностями и взаимодействуют в основном по принципу «каждый с каждым». Кроме того, одно из основных преимуществ SIP перед его предшественником заключается в обеспечении мобильности между виртуальными частными сетями, телефонными системами и шлюзами, поддерживающими данную технологию.

Что касается MGCP, то он ориентирован прежде всего на организацию больших операторских узлов сопряжения IP-сетей с ТфОП и сетями SS7. Подход, основанный на использовании протокола MGCP обладает весьма важным преимуществом перед подходом, предложенным ITU в рекомендации H.323: поддержка контроллером шлюзов сигнализации OKC7 и других видов сигнализации, а также прозрачная трансляция сигнальной информации по сети IP-телефонии. В сети, построенной на базе рекомендации H.323, сигнализация OKC7, как и любая другая сигнализация, конвертируется шлюзом в сигнальные сообщения H.225.0 (Q.931).

Каждый из протоколов имеет свои достоинства и недостатки. И в действительность не существует протокола, который занял бы главенствующее положение. H.323, SIP и MGCP/MEGACO — все являются неотъемлемой частью мира IP-телефонии. Одни и те же услуги могут быть предоставлены с помощью различных комбинаций этих протоколов. Например, мультимедийная конференция может быть реализована с использованием

протокола H.323 или с помощью сочетания протокола SIP между контроллерами шлюзов и MGCP между контроллером и привратником.

Для решения вопроса о том, какой протокол выбрать, разработчики сети и торговые агенты должны в первую очередь принять решение о местоположении сети и ее управлении. Некоторым удобнее работать с простейшей моделью терминала H.323, которая предлагает более легкое управление и совершенствование. Некоторые могут выбрать более простую реализацию при богатом разнообразии услуг, предлагаемую SIP-терминалом. Модель MGCP/MEGACO особенно подходит для недорогих медиа-шлюзов, используемых для доступа. Несмотря на все споры, ответ заключается в том, что все эти протоколы: H.323, SIP и MGCP/MEGACO — станут частью архитектуры сети NGN.

### Глава 3. Технология Softswitch

Всеобщий интерес начинают вызывать устройства, которые смогли бы обеспечить тесное взаимодействие сетей различных технологий не только на физическом уровне, но и на уровнях формирования и предоставления услуг. Совершенно ясно, что необходимо строить сети связи, которые бы поддерживали непрерывный контроль над формированием и предоставлением услуг и обработку вызовов клиента по одним и тем же правилам, гарантирующим запрошенный уровень качества обслуживания, независимо от того, как происходит транспортировка услуги и через какое оборудование она предоставляется клиенту. Несмотря на кажущееся отличие пакетных и классических сетей и их конкуренцию между собой, они давно уже идут одним путем развития — разделения уровней предоставления услуг (транспорт и коммутация), от средств формирования услуг (обработка вызовов по заданным правилам).

Так, внедрение на телефонной сети общего пользования наложенной сети сигнализации ОКС № 7, привело к возможности разделения путей следования речевого трафика и сигнальной информации и реализации архитектуры интеллектуальной сети с разделением уровня предоставления услуг (SCP) и уровня управления, формирования услуг (SSP, IP). Применение такого подхода позволяет телефонным операторам, используя уже существующее оборудование, быстро и гибко формировать новые услуги для предоставления их пользователям.

Если обратиться к пакетным сетям, то такое разделение (принцип декомпозиции шлюза) присутствует и здесь: шлюзы, устройства управления шлюзами и шлюзы сигнализации (последние два устройства могут объединяться и быть совмещены с устройствами формирующими дополнительные услуги).

Таким образом, возникла необходимость в некоем сетевом элементе, обладающим следующими свойствами:

- это должен быть «интеллектуальный» центр сети, основанный на открытых стандартах и поддерживающий все основные типы традиционной телефонной сигнализации и протоколы пакетной передачи информации, включая IP-телефонию, и обеспечивающий эффективную маршрутизацию вызовов в разнородных сетях;
- он должен иметь распределенную и масштабируемую архитектуру, предотвращающую отказы при больших нагрузках на сеть и обеспечивающую надежность не менее 99,999%;

- он должен содержать модуль, позволяющий гибко контролировать сценарий обработки любой телекоммуникационной сессии (звонка); он должен представлять собой единый блок управления инфраструктурой сети и контроля над сессиями.

Объединение интеллектуальной периферии сетей связи независимо от применяемых ими технологий помогло реализовать решение, отвечающее вышеупомянутым пожеланиям операторов.

Если связать шлюзы не напрямую, а через промежуточное устройство — программный коммутатор (от англ. Softswitch — программный переключатель, коммутатор), к которому подключена система биллинга, то это позволит с минимальными затратами, без кардинального изменения схемы построения существующих сетей избавиться от типичных недостатков традиционных схем IP-телефонии.

Таблица 2 Сравнение современных АТС и систем Softswitch

<b>Характеристика</b>	<b>Система Softswitch</b>	<b>Традиционная АТС</b>
Архитектура	Модульная, на базе стандартов	Фирменная
Гибкость	Высокая	Низкая
Интеграция приложений сторонних разработчиков	Легко интегрируются	Трудно интегрируются
Перенастройка	Осуществляется легко	Затруднена
Масштабируемость	Миллионы соединений	Миллионы соединений
Экономически оправданный начальный уровень	От нескольких сотен пользователей	При большом числе пользователей
Поддержка трафика	Речь, данные, видео, факс	В основном речь, поддержка других типов трафика ограничена
Предпочтительная продолжительность вызова	Без ограничений	Небольшая (до 10 мин)

Из таблицы видно те преимущества, которые получают как операторы, так и пользователи, использующие программный коммутатор по сравнению с ТфОП. Таким образом, Softswitch соединяет в себе надежность и другие особенности, ожидаемые пользователями от стандартной телефонии, и эффективность, экономичность и гибкость сетей данных. Программное обеспечение предоставляет возможность взаимодействия неоднородных сетей, которые поддерживают широкий набор сигнальных протоколов (включая OKC7, MGCP, H.323 и SIP). Softswitch конвертирует различные протоколы сигнализации в единый формат, что упрощает введение новых протоколов. Эта возможность позволяет операторам ТфОП и IP-телефонии обеспечить возможность полного и прозрачного взаимодействия между ТфОП и IP-телефонии. К тому же эта трансляция



улучшает возможность взаимодействия между межсетевыми шлюзами различных поставщиков, что предоставляет дополнительные возможности расширения рынка. Таким образом, программный коммутатор отвечает за авторизацию и аутентификацию клиента, генерацию CDR и конвертацию разных типов сигнализаций (SIP/H.323/MGCP/ISDN/ISUP). Естественно в сети может существовать несколько коммутаторов Softswitch, а в качестве протокола взаимодействия между ними может выступать SIP/SIP-T.

Как сказано в журнале «Сети»: «Эффективность технологии Softswitch была реально проверена в период экономического спада в США, когда большинство телекоммуникационных компаний, успевших внедрить решения данного типа, сумели выдержать жесткие инвестиционные ограничения своих бюджетов за счет более низкой себестоимости и широкого набора предлагаемых услуг. В результате сегодня многие из них занимаются поглощением некогда более крупных операторов-конкурентов, работающих по традиционной схеме».

### 3.1 Структура Softswitch

Softswitch — это модель взаимодействия стандартных программных модулей, которые реализуют контроль вызовов, сигнализацию, взаимодействие протоколов и создание услуг внутри конвергентной сети.

International Packet Communication Consortium (IPCC, бывший International Softswitch Consortium) разработал четыре базовых компонента Softswitch: агент связи, шлюз сигнализации, сервер приложений и управление оконечным устройством.

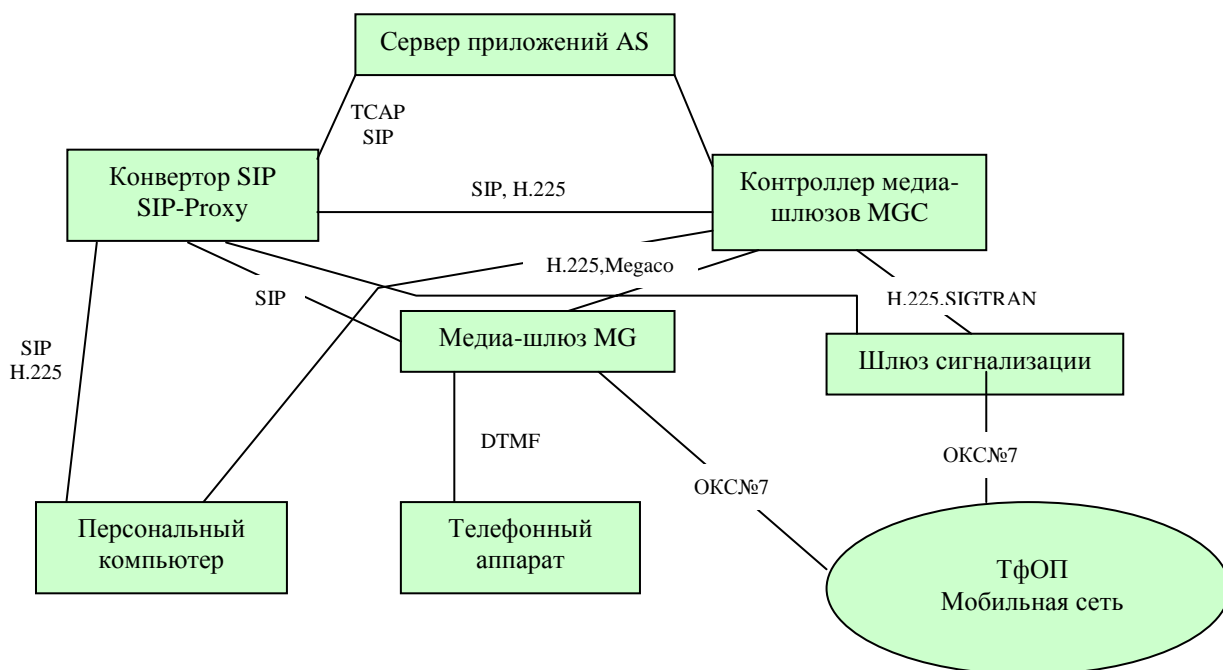
- Агент связи (Session agent)
- Шлюз сигнализации (Signaling gateway) является устройством для интеграции с уже существующей сигнализацией ТфОП ОКС№7 и для поддержки возможностей Интеллектуальной Сети (IN) в сети на базе Softswitch.
- Сервера приложений (Application servers) добавляют в Softswitch некоторую многогранность, предоставляя новые услуги на базе технологии IP, такие как унифицированная почта, поддержка конференций и IP centrex. Эти серверы взаимодействуют с элементами контроля вызова Softswitch посредством протокола SIP или других протоколов.
- Сервера управления взаиморасчетами (Back-end servers) осуществляют такие функции, как ведение счетов, авторизация и налогообложение, поддержка биллинга и т.д. Ключевыми возможностями являются функция детализации вызова (CDR), поддержка противоположных по своим задачам таких составляющих, как провайдера, центра взаиморасчетов и управления

приложением IP-телефонии из Web-браузера. Они также переадресуют вызовы к ТфОП в случае временных неполадок в IP сетях, известных как «crank bank».

Эти компоненты объединены в структуру коммутации и контроля за вызовом, основанную на современном ПО с открытыми стандартами, в отличие от базирующихся на коммутации каналов продуктов ТфОП, являющихся эксклюзивной разработкой сети. Поставщики оборудования могут изменять структуру Softswitch, включая в его состав различные компоненты, в зависимости от потребностей и конструкции. Гибкость при построении для расширения возможностей позволяет плавно перейти к сетям NGN.

IPCC считает, что сеть NGN базируются на трехуровневой архитектуре, в которой логически разделены транспортный уровень, уровень управления вызовом и прикладной уровень. Тогда Softswitch располагается на втором и третьем уровнях, управляя речевым трафиком и данными между ТфОП и сетями на базе IP, а также на пути к месту назначения. Модель Softswitch отделяет услуги от доступа и транспортных технологий, являясь важным элементом структуры, позволяющим владельцам сети привнести интернетовский стиль в создания телефонных услуг.

На рис. 8 приведена схема программного коммутатора, приведенная в Руководящем Документе Минсвязи РФ<sup>1</sup>. Здесь отражен российский вариант представления Softswitch.



**Рис. 8 Состав аппаратно-программного комплекса гибкого коммутатора**

<sup>1</sup> Руководящий документ (РД) 45.333-2002 «Оборудование связи, реализующее функции гибкого коммутатора. Технические требования», – М.: Минсвязи РФ, 2002. [35]

Оборудование, реализующее функции гибкого коммутатора должно включать в себя устройство управления шлюзами (Media Gateway Controller, MGC) и шлюз сигнализации (Signaling Gateway, SG), которые.

Устройство управления шлюзами MGC должно обеспечивать реализацию следующих функций:

- функции управления базовыми вызовами, включая маршрутизацию вызова и трансляцию адресов между различными планами нумерации посредством стандартных протоколов сигнализации;
- функции управления транспортными шлюзами посредством стандартных протоколов управления;
- функции межсетевого взаимодействия с устройствами управления вызовами сети с коммутацией пакетов (MGC, SIP-сервер, привратник H.323) посредством стандартных протоколов сигнализации через стандартные транспортные протоколы;
- функции межсетевого взаимодействия с пунктами сигнализации международно/междугородной и местной сети ОКС № 7 через шлюз сигнализации SG;
- функции взаимодействия с серверами приложений (Application Server, AS) через открытые программные интерфейсы (API), управления услугами и управления правами доступа;
- если MGC взаимодействует с узлами SCP IP, то взаимодействие должно осуществляться по протоколу INAP-R через шлюз сигнализации SG;
- взаимодействие со шлюзами сигнализации через стандартные протоколы передачи сигнальных сообщений;
- функции аутентификации и авторизации оконечного оборудования пользователя;
- функции эксплуатации и административного управления;
- функции генерации стандартных файлов CDR и сбора статистической информации для учета стоимости за установленные вызовы.

Шлюз сигнализации SG должен обеспечивать реализацию следующих функций:

- функции передачи сигнальных сообщений между сетью ОКС № 7 и устройством управления шлюзами MGC посредством стандартных транспортных протоколов, обеспечивающих возможность транспортировки сообщений протоколов стека SIGTRAN;

- функции передачи сигнальных сообщений протокола V5.2 в устройство управления шлюзами MGC посредством стандартных транспортных протоколов.

В общем случае, комплекс оборудования реализующий функции гибкого коммутатора может включать в себя следующие дополнительные программно-аппаратные устройства: транспортный шлюз, сервер приложений, медиа-сервер, SIP-прокси-сервер, привратник H.323. Набор дополнительных программно-аппаратных устройств, входящих в состав гибкого коммутатора, зависит от способов применения Оборудования на ВСС России.

Транспортный шлюз (Media Gateway, MG) должен обеспечивать реализацию следующих функций:

- функции преобразования сигналов и форматов данных;
- функции обработки сигнала;
- функции взаимодействия с устройством управления шлюзами MGC посредством стандартных протоколов управления;
- функции обработки и передачи в устройство управления шлюзами MGC дополнительных тоновых сигналов;
- функции взаимодействия с маршрутизатором/коммутатором сети передачи данных;
- если транспортный шлюз реализует функции установления тракта передачи, то с целью их реализации должны использоваться стандартные протоколы сигнализации для тракта передачи;
- если транспортный шлюз реализует функции маршрутизации, то с целью их реализации должны использоваться стандартные протоколы маршрутизации.

Сервер приложений (Application Server, AS) реализуется специализированным программным обеспечением, которое поддерживает программных клиентов со встроенным набором распределенных вычислительных возможностей, обеспечивающих реализацию дополнительных услуг в среде реализации логики услуги.

Сервер приложений должен обеспечивать реализацию следующих функций:

- функции управления услугами;
- функции создания услуг стандартными средствами API и скриптовых языков;
- функции предоставления в защищенном режиме программируемого интерфейса для административного домена третьей стороны;
- функции эксплуатационного управления услугами;
- функции высокоскоростной базы данных (внутренней или внешней) с целью сохранения данных об услугах и о подписчиках на услуги;

- функции взаимодействия с устройством управления шлюзами MGC посредством открытых программных интерфейсов или стандартных протоколов.

Сервер приложений может поддерживать услуги маршрутизации, аутентификации, авторизации вызовов, учета стоимости и управления политикой качества услуг.

Медиа сервер (Media Server, MS) может обеспечивать реализацию следующих функций:

- функции ресурсов мультимедиа (например, распознавание дополнительных тоновых сигналов и речевых сигналов, синтез речи, разветвление и коммутация потоков мультимедиа);
- возможность управления ресурсами мультимедиа со стороны приложений и услуг (например, сохранение, проигрывание и запись мультимедиа сообщений, функции моста для конференц-связи, отправление и получение факсов);
- функции программируемых интерфейсов и интерпретации скриптовых языков.

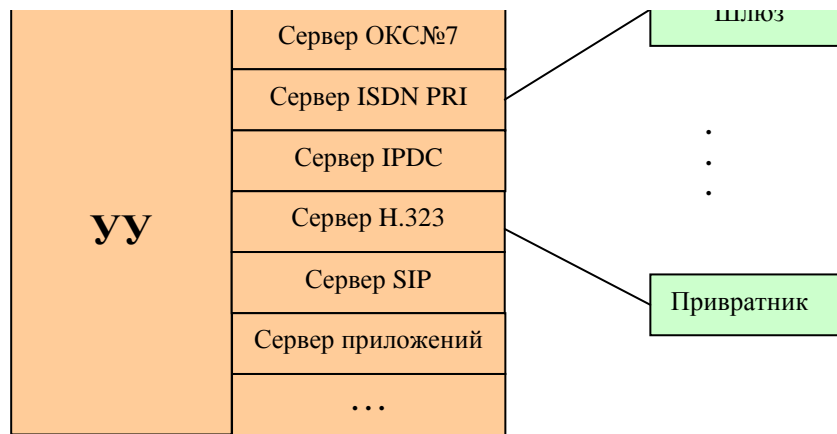
О функции SIP-прокси сервера и функциях привратника H.323 было сказано в главе 2 данной дипломной работы.

Минимальная конфигурация программного коммутатора содержит всего два устройства: контроллер медиа-шлюзов (MGC) и конвертор SIP (SIP Proxy).

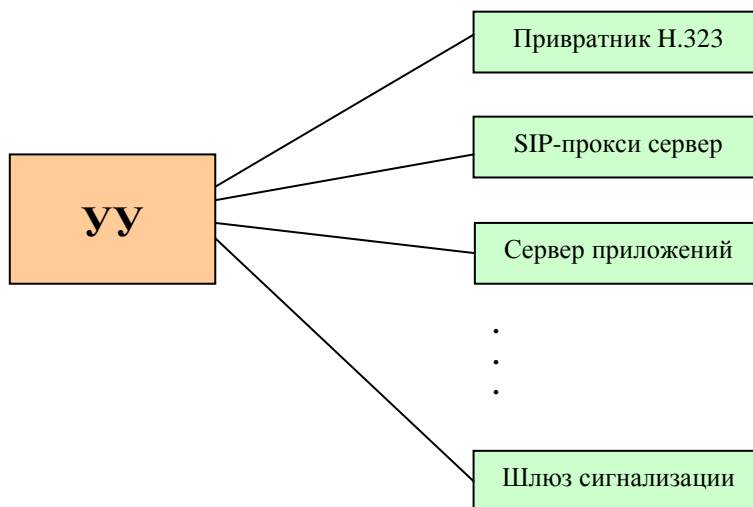
Устройство управления шлюзами MGC может быть реализовано на базе высокопроизводительного промышленного сервера, другие устройства, входящие в состав гибкого коммутатора, могут быть реализованы, как специализированные программно-аппаратные устройства.

Кроме того, программные коммутаторы Softswitch могут иметь единую или распределенную структуру.

Единая структура, изображенная на рис. 9, подразумевает наличие всех модулей Softswitch, входящих в его состав в виде серверов, выполняющих все требуемые функции, взаимодействующих между собой по внутримашинному интерфейсу. Как правило, это ПО, заложенное производителем в структуру Softswitch. Такая структура подходит для тех операторов, которые строят полностью новую сеть.



**Рис. 9 Единая структура Softswitch**



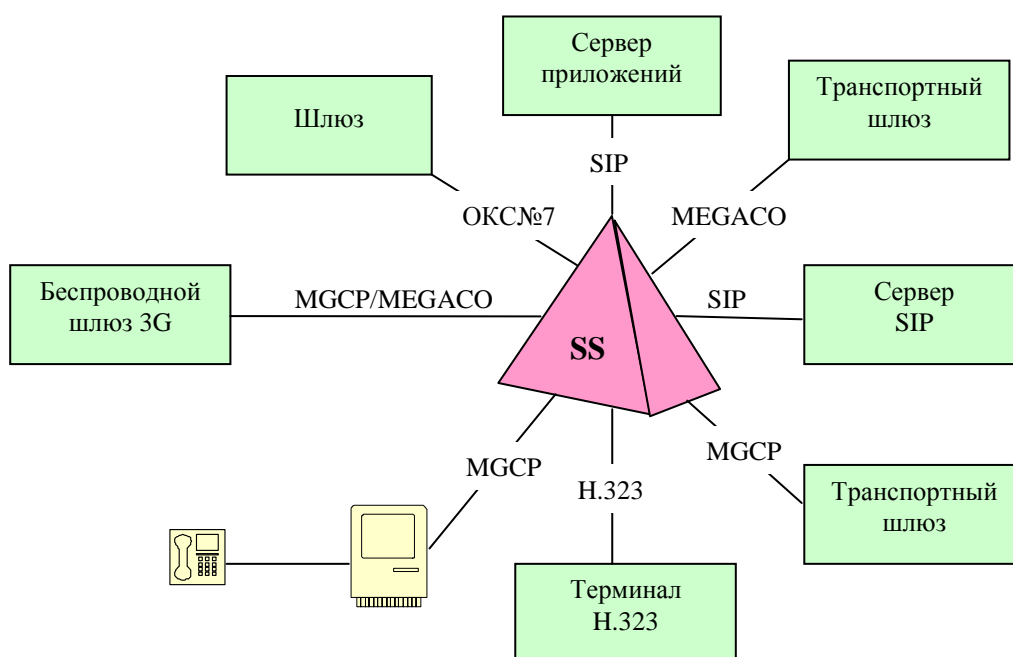
**Рис. 10 Распределенная структура Softswitch**

Если оператор уже существовал в том или ином виде на рынке предоставления услуг связи, и у него уже есть некая структура сети, для него экономически целесообразней ставить Softswitch второго типа. Распределенная структура, которая отражена на рис. 10, подразумевает наличие управляющего устройства и набора модулей, взаимодействующих друг с другом по стандартному протоколу, такому как MGCP. Такая структура программного коммутатора позволяет оператору выбирать тот набор элементов, которых недостает в его сети. Так, например, если в сети уже стоял привратник для связи с ТфОП, то не имеет смысла дублировать его и ставить Softswitch, выполняющий те же функции.

### 3.2 Функциональная модель Softswitch

С точки зрения телефонной сети общего пользования с одной стороны это пункт сигнализации ОКС №7 (SP, STP), с другой транзитный коммутатор поддерживающий системы сигнализаций (E-DSS1, CAS).

С точки зрения пакетных сетей (IP) — это устройство управления медиашлюзами (Media Gateway Controller), одновременно контроллер сигнализаций (Signalling Controller) и УУ терминальным оборудованием для сетей H.323 и SIP.



**Рис. 11** Сетевое окружении Softswitch

Для осуществления всех этих функций, устройство должно уметь работать с протоколами сигнализаций, построенными по различной архитектуре, и взаимодействовать с медиашлюзами основанными на различных технологиях. На рис. 11 показаны протоколы, поддерживаемые программным коммутатором. Решение поставленных задач в Softswitch осуществляется за счет отделения функций взаимодействия со специализированными протоколами (оборудованием), от функций обработки и маршрутизации вызовов между аппаратной частью и программным ядром устройства. Все сообщения протоколов сигнализации и управления устройствами приводятся к единому виду, удобному для представления в единой программной модели обработки вызовов.

Если говорить о функциональных возможностях, то Softswitch может поддерживать любое количество номеров, огромное количество абонентов, собранных или не собранных в одном месте, обеспечивать другие принципиально новые технологические возможности. Отраслевой РД 45.333-2002 заложил основу для сертификации оборудования программной коммутации, которое в массовом порядке начало поступать на российский рынок. Однако этот документ не регламентирует все аспекты, связанные с внедрением оборудования программной коммутации. Так, типовые сертификационные требования не затрагивают ряд важных вопросов, касающихся совместимости, безопасности, производительности и СОРМ. В конкретных случаях применения оборудования Softswitch необходимо оценивать такие

факторы, как наличие транспортных сетей с поддержкой гарантированного качества обслуживания, сетей доступа, спроса на дополнительные услуги и пр.

Согласно РД 45.333-2002 Softswitch должен обеспечивать реализацию следующих базовых функций:

- функции управления вызовами/функции коммутации услуг;
- функции управления транспортными шлюзами;
- функции обеспечения взаимодействия протокола ОКС № 7 с протоколами сигнализации сетей передачи данных;
- функции взаимодействия с серверами приложений через открытые программные интерфейсы или стандартные протоколы;
- функции сбора статистической информации и учета данных, необходимых для начисления платы за услуги.

Как отметил М.А. Пегасов, технический директор «ЦентрТелеком»: «Выбор сценария применения программного коммутатора определяется задачами, которые необходимо решить оператору. Для операторов, на сетях которых эксплуатируется большое количество аналоговых коммутаторов, подлежащих замене, возможно проведение модернизации с использованием программного коммутатора в роли распределенных телефонных концентраторов. Это обеспечивает экономически выгодное и масштабируемое решение для сельской телефонии и позволяет осуществлять быстрое внедрение, как традиционных услуг телефонной связи, так и дополнительных услуг нового поколения. При наличии хорошо развитой транспортной пакетной сети целесообразно начать внедрение программного коммутатора как транзитного коммутатора с функциями SSP. Применение программного коммутатора в этом случае даст такие преимущества как снижение эксплуатационных расходов, более легкое и централизованное управление сетью и гибкую маршрутизацию вызовов».

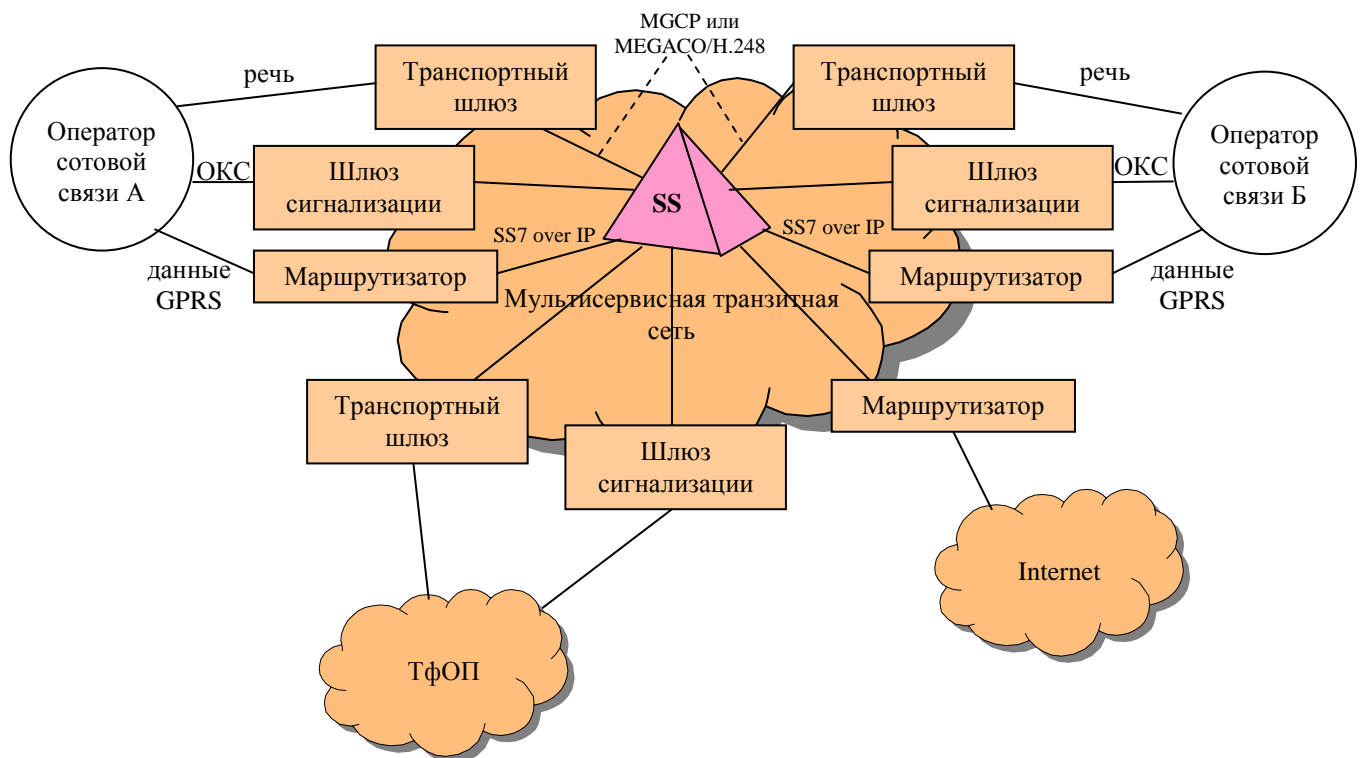
### 3.2.1 Применение Softswitch в сетях мобильной связи

Рассмотрим одну из областей применения Softswitch — сети мобильной связи.

Как известно, единая сеть передачи данных между центральным узлом коммутации и базовыми станциями существенно снижает расходы оператора за счет меньших затрат на ее строительство и обслуживание, а также более эффективного использования пропускной способности соединительных каналов. Такая транспортная инфраструктура позволяет предоставлять услуги передачи голоса и данных (включая факс и Internet), что логично вписывается в концепцию перехода к стандартам 2.5G и 3G.



Планируется интеграция сетей мобильной связи различных операторов (операторы мобильных сетей 2G, 2G+ и 3G) в транзитную мультисервисную сеть на базе оборудования Softswitch. На рис. 12 представлена структурная схема мультисервисной транзитной сети (МСТС). Для построения МСТС используется принцип декомпозиции шлюзов, при котором логика работы сети отделяется в центральном управляющем устройстве. Такое решение обеспечивает масштабируемость сети и простоту эксплуатационного управления ею. Кроме того, шлюзы становятся менее дорогостоящими, что позволяет устанавливать их в большом количестве. Использование Softswitch и сигнального шлюза с поддержкой протокола Sigtran (SS7 поверх IP) позволяет отказаться от организации выделенных каналов к сети SS7 (что, например, используется при роуминге) либо услуг третьих компаний, обеспечивающих транзит сигнального трафика. От оператора всего лишь требуется обычный канал доступа к Internet. Кроме того, оператор пользуется услугами мультисервисной сети в случае, когда необходимо обновить данные в регистре местоположения (HLR) «домашней» сети при регистрации, отключении терминала и т.д.



**Рис. 12** Архитектура МСТС

При этом узлом, который обрабатывает сигнализацию ОКС№7, принимает решение об установлении соединений в МСТС, управляет коммутациями в транспортном шлюзе является Softswitch. Будучи интеллектуальным устройством, он «знает» все доступные сети сотовой связи, осуществляет составление CDR, пересылку сообщений ОКС№7 через МСТС.

С внедрением программного коммутатора можно существенно увеличить доход от услуг дальней связи, поскольку к услугам операторов имеются многочисленные центры обмена трафиком в IP-сети (VoIP Clearing House), предоставляющие оптовые цены на его терминацию. При этом задача проключения вызова внутри распределенной сети оператора из одного региона в другой решается гораздо проще: голосовой сигнал вызывающего абонента поступает в общем случае на вызываемый аппарат в том же цифровом виде.

Возможно, создание подобной мультисервисной сети станет одним из основных шагов к строительству сети NGN.

### 3.2.2 Реализация биллинга

Новая архитектура сети предусматривает некоторые изменения в биллинговых системах (АСР) оператора связи. Эти изменения прежде всего ориентированы на тарификацию разнородных услуг (голос, данные, дополнительные услуги), гибкое введение и расчет потребления новых сервисов. Иными словами, заказчик биллинговой системы должен иметь возможность с помощью прилагаемого клиентского интерфейса к базам данных создавать и описывать новые услуги, не обращаясь к разработчику. Это функциональность АСР напрямую связана с поддержкой возможностей одного из модулей Softswitch под названием сервер приложений. Неотъемлемой частью АСР нового поколения является Web-портал для доступа клиентов и агентов компании-оператора.

Данные для начисления оплаты за установленные вызовы учитывают следующее:

- номер вызывающего абонента;
- номер вызываемого абонента;
- формат адреса вызываемого абонента;
- тип соединения — коммутация каналов, коммутация пакетов, коммутируемое/полупостоянное;
- код услуги, или номер спецслужбы, или номер направления;
- время начала соединения;
- длительность соединения или время окончания соединения;
- объем передаваемой информации (в случае установления вызова с целью передачи данных);
- дата начала соединения;
- в случае обслуживания пользователей prepaid карт должна дополнительно обеспечиваться фиксация информации о серийном номере карты.

### 3.2.3 Реализация дополнительных услуг

В наше время, в эпоху жесткой конкуренции, на телекоммуникационном рынке победит тот оператор, который первым сможет предложить востребованную услугу. С помощью технологии Softswitch задача создания и внедрения новых услуг больше не зависит от поставщика узлового коммутатора и может быть выполнена силами самих сотрудников компании за несколько рабочих дней.

При подключении к программному коммутатору дополнительного сервера приложений становится возможным по мере необходимости создавать новые приложения и использовать ПО внешних разработчиков.

Предполагается, что наиболее востребованным сервисом на базе гибких коммутаторов в ближайшее время станет пакет услуг IP Centrex. Он будет включать в себя все традиционные услуги Centrex, а также возможность добавлять и отключать услуги через Web, инициализацию вызова щелчком мыши по номеру на Web-странице, конфигурирование абонентского терминала, доступ к списку поступивших вызовов, телефонным справочникам и записной книжке. По мнению аналитика из компании Infonetics Кевина Митчела, все перечисленные новые услуги невозможно предоставлять с помощью традиционных АТС.

Рассмотрим теперь более подробно принципы работы и основные функции IP Centrex. Следует заметить, что здесь мы рассмотрим только те из них, которые наиболее часто встречаются в реализациях IP Centrex.

*Voice mail.* Функция «голосовая почта» представляет собой систему записи, хранения и воспроизведения голосовых сообщений аналогично телефонному автоответчику, на который можно записать необходимую информацию в то время, когда абонент не может подойти к телефону. Большое практическое значение имеет возможность интеграции голосовой почты с электронной (Unified messaging). Файлы с голосовыми сообщениями откладываются на сервер и хранятся там, пока пользователь не прочтает их с помощью почтовой программы или позвонив на номер своего почтового ящика с телефона. Как правило, пользователю доступен Web-интерфейс с формой администрирования, где можно в явном виде указать правила хранения, записи и воспроизведения голосовых сообщений. Таким образом, каждый пользователь может легко конфигурировать свой собственный почтовый ящик соответственно своим требованиям. Прослушать сообщения, как правило, можно не только с рабочего телефона, но и с любого другого городского телефона, позвонив на общедоступный номер и введя пароль в тоновом режиме.

*Call forwarding/Personal Attendant.* Эта функция позволяет устанавливать правила для обработки входящих вызовов на данный телефонный номер. Логика обработки вызовов может зависеть как от кода ответа абонентского терминала («занято», «абонент не отвечает»), так и от специально описанного «расписания» абонента. Например, можно создать следующее расписание — днем в рабочее время вызовы направляются на рабочий телефон абонента, вечером вызовы перенаправляются системой на мобильный телефон, а ночью и утром вызовы обрабатывает модуль голосовой почты и сообщения откладываются на ящик голосовой почты. Также можно описать правила обработки, в случае если телефон вызываемого абонента занят (оставить сообщение на голосовой почте) или сеть перегружена. Фактически эта функция является для клиента электронным секретарем, который в любое время суток может обеспечить доставку важной информации получателю и поддерживать его доступность.

*Call park/call pickup.* Функция «парковки» входящего вызова позволяет принять вызов на одном телефоне, затем поставить его в состояние parked, перейти к другому телефону, принадлежащему к той же парк-группе и продолжить разговор с него. Это может быть полезно в случае высокой мобильности пользователей, на крупных предприятиях или просто для людей с плотным графиком работы. Можно ответить на звонок на своем рабочем месте, через несколько минут переключить его на свой мобильный телефон (принадлежащей к одной парк-группе с рабочим телефоном), а закончить разговор, например, в конференц-зале с аппарата с громкой связью. Главным требованием для реализации этой функциональности является принадлежность всех используемых аппаратов к одной группе.

*Hunt groups.* Эта функция очень полезна для крупных организаций с большими отделами и подразделениями. Используя ее, можно перенаправлять входящие вызовы на телефоны коллег из вашего отдела, в случае если ваша телефонная линия занята.

Таблица 3 Основные функции IP Centrex

<b>Функция</b>	<b>Описание</b>
<b>Voice mail</b>	Знакомая всем функция «голосовая почта». Абонент может включать, отключать и настраивать свой почтовый ящик в соответствии со своими требованиями
<b>Conference</b>	Возможность установления конференций
<b>Call block</b>	Позволяет автоматически отклонять входящие телефонные вызовы, инициированные с определенных телефонных номеров

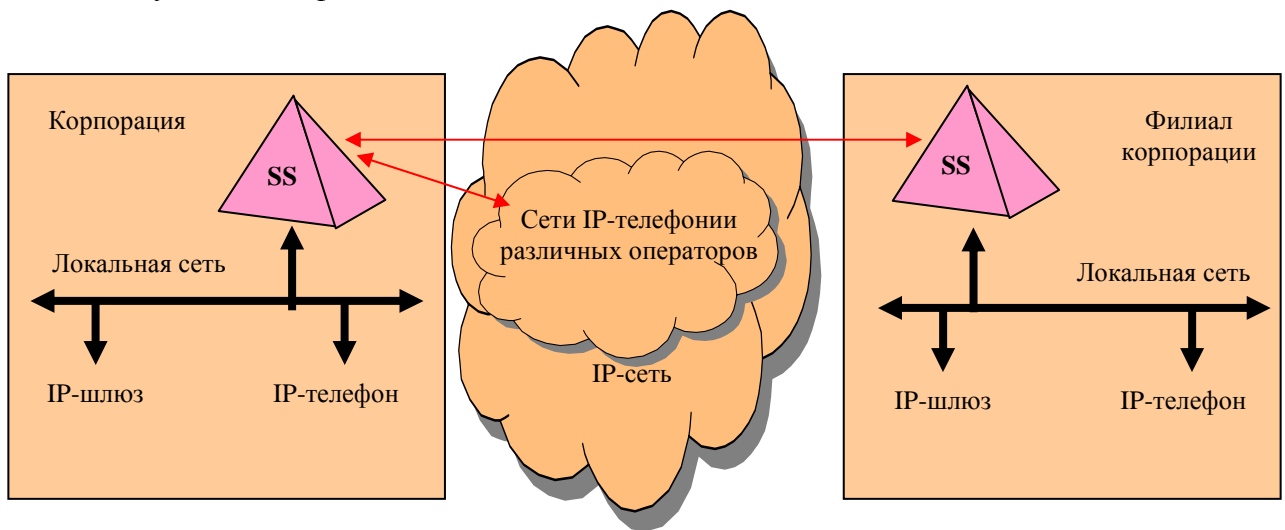
Функции	Описание
<b>Call forwarding/Personal Attendant</b>	Позволяет перенаправлять входящие вызовы на другие телефонные номера в зависимости от разных факторов (абонент не отвечает, занято и т.д.)
<b>Call hold</b>	Возможность удержать звонок
<b>Call park/pickup</b>	Позволяет вести разговор с разных телефонных аппаратов
<b>Call Transfer</b>	Перенаправление уже установленного соединения
<b>Call Waiting</b>	Определяет возможность ответить на входящий вызов во время уже установленного соединения
<b>Hunt groups</b>	Звонок автоматически перенаправляется на другой телефонный номер (по очереди из группы) в случае если вызываемый абонент разговаривает в это время по телефону
<b>Numbers blocking</b>	Функция позволяет запретить звонки на определенные номера с данного телефонного номера

Система администрирования большинства реализаций IP Centrex представляет собой иерархическую структуру с разделением на уровни администратора и пользователя. Все действия по конфигурированию производятся через Web-интерфейс. Администратор имеет доступ как к пользовательским настройкам, так и к системе обработки вызовов и таблицам маршрутизации звонков. Он определяет сетевые параметры, функциональные возможности, может включить или отключить ту или иную функцию, задать общие положения для всех пользователей или для конкретной группы. Администратор задает формат биллинговых записей, частоту их обновления и правила обработки (здесь могут использоваться как внешние биллинговые программы, так и внутренние возможности ПО Softswitch). Пользовательский уровень администрирования предоставляет интерфейс для каждого конкретного пользователя, в котором можно задать настройки своего почтового ящика голосовой почты, правила обработки входящих вызовов и расписание работы персонального электронного секретаря.

### 3.2.4 Применение Softswitch в корпоративных сетях IP-телефонии

Как правило, корпоративные сети имеют собственное адресное пространство, а для использования сотрудниками Internet-ресурсов устанавливают IP-шлюзы (не путать со шлюзами IP-телефонии), которые не в состоянии правильно маршрутизировать пакеты с сигнализацией и голосом. Благодаря возможности проксирования звонков, Softswitch легко решает эту задачу. Кроме того, Softswitch может заменить контроллер зоны и выполнять функции администрирования и маршрутизации в сети.

На рис. 13 представлена одна из возможных схем построения сети связи корпорации, имеющей удаленный филиал.



**Рис. 13** Схема построения корпоративной сети IP-телефонии

Для построения такой сети может быть использовано оборудование различных производителей.

Softswitch, установленные на границе локальных сетей с глобальной сетью Internet, позволяют установить соединение между шлюзами, установленными внутри этих локальных сетей. Обратите внимание на то, что подключение к операторам IP-телефонии, предоставляющим междугороднюю и международную связь, происходит только через Softswitch, установленный в головном офисе компании. Это упрощает контроль и администрирование доступа к междугородней связи.

### 3.3 Преимущества Softswitch

Модель Softswitch является важным составным элементом сети NGN. Рассмотрим, в чем заключаются преимущества использования программного коммутатора для операторов, создающих сети, и для пользователей, являющихся потребителями услуг связи.

### Преимущества для операторов:

Операторы, создающие бизнес-планы вокруг модели программного коммутатора, получают следующие преимущества:

- Гибкость в создании услуг. Благодаря тому, что Softswitch разделяет уровень предоставления услуг и уровень управления вызовом, можно быстро и с минимальными затратами разворачивать новые услуги, пользующиеся успехом, и получать от этого прибыль.
- Запланированные источники дохода. Пользуясь гибкостью, присущей сетям на базе IP протокола, операторы смогут управлять специфичным рынком разработки и создания услуг. Низкая степень риска и высокий доход характеризуют услуги, предоставленные на основе модели Softswitch.
- Планы на будущее. Можно предположить, что все сети постепенно мигрируют в пакетные технологии, и модель Softswitch подготавливает их к возможности функционирования на базе IP протокола. Позволив этой модели занять свое место, операторы смогут удержать равновесие и быстро адаптироваться в условиях новой технологии.
- Снижение себестоимости. Пакетная передача уже снизила себестоимость для операторов, разгрузив речевой трафик и данные с помощью IP протокола. Технология Softswitch позволяет улучшить возможности IP-телефонии, со временем переместив архитектуру ТфОП в область пакетной коммутации. Эти два фактора способствуют снижению затрат.

### Преимущества для пользователя:

Для конечного пользователя услуги, базирующиеся на модели Softswitch, предоставляют новый уровень контроля, который был невозможен при коммутации каналов. Например, пользователи получают возможность направлять вызовы в офис, домой или на мобильное устройство в зависимости от времени суток. Или они смогут оперативно получать важные данные, сигнал тревоги или информацию от прикладных программ в деловой сфере.

Softswitch дает возможность сфере создания услуг предоставить для пользователя следующие преимущества:

- Индивидуальные услуги. Модель Softswitch с финансовой и технической точки зрения делает возможным для операторов отвечать уникальным требованиям неординарных пользователей. Для пользователей же это означает, что они получают возможность доступа к большему числу услуг, которые будут соответствовать их образу жизни и потребностям.

- Удобство и контроль. Результатом этой технологии станет создание услуг, которые смогут предложить больше удобства и контроля для тех пользователей, которые живут в ногу со временем. С помощью модели Softswitch операторы получают возможность улучшать услуги, такие как унифицированная передача сообщений и мобильный доступ к информации, предоставляющим пользователям широкий выбор того, как, где и когда общаться.
- NGN планирование. По прогнозам следующие несколько лет станут временем интенсивного создания услуг и технологических улучшений. Операторы, принявшие модель Softswitch, смогут предоставить пользователям доступ к новым услугам, базирующимся на IP технологии, также быстро и просто, как если бы они ходили в магазин.

### 3.4 Примеры вариантов реализации Softswitch

Принципы работы и структура устройств Softswitch разных производителей различаются. Рассмотрим примеры реализации двух Softswitch разных производителей. Один из них, Softswitch компании Lucent Technologies, является примером Softswitch с единой структурой, тогда как второй пример — mSwitch — имеет более распределенную архитектуру.

#### Lucent Technologies

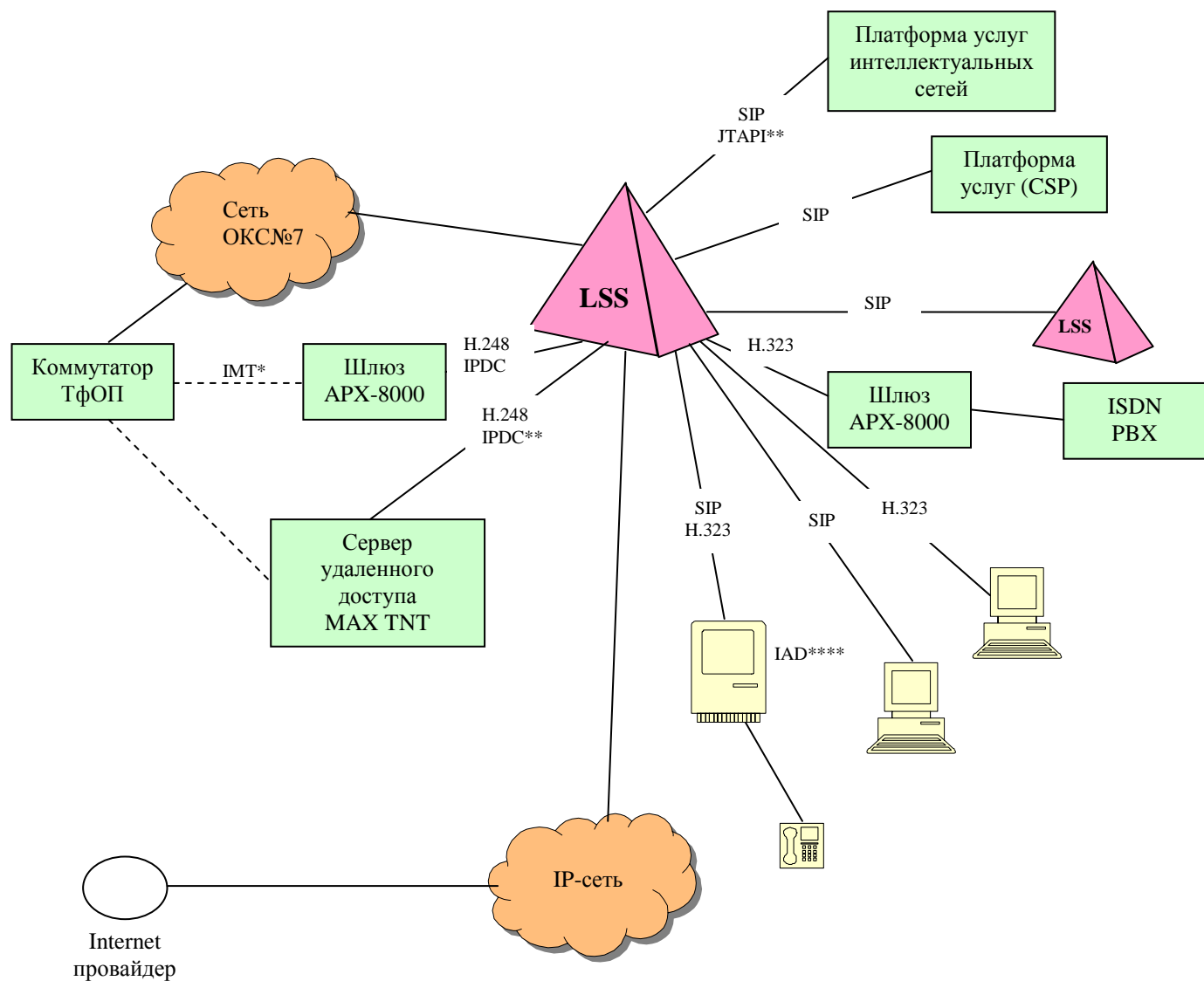
Softswitch компании Lucent (LSS) функционально состоит из двух частей:

- Аппаратная часть Softswitch, отвечающая за взаимодействие с внешними устройствами, называется Сервер устройств (Device Server). Сервер устройств может поддерживать как взаимодействие с медиашлюзами определенного типа (коммутаторами ATM, шлюзами IP-телефонии), так и работу со специализированными протоколами сигнализаций (ОКС №7 (MTP, ISUP-R), SIP). Он может быть выполнен в виде отдельно стоящего оборудования (сервер Sun), или в виде платы для установки в общее шасси.
- Все функции установления, контроля и разрыва соединений выполняются в отдельном устройстве — Сервере вызовов (Call Server). В данном устройстве происходит принятие решений о маршрутизации вызовов, разрешение адресов, отслеживается политика обработки соединений на основе информации, получаемой от устройств интеллектуальной периферии.

LSS может взаимодействовать со шлюзами Lucent APX-8000, APX-1000 и MAX TNT, а также с IP шлюзами других производителей, поддерживающими протокол H.248. На рис. 14



отображается то, что Softswitch умеет работать с любыми используемыми системами сигнализации и взаимодействует с различными протоколами.



\*ИМТ — Inter-Machine Trunk

\*\*IPDC — Internet Protocol Device Control

\*\*\*JTAPI — Java Telephone Application Programming Interface

\*\*\*\*IAD — Интегрированное устройство доступа

**Рис. 14 Сетевое окружение LSS**

Платформа LSS строится на специализированных серверах или серверах SUN *Netras*.

Все устройства LSS для надежности дублированы. Таким образом, устройства LSS могут быть сконфигурированы в 2-х режимах: защищенном (дублированном) режиме, либо незащищенном, но с удвоенным количеством обслуживающих приборов.

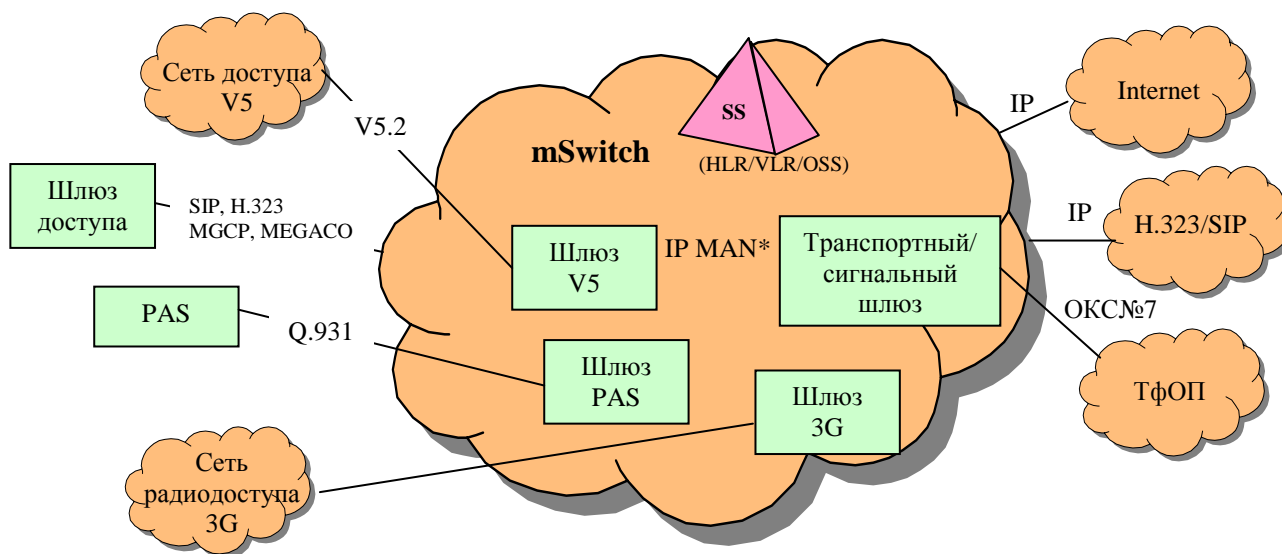
На базе LSS, операторы могут предоставлять абонентам услуги интеллектуальных сетей.

## UTStarcom

Softswitch американской компании UTStarcom носит название mSwitch. Он имеет более распределенную структуру, чем продукт компании Lucent, и является сетевой архитектурой, состоящей из комплекса серверов и шлюзов. На рис.15 изображено сетевое окружение mSwitch.

### Комплекс серверов

- сервер вызовов (Call Server);
- сервер приложений (Application Server);
- Policy Server;
- сервер определения местонахождения пользователя (SLR Server);
- сервер Авторизации, Аутентификации и Ведения счетов (AAA Server);
- медиа сервер (Media Server);
- SCP Server.



\*MAN — Mobile Access Network

**Рис. 15** Сетевое окружение mSwitch

Оборудованием на базе mSwitch поддерживаются различные виды сигнализации ТфОП, такие как: SS7 TUP/ISUP, INAP/TCAP/SCCP, V5.2, Q.931, DSS1.

Для взаимодействия с остальным оборудованием внутри IP сети и другими Softswitch, поддерживает следующие протоколы: SIP, SIP-T, H.323, MGCP, Megaco/H.248, SNSP, SIGTRAN, CAMEL, PARLAY/JAIN/JTAPI, BICC.

### 3.5 Выводы

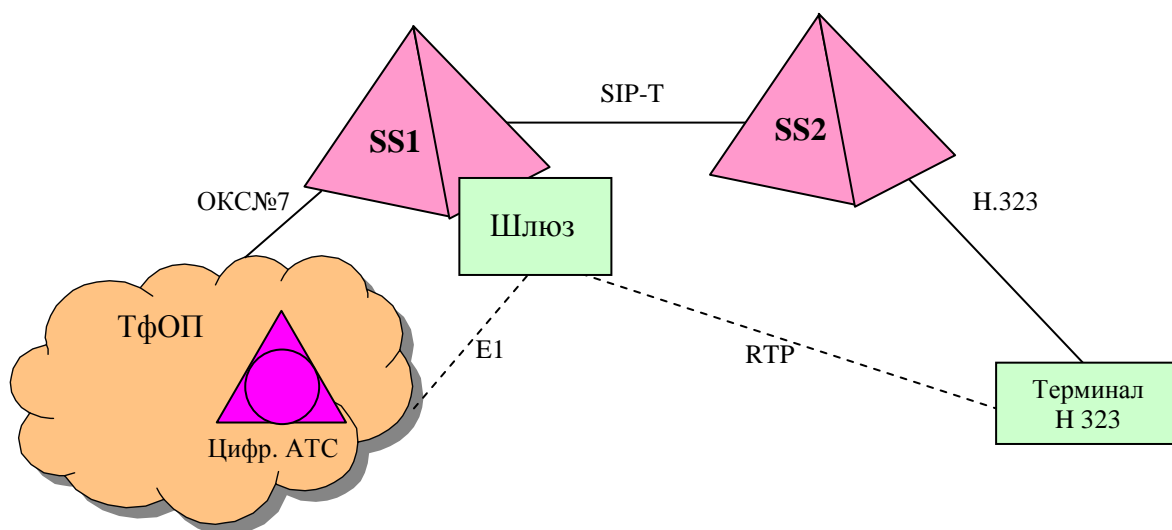
В заключение хочется еще раз подчеркнуть, что Softswitch нельзя считать простым набором программных серверов. Ближе всего этот термин описывает новый тип телекоммуникационной идеологии, основанный на распределенной и масштабируемой архитектуре и открытых стандартах. Softswitch может управлять любым оборудованием, не зависимо от того, на какой платформе функционирует его программная система. Для него нет предпочтительных протоколов сигнализации, так как в основу заложено взаимодействие протоколов. Softswitch изначально и полностью программируем. Именно благодаря этому преимуществу, независимые разработчики ПО смогут создавать новые услуги.

Итак, можно заключить, что использование Softswitch в сети оператора IP-телефонии позволяет расширить спектр предоставляемых услуг, дифференцируя свои услуги от конкурентов. Возможность предоставления дополнительных услуг также повышает степень лояльности клиентов к услугам оператора — ведь если клиент решит уйти к конкуренту, ему придется отказываться от привычных ему услуг.

Найдут ли массовое применение продукты Softswitch на российском рынке IP, покажет время. Однако интерес, который вызвали продукты Softswitch, практически не оставляет почвы для сомнений на этот счет.

## Глава 4. Алгоритм взаимодействия систем сигнализации

Рассмотрим пример структуры сети, в которой использованы различные протоколы сигнализации:



**Рис. 16 Пример взаимодействия «телефон-компьютер» в сетях на базе Softswitch**

На рис. 16 изображены две сети IP-телефонии, построенные на базе Softswitch, взаимодействующих по протоколу SIP-T. При этом данные две сети обслуживают пользователей в разных городах (например, Softswitch1 — в Санкт-Петербурге, а Softswitch2 — в Москве). Пользователь ТфОП подключается к стационарному оборудованию (цифровая АТС), которое по общеканальной сигнализации №7 адресует его вызов к сети IP-телефонии. Вызываемым пользователем является абонент конвергентной сети на базе Softswitch2, который является оператором, и ему принадлежит номер в общей нумерации ТфОП. Речевая информация передается от ТфОП в цифровом виде на шлюз, который упаковывает ее в пакеты и передает по IP-сетям, от пользователя терминала H.323 — в обратном порядке.

### 4.1 Алгоритм успешного установления соединения

Рассмотрим пример алгоритма установления соединения, завершившегося успехом, изображенный на рис. 17.

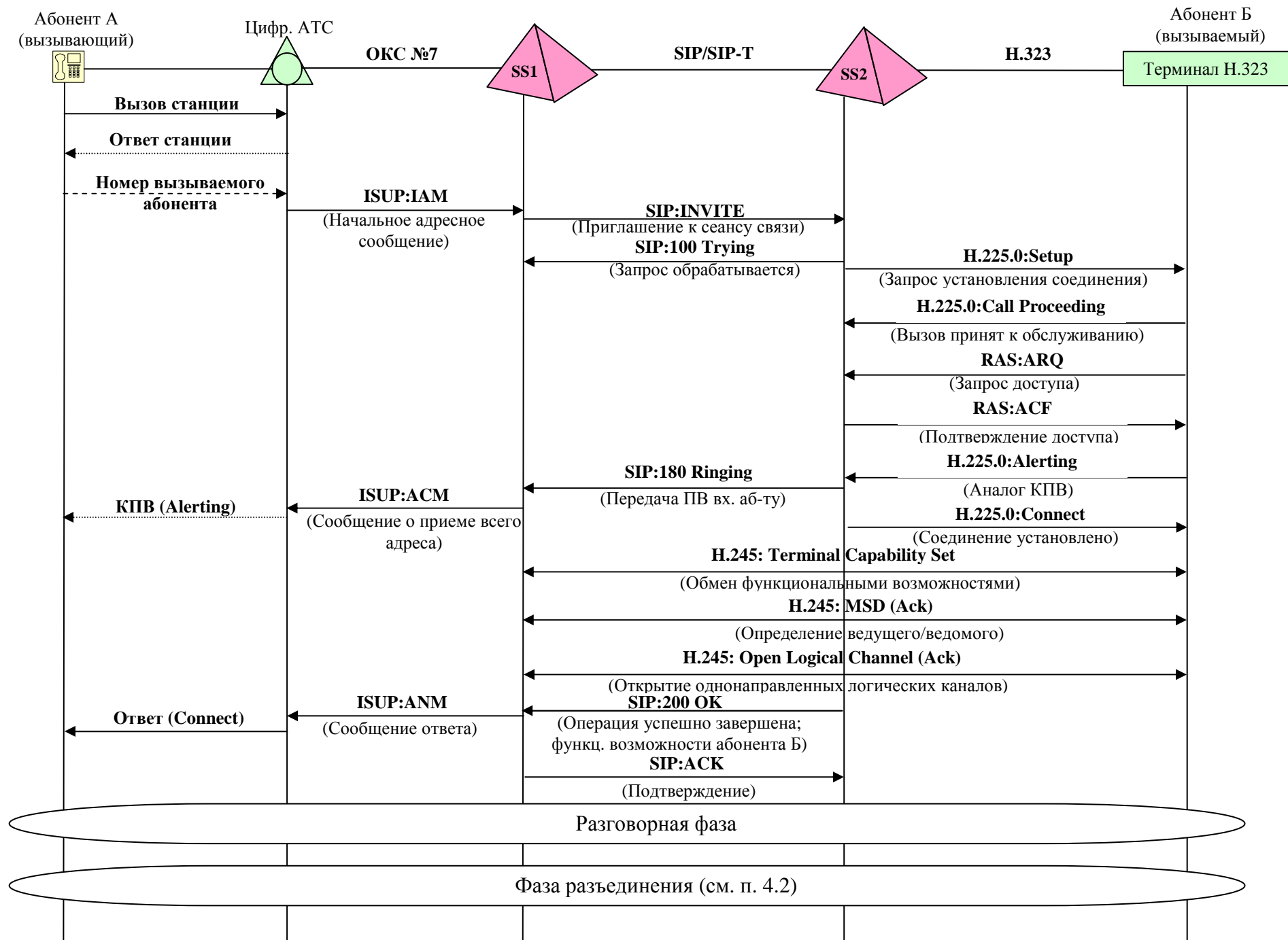


Рис. 17 Алгоритм успешного установления соединения

1) Вызывающий абонент снимает трубку и слышит в ответ от АТС акустический сигнал «Ответ станции».

2) Вызывающий абонент набирает телефонный номер вызываемого абонента (импульсный набор). АТС передает на модуль протокола OKC№7 Softswitch1 начальное адресное сообщение IAM. Оно содержит цифры номера адресата (либо все, либо в количестве, необходимом для маршрутизации). В нем также передается информация о характере природы устанавливаемого соединения (наличие или отсутствие эхоградителей, присутствие в соединении спутникового канала и т.п.), о характере самого соединения и специфические требования к нему (например, необходимость сквозной передачи информации и способ такой передачи), категорию вызывающей стороны и т.д. Кроме того, в адресном сообщении IAM содержится обязательный параметр — номер вызывающего абонента (переменная длина 4–12 байтов). Анализ цифр номера вызываемого абонента определяет дальнейший маршрут. Анализ остальной информации, содержащейся в IAM, определяет выбор характеристик средств доставки информации, например, канал 64 Кбит. Номер вызывающего абонента используется сервером взаиморасчетов для последующего начисления платы. Устройство управления MGC Softswitch1 осуществляет преобразование адресной информации E.164 в IP-адрес и маршрутизацию вызова.

*Примечание.* Далее под словами Softswitch1 или Softswitch2 будем подразумевать соответствующий сервер.

3) Softswitch1 обрабатывает запрос, по базе данных находит абонента Б и выясняет, что тот находится в Москве. Поэтому вызов направляется к другому Softswitch2, с которым Softswitch1 связан по протоколу SIP-T.

4) Softswitch1 сообщение ISUP:IAM преобразует в запрос SIP:INVITE, который приглашает вызываемого пользователя (в данном случае Softswitch2) принять участие в сеансе связи. Сообщение обычно содержит описание сессии, в котором передается вид принимаемой информации и параметры (список возможных вариантов параметров), необходимые для приема информации, также может указываться вид информации, который вызываемый пользователь желает передавать. В этом сообщении могут содержаться также данные необходимые для аутентификации абонента. Для передачи запроса SIP:INVITE Softswitch1 должен знать транспортный IP-адрес Softswitch2.

5) Softswitch2 высылает в ответ SIP:100 Trying, что означает, что запрос обрабатывается и встречное оборудование перезапускает таймеры. Этот ответ так же, как и прочие предварительные ответы, пресекает повторные посылки сообщения SIP:INVITE клиентом.

6) Softswitch2 обрабатывает запрос SIP:INVITE, маршрутизирует вызов в соответствии с номером вызываемого абонента и преобразует запрос SIP:INVITE в сообщение H.225.0:Setup.

7) Softswitch2 по сигнальному каналу H.225.0 передает на транспортный адрес вызываемого абонента запрос соединения H.225.0:Setup. Это сообщение передается на общеизвестный порт 1720 вызываемого оборудования (терминала H.323).

8) В ответ терминальное оборудование посылает сообщение H.225.0:Call Proceeding, означающее, что вся информация, необходимая для установления соединения, получена, и вызов принят к обслуживанию.

9) Если оборудование имеет возможность принять вызов, оно передает запрос допуска к ресурсам сети RAS:ARQ, на который Softswitch2 отвечает в данном случае подтверждением RAS:ACF.

В сообщении RAS:ARQ обязательно содержится идентификатор оборудования, пославшего сообщение RAS:ARQ, т.е. терминала H.323, и контактная информация того оборудования, с которым желает связаться оборудование, пославшее сообщение RAS:ARQ, т.е. Softswitch2. Контактная информация оборудования включает в себя alias-адрес и/или транспортный адрес сигнального канала, но, как правило, в запрос RAS:ARQ помещается только alias-адрес вызываемого оборудования. Кроме того, в сообщении RAS:ARQ указывается также верхний предел суммарной скорости передачи и приема пользовательской информации по всем речевым и видеоканалам без учета заголовков RTP/UDP/IP и другой служебной информации. Во время связи средняя за секунду суммарная скорость передачи и приема информации конечным оборудованием не должна превышать этот верхний предел. Отметим, что суммарная скорость не включает в себя скорость передачи и приема информации по каналу передачи данных, по управляющему и сигнальному каналам.

10) Далее от терминала H.323 на Softswitch2 поступает сообщение H.225.0:Alerting. Оно информирует вызывающее оборудование о том, что вызываемое оборудование не занято, и что пользователю подается сигнал о входящем вызове.

11) Softswitch2 конвертирует сообщение H.225.0:Alerting в сообщение SIP:180 Ringing, которое передается на Softswitch1, копируя в него из запроса SIP:INVITE поля To, From, Call-Id и CSeq. Это сообщение означает, что местоположение вызываемого пользователя определено и вызываемый пользователь получает сигнал о входящем вызове.

12) Softswitch1 передает сообщение о приеме всего адреса ISUP:ACM. Общий формат сообщения ISUP:ACM включает в себя обязательный параметр фиксированной длины 1 байт, определяющий характер устанавливаемого соединения аналогично тому, как это имело

место в ISUP:IAM (наличие или отсутствие эхозаградителя, присутствие в соединении спутникового канала и т.п.). Другой обязательный параметр фиксированной длины 2 байта также аналогичен параметру в ISUP:IAM, но характеризует возможности входящей стороны соединения, подтверждая, например, возможность сквозной передачи и принимая затребованный способ такой передачи (или предлагая альтернативный). Кроме этого, в ISUP:ACM могут включаться необязательный параметр со сведениями об особенностях соединения (аналогичный такому же параметру в ISUP:IAM), и информация «пользователь-пользователь» (длиной 3–131 байт).

13) Вызываемому пользователю подается визуальный или акустический сигнал о входящем вызове. Получив сообщение ISUP:ACM, АТС посылает вызываемому пользователю акустический сигнал «Контроль посылки вызова (КПВ)».

14) После того, как вызываемый пользователь примет входящий вызов, Softswitch2 передается сообщение H.225.0:Connect с транспортным адресом управляющего канала H.245 вызываемого оборудования. Softswitch2 заменяет этот адрес транспортным адресом своего управляющего канала H.245, после чего открывается управляющий канал H.245.

15) После открытия управляющего канала H.245 начинается обмен данными о функциональных возможностях оборудования.

**Примечание:** На рисунке отмечены не сами сигналы, а процедуры.

Терминал и шлюз, находящийся на Softswitch1, обмениваются сообщениями TerminalCapabilitySet, в которых указываются возможные алгоритмы декодирования принимаемой информации. Оборудование, принявшее сообщение TerminalCapabilitySet от другого оборудования, подтверждает его получение передачей сообщения TerminalCapabilitySetAck.

Затем инициируется процедура определения ведущего/ведомого оборудования, необходимая для разрешения конфликтов, возникающих между двумя устройствами при организации конференции, когда оба они могут быть активными контроллерами конференций, или между двумя устройствами, пытающимися одновременно открыть двунаправленные логические каналы. В ходе процедуры устройства обмениваются сообщениями masterSlaveDetermination. В ответ на полученные сообщения masterSlaveDetermination оба устройства передают сообщения masterSlaveDeterminationAck, в которых указывается, какое из этих устройств является для данного соединения ведущим, а какое — ведомым.

После обмена данными о функциональных возможностях и определения ведущего и ведомого оборудования может выполняться процедура открытия однонаправленных



логических каналов. В требовании открыть логический канал (в нашем случае — прямой логический канал) `openLogicalChannel` оборудование указывает вид информации, который будет передаваться по этому каналу, и алгоритм кодирования. В нашем случае логический канал предназначается для переноса речи, поэтому в сообщении `openLogicalChannel` включается параметр `mediaControlChannel` с указанием транспортного адреса канала RTCP, при помощи которого производится контроль передачи RTP пакетов. В ответ на сообщение `openLogicalChannel` оборудование должно передать подтверждение `openLogicalChannelAck`, в котором указывается транспортный адрес, на который передающей стороне следует посылать RTP пакеты, а также транспортный адрес канала RTCP.

16) `Softswitch2` высылает ответ SIP:200 ОК на запрос SIP:INVITE, который означает, что запрос успешно выполнен, вызываемый пользователь согласен принять участие в сеансе связи, в теле ответа указываются возможности оборудования вызываемого пользователя. `Softswitch1` подтверждает прием ответа запросом SIP:ACK.

17) `Softswitch1` передает сообщение об ответе ISUP:ANM к исходящей АТС.

18) Далее открывается разговорная сессия, т. е. устанавливается соединение вызывающего абонента с вызываемым абонентом, начинается начисление платы и происходит разговор. Оборудование вызываемого пользователя передает речевую информацию, упакованную в пакеты RTP/UDP/IP, на транспортный адрес RTP-канала шлюза, где при помощи канала RTCP ведется контроль передачи информации по RTP каналам. Шлюз распаковывает эти пакеты и в цифровом виде отправляет речевую информацию на вызывающую АТС, которая в свою очередь доставляет ее пользователю. От пользователя ТфОП в обратном порядке речевая информация передается к вызываемому абоненту.

#### 4.2.1 Алгоритм разрушения соединения

После разговорной фазы начинается фаза разрушения соединения. Разъединение может быть произведено по инициативе любого из участников связи.

Рассмотрим два случая:

- а) Инициатором разрушения является вызывающий абонент (рис. 18).
- б) Инициатором разрушения является вызываемый абонент (рис. 19).

а)

1) Оборудование пользователя, инициирующего разъединение должно прекратить передачу речевой информации. В первом случае, когда первым дает отбой вызвавший абонент, исходящая АТС принимает от него сигнал отбоя, освобождает свои ресурсы, занятые в соединении, и передает сообщение ISUP:RLC (подтверждение разъединения) на Softswitch1.

2) Softswitch1 передает сообщение SIP:BYE, которое завершает сеанс связи между двумя Softswitch. Это сообщение подтверждается ответом SIP:200OK.

3) Softswitch2 закрывает логические каналы и передает управляющему каналу сообщение H.245:End Session Command, означающее, что пользователь хочет завершить соединение. Пользователь, получив команду H.245:End Session Command, должен прекратить передачу речевой информации, закрыть логические каналы и передать в ответ сообщение H.245:End Session Command, после приема которого управляющий канал H.245 закрывается.

4) Следующим шагом, если сигнальный канал еще открыт, передается сообщение H.225.0:Release Complete. Сигнальный канал закрывается.

5) После вышеописанных действий терминал H.323 извещает привратник об освобождении зарезервированной полосы пропускания. С этой целью каждый из участников соединения (терминал и Softswitch2) передает по каналу RAS запрос выхода из соединения RAS:DRQ, на который привратник должен ответить подтверждением RAS:DCF, после чего обслуживания вызова считается завершенным.

б) В случае, когда первым дает отбой вызываемый абонент, набор команд, которым обменивается оборудование, остается неизменным. Последовательность их следования представлена на рисунке.

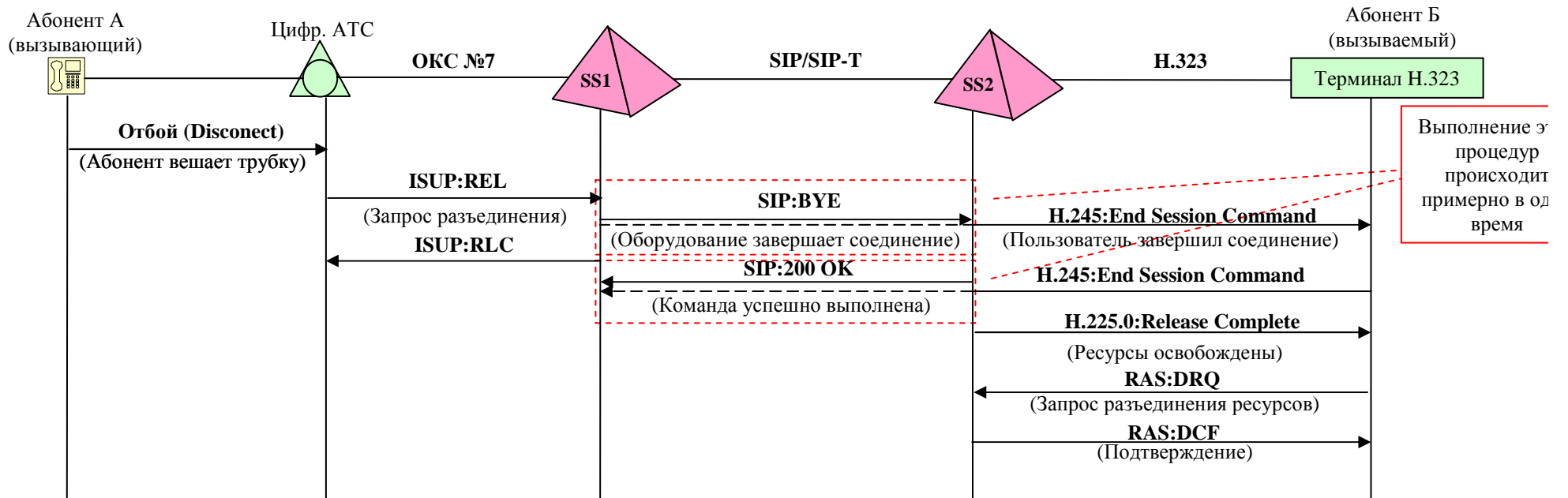


Рис. 18 Алгоритм разъединения, инициатором которого является абонент А

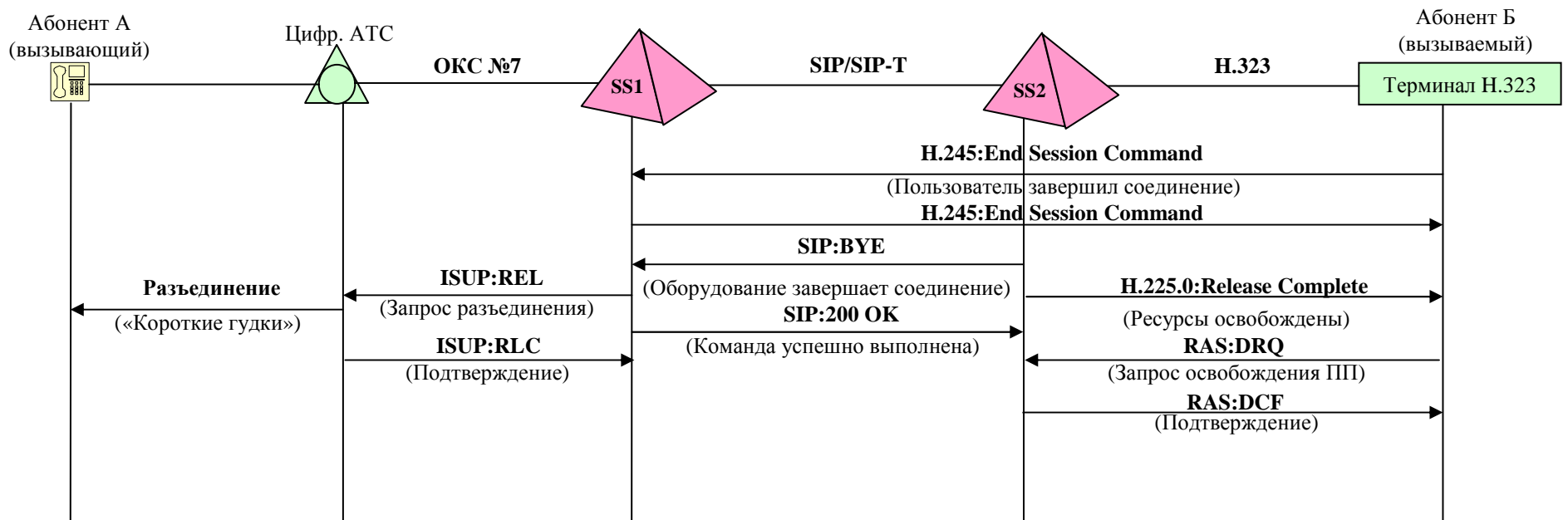


Рис. 19 Алгоритм разъединения, инициатором которого является абонент Б

#### 4.2.2 Вызываемый абонент занят

На рис. 20 изображена ситуация, когда при попытке установления соединения выясняется, что вызываемый абонент занят.

1) После того, как Softswitch2 передал терминалу H.323 сообщение H.225.0:Setup, от терминала поступает сигнал о занятости абонента, который содержится в сообщении протокола H.225.0 Status.

2) Сообщением H.225.0:Release Complete закрывается сигнальный канал.

3) Softswitch2 анализирует содержание сообщения H.225.0:Release Complete и помещает его в сообщение SIP:603 Decline, в котором сказано, что вызываемый пользователь не может или не желает принимать вызов в данный момент. В ответ высылается подтверждение SIP:200 OK.

4) Softswitch1, приняв это сообщение, конвертирует его в запрос разъединения ISUP:REL. Исходящая АТС принимает от него сигнал отбоя, освобождает свои ресурсы, занятые в соединении, и передает сообщение ISUP:RLC (подтверждения разъединения) на Softswitch1.

5) Вызывающий абонент слышит акустический сигнал разъединения «короткие гудки».

#### 4.2.3 Обрыв связи

Рассмотрим ситуацию (рис. 21), когда во время разговора произошел обрыв связи на участке между двумя Softswitch, например, на счету у вызывающего абонента закончились средства для доступа к междугородним разговорам (будем считать, что в данном случае вызывающим является терминал H.323).

1) Сервер взаиморасчетов посылает сообщение о том, что средства вызывающего абонента истекли, и он не имеет доступа к междугородней связи. Терминалу передается сообщение H.225.0: Notify, включающее в себя уведомление об истекших средствах пользователя.

2) После чего разговорный тракт разрывается; терминал H.323 высылает на шлюз, находящийся на Softswitch1, сообщение H.245:End Session Command, означающее, что логические каналы закрываются и пользователь завершил разговор. Шлюз, получив команду H.245:End Session Command, должен также закрыть логические каналы и передать в ответ сообщение H.245:End Session Command, после приема которого управляющий канал H.245 закрывается.

3) Softswitch2 отправляет Softswitch1 сообщение SIP:BYE, которое завершает сеанс связи между двумя Softswitch. Это сообщение подтверждается ответом SIP:200OK.

4) Softswitch2 также отправляет на терминал H.323 сообщение H.225.0:Release Complete и сигнальный канал закрывается.

5) После вышеописанных действий терминал H.323 извещает Softswitch2, выполняющий функции привратника, об освобождении зарезервированной полосы пропускания. С этой целью терминал H.323 передает по каналу RAS запрос выхода из соединения RAS:DRQ, на который Softswitch2 должен ответить подтверждением RAS:DCF.

6) Исходящая АТС принимает от Softswitch1 сигнал отбоя, освобождает свои ресурсы, занятые в соединении, и возвращает сообщение ISUP:RLC (подтверждение разъединения).

7) После этого абонент ТфОП слышит акустический сигнал отбоя («короткие гудки»).

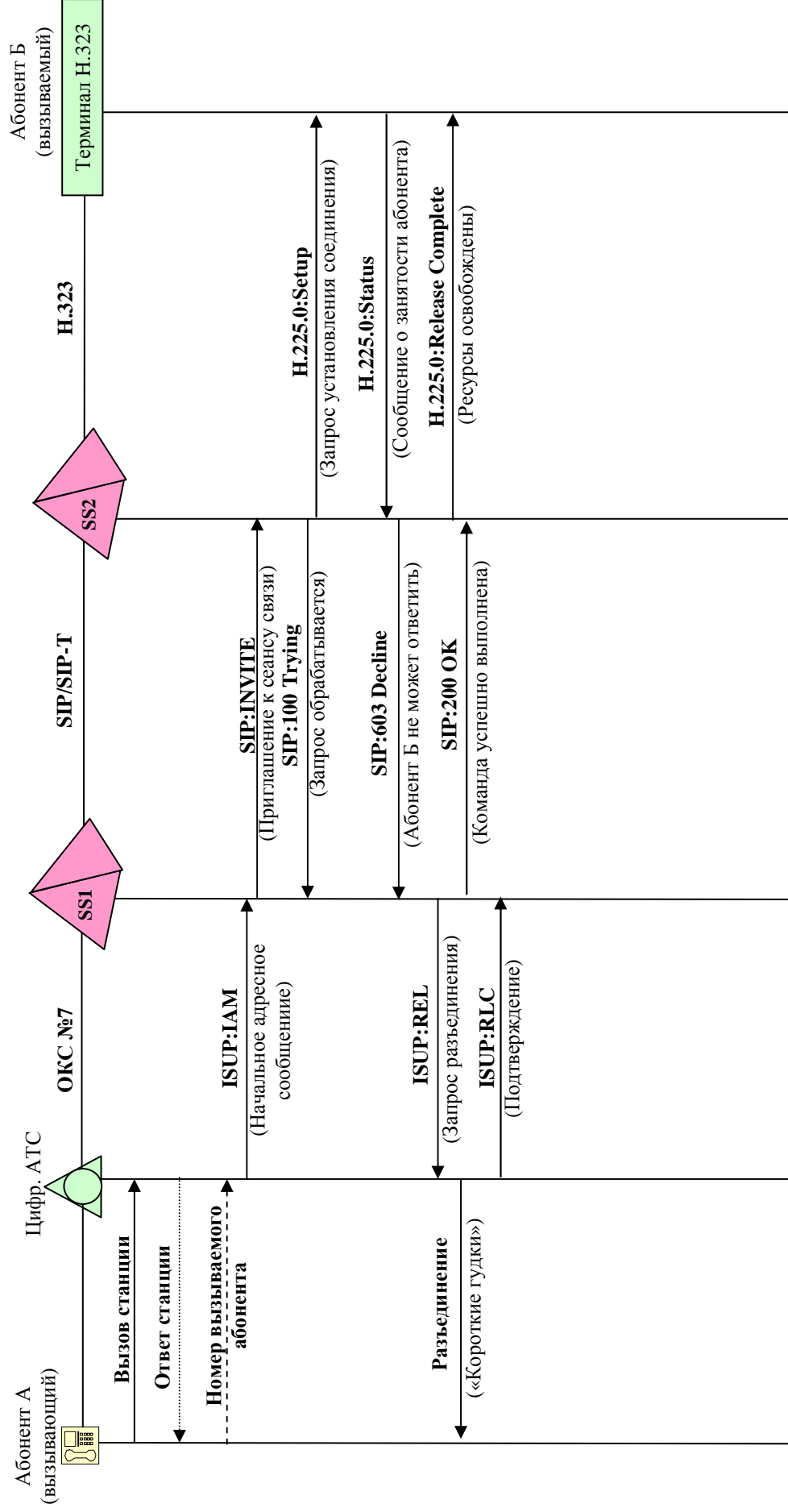


Рис. 20 Сценарий неуспешного установления вызова (абонент Б занят)

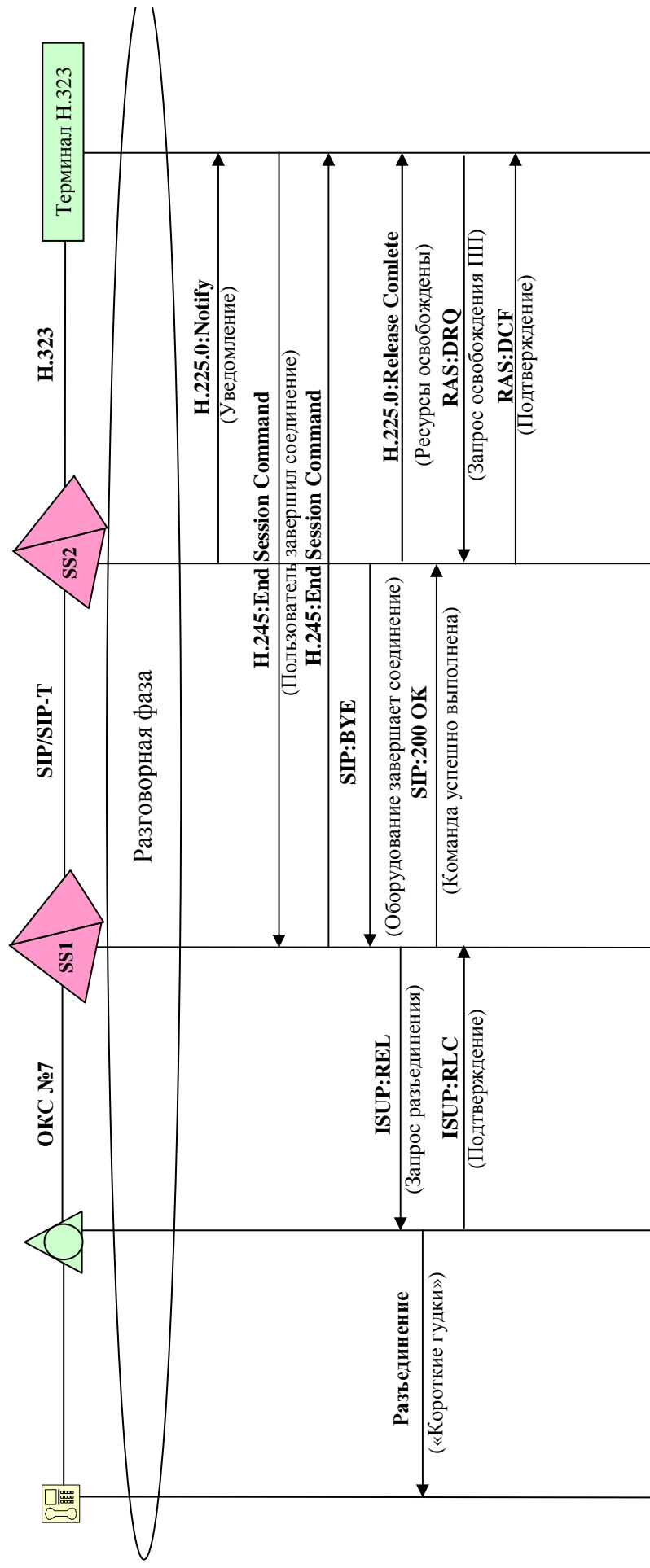


Рис. 21 Сценарий соединения, при котором происходит обрыв связи

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренный алгоритм взаимодействия протоколов сети на базе технологии Softswitch позволяет нам говорить о важности и необходимости внедрения данной модели в конвергентную сеть.

Для принятия решения о включении Softswitch в сетевую структуру IP-телефонии целесообразно учитывать многие факторы, в том числе сетевое окружение. Сети пакетной коммутации строятся по различным протоколам и стандартам. Абонент же не должен ощущать разницу между внутрисетевыми звонками и при получении доступа к оконечному оборудованию пользователей других сетей. В разработанном сценарии показывается универсальность реализации процесса преобразования протоколов, заложенная в Softswitch. Эта технология позволяет работать в нормальном режиме как саму сеть, так и посылать, и принимать вызовы из смежных сетей.

Сценарий базового вызова является основной, но не единственной составляющей процесса обслуживания вызова. В первую очередь необходимо, чтобы оборудование корректно осуществляло именно эту функцию. Однако существует ряд ситуаций, при которых необходимо обеспечить стабильную работу Softswitch: при аварийных ситуациях в сети, в случае неспособности вызываемого абонента ответить, при предоставлении дополнительных услуг. В результате проделанной работы можно сказать, что технология Softswitch удовлетворяет всем выше названным требованиям, а также обладает свойством адаптивности к изменяющимся условиям рынка телекоммуникаций. Разработанные алгоритмы могут быть использованы при разработке оборудования.



## ЛИТЕРАТУРА

### Книга

1. Гольдштейн Б. С., Пинчук А. В., Суховицкий А. Л. IP-телефония. М.: Радио и связь, 2003.
2. Гольдштейн Б. С. Сигнализация в сетях связи. М.: Радио и связь, 2001.
3. Росляков А. В., Самсонов М. Ю., Шibaева И. В. IP-телефония. М.: Эко-трендз, 2001.

### Статья

4. Лебедев В. Война между телефонными сетями и VoIP закончена // Вестник связи. 2003. №8. С. 66 – 67.
5. 2003 год – год конвергенции? // Мир связи. Connect. 2003. №12.
6. «В ближайшие 10 лет VoIP как технология практически вытеснит технологию коммутации каналов» // Мир связи. Connect. 2003. №11.
7. Гольшко А. Какие мультисервисные сети выберет поколение NEXT? // Мир связи. Connect. 2003. №5.
6. Соломник И. IP-телефония: продолжаем разговор... // Мир связи. Connect. 2003. №9.
7. Евдокименко Е. VoIP — это не ракетостроение // Сетевой журнал. 2003. №12.
8. Смольская Н. и др. Рынок мультисервисных сетей в России: состояние и перспективы // Сетевой журнал. 2004. №2.
9. Северов Д. NGN сегодня и завтра: взгляд интегратора // ИнформКурьер-Связь. 2004. №2.
10. Сергеев Р. Восемь лет — возраст зрелости // Intellegent Enterprise. 2003. №23.
11. Бараш Л. Архитектура мультисервисных сетей // Компьютерное обозрение. 2002. №14.
12. Гладкова И. Г. Живой разговор о NGN // Вестник связи. 2003. №12.
13. Андрианова Ю. Мультисервисный доступ глазами поставщика // Журнал «Сети». 2003. №23.
14. Полунин А. Операторские сети нового поколения // Журнал «Сети». 2002. №6.
15. Манфред Шнепс-Шнеппе NGN: Softswitch умирает // Мир связи. Connect. 2003. №5. С. 102 – 104.
16. Барсков А. Alcatel 5020 Softswitch // «Сети и системы связи». 2003. № 1.

17. Айдарханов Д. М. Программный коммутатор Softswitch в сетях IP-телефонии // «Мобильные системы». 2002. №12.
18. Городецкий Я., Осоченко А. Softswitch: технология или маркетинговая уловка? // Сетевой журнал. 2003. №3.
19. Гольдштейн А. Б. и др. Программные коммутаторы и современные ТфОП // «Технологии и средства». 2002. №5.
20. Гольдштейн А. Б. Устройства управления мультисервисными сетями // «Вестник связи». 2002. №4.
21. Джо Кобс Строим интеллектуальные сети // Мир связи. Connect. 2003. №9.
22. Орлов С. Новая телефония // Журнал сетевых решений. 2003. №12.
23. Барсков Н. Softswitch — мягкая посадка в сети нового поколения // Сети и системы связи. 2001. №9.

#### Internet-источники

24. Солонин В. NGN – провальный фокус традиционных операторов // [www.CNews.ru](http://www.CNews.ru)
25. Солонин В. В России уже 4 тыс. альтернативных операторов связи // [www.CNews.ru](http://www.CNews.ru)
26. Само Флерин Расширьте возможности вашей сети... // [www.Iscrate1-NGN.ru](http://www.Iscrate1-NGN.ru)
27. В 2004 году гибкие коммутаторы появятся во многих телефонных сетях // [www.mabila.kharkov.ua](http://www.mabila.kharkov.ua)
28. Солонин В. Как заработать в России // [www.pabx.ru](http://www.pabx.ru)
29. Саморезов В. Построение мультисервисной сети на базе технологий VoIP и Softswitch для 2G, 2,5G и 3G-операторов сотовой связи // [www.protei.ru](http://www.protei.ru)
30. Программный переключатель «Proxy Softswitch» // [www.alterteks.ru/pss.html](http://www.alterteks.ru/pss.html)
31. Масленников И. Протоколы IP-телефонии // [www.tlsgroup.ru](http://www.tlsgroup.ru)

#### Документы:

32. Концептуальные положения по построению мультисервисных сетей на ВСС России // Минсвязи РФ. 2001.
33. РД 45.333-2002 Оборудование связи реализующее функции гибкого коммутатора (Softswitch). Технические требования. // Минсвязи. 2002.
34. Enhanced Service Framework // Softswitch consortium. 2001.
35. Introduction to the softswitch consortium // Softswitch consortium. 2001.

Тема моей дипломной работы звучит так: «Разработка алгоритмов взаимодействия протоколов сигнализации в сети IP-телефонии на базе Softswitch».

Передо мной ставилась задача в первую очередь исследовать актуальность внедрения Softswitch в сетевую структуру и разработать алгоритмы взаимодействия протоколов сигнализации IP-телефонии и ТфОП через Softswitch.

Кроме того, в работе проводится анализ актуальности построения конвергентных сетей, рассматриваются основные протоколы IP-телефонии, исследуется структурная и функциональная схемы программного коммутатора.

На втором плакате изображен пример схемы конвергентной сети. Конвергентная сеть является промежуточным этапом на пути создания сети нового поколения – сети NGN (Next Generation Network). Необходимо отметить, хотя многие фирмы предлагают свою концепцию сети нового поколения и даже внедряют пробные варианты, в целом на сегодняшний день сети NGN пока не существует. Но это лишь пока. Суть сети нового поколения сводится к потребности получить любую информацию в любом виде в любой точке. Архитектура NGN состоит из трех логических уровней, как видно из рисунка. Независимость этих уровней означает, что элементы одного уровня могут свободно развиваться и модернизироваться без ущерба для других уровней и общего функционирования сети. Это позволяет быстро и гибко реагировать на новые требования бизнеса. За передачу трафика отвечает транспортный уровень, на уровне коммутации поддерживается логика управления (маршрутизация и обработка трафика), управление услугами происходит на прикладном уровне. Гибкость архитектуры — это важнейшее условие успешного функционирования мультисервисных сетей.

Одной из услуг, предоставляемых конвергентной сетью, является IP-телефония, которая как раз и является предметом нашего рассмотрения в этой работе. За достаточно короткую историю развития IP-телефонии появились три основных конкурирующих семейства протоколов: H.323, SIP и MGCP/MEGACO. Рекомендация H.323 появилась первой среди этих стандартов, и является самым распространенным набором протоколов, используемым в сетях IP-телефонии в России, т. к. особенно хорошо подходит для взаимодействия с ТфОП. Следующим по популярности после H.323 является протокол SIP, который базируется на взаимодействии клиент-сервер и служит для предоставления расширенных услуг на базе IP-сетей. Следует отметить новую версию протокола — SIP-T, служащую для переноса сообщений ОКС №7 в виде MIME-объектов между контроллерами сигнализации. В основе семейства протоколов MGCP/MEGACO лежит принцип декомпозиции шлюза. Если говорить о протоколах сетей с коммутацией каналов, то среди них можно выделить протокол сигнализации ОКС№7 и DSS1. В основе них лежит принцип передачи информации управления вызовом в цифровом виде, причем путь ее следования может не совпадать с речевой информацией.

Основным элементом построения сетевой инфраструктуры NGN является программный (гибкий) коммутатор — Softswitch. По мнению некоторых специалистов, он является «интеллектом» сети. И хотя в мире не существует единого определения данного понятия, можно сказать, что Softswitch должен перепрограммироваться и масштабироваться в зависимости от условий его применения. Основное назначение программного коммутатора сводится к функциям преобразования протоколов сигнализации, с предоставлением широкого спектра услуг, функций узла доступа, распределенной учрежденческой станции и т.д. Таким образом, если вернуться к рисунку, на котором изображена архитектура мультисервисной сети, Softswitch располагается на втором и третьем уровнях, занимаясь формированием и предоставлением услуг.

Для четкости терминологии, дадим одно из определений, которое гласит: Softswitch — это модель взаимодействия стандартных программных модулей, которые реализуют контроль вызовов, сигнализацию, взаимодействие протоколов и создание услуг внутри конвергентной сети.

В Руководящем Документе Минсвязи РФ разработана следующая схема аппаратно-программного комплекса Softswitch. Минимальная конфигурация программного коммутатора содержит всего два устройства: контроллер медиа-шлюзов (MGC) и конвертор SIP (SIP Proxy). В общем случае, комплекс оборудования реализующий функции гибкого коммутатора может включать в себя следующие дополнительные программно-аппаратные устройства: транспортный шлюз, сервер приложений, медиа-сервер, SIP-прокси-сервер, привратник H.323. Набор дополнительных программно-аппаратных устройств, входящих в состав гибкого коммутатора, зависит от способов применения оборудования.

Устройства, реализующие функции программного коммутатора могут быть реализованы, как единое программно-аппаратное устройство или как отдельные устройства, т.е. иметь единую или распределенную структуру.

Единая структура, изображенная на рисунке, подразумевает наличие всех модулей Softswitch, входящих в его состав в виде серверов, выполняющих все требуемые функции, взаимодействующих между собой по внутримашинному интерфейсу. Как правило, это ПО, заложенное производителем в структуру Softswitch. Такая структура подходит для тех операторов, которые строят полностью новую сеть.

Если оператор уже существовал в том или ином виде на рынке предоставления услуг связи, и у него уже есть некая структура сети, для него экономически целесообразней ставить Softswitch второго типа. Распределенная структура, которая отражена на рис. 10, подразумевает наличие управляющего устройства и набора модулей, взаимодействующих друг с другом по стандартному протоколу, такому как MGCP. Такая структура программного коммутатора позволяет оператору выбирать тот набор элементов, которых недостает в его сети. Так, например, если в сети уже стоял привратник для связи с ТфОП, то не имеет смысла дублировать его и ставить Softswitch, выполняющий те же функции. Как уже говорилось, проблема взаимодействия внутри сетей, построенных по различным протоколам, представляется крайне важной и актуальной на сегодняшний день. В данной работе рассмотрен пример взаимодействия «телефон-компьютер» в сетях на базе Softswitch.

На плакате 4 изображены две сети IP-телефонии, построенные на базе Softswitch, взаимодействующих по протоколу SIP-T. При этом данные две сети обслуживают пользователей в разных городах (например, Softswitch1 — в Санкт-Петербурге, а Softswitch2 — в Москве). Пользователь ТфОП подключается к стационарному оборудованию (цифровая АТС), которое по общеканальной сигнализации №7 адресует его вызов к сети IP-телефонии. Вызываемым пользователем является абонент конвергентной сети на базе Softswitch2, который является оператором, и ему принадлежит номер в общей нумерации ТфОП. Речевая информация передается от ТфОП в цифровом виде на шлюз, который упаковывает ее в пакеты и передает по IP-сетям, от пользователя терминала H.323 — в обратном порядке.

На этом же плакате изображен пример алгоритма установления соединения, завершившегося успехом.

1) Вызывающий абонент снимает трубку, сигнал от АТС – «Ответ станции».

2) Абонент А набирает телефонный номер вызываемого абонента. АТС передает на модуль протокола ОКС№7 Softswitch1 начальное адресное сообщение IAM. Далее под словами Softswitch1 или Softswitch2 будем подразумевать соответствующий сервер.

3) Softswitch1 обрабатывает запрос, по базе данных находит абонента Б и выясняет, что тот находится в Москве. Поэтому вызов направляется к другому Softswitch2, с которым Softswitch1 связан по протоколу SIP-T.

4) Softswitch1 сообщение ISUP:IAM преобразует в запрос SIP:INVITE, который приглашает вызываемого пользователя (в данном случае Softswitch2) принять участие в сеансе связи.

5) Softswitch2 высылает в ответ SIP:100 Trying, что означает, что запрос обрабатывается и встречное оборудование перезапускает таймеры. Этот ответ так же, как и прочие предварительные ответы, пресекает повторные посылки сообщения SIP:INVITE клиентом.

6) Softswitch2 обрабатывает запрос SIP:INVITE, маршрутизирует вызов в соответствии с номером вызываемого абонента и преобразует запрос SIP:INVITE в сообщение H.225.0:Setup.

7) Softswitch2 по сигнальному каналу H.225.0 передает на транспортный адрес вызываемого абонента запрос соединения H.225.0:Setup.

8) В ответ терминальное оборудование посылает сообщение H.225.0:Call Proceeding, означающее, что вся информация, необходимая для установления соединения, получена, и вызов принят к обслуживанию.

9) Если оборудование имеет возможность принять вызов, оно передает запрос допуска к ресурсам сети RAS:ARQ, на который Softswitch2 отвечает в данном случае подтверждением RAS:ACF.

10) Далее от терминала H.323 на Softswitch2 поступает сообщение H.225.0:Alerting. Оно информирует вызывающее оборудование о том, что вызываемое оборудование не занято, и что пользователю подается сигнал о входящем вызове.

11) Softswitch2 конвертирует сообщение H.225.0:Alerting в сообщение SIP:180 Ringing, которое передается на Softswitch1. Это сообщение означает, что местоположение вызываемого пользователя определено и вызываемый пользователь получает сигнал о входящем вызове.

12) Softswitch1 передает сообщение о приеме всего адреса ISUP:ACM.

13) Вызываемому пользователю подается визуальный или акустический сигнал о входящем вызове. Получив сообщение ISUP:ACM, АТС посылает вызываемому пользователю акустический сигнал «Контроль посылки вызова (КПВ)».

14) После того, как вызываемый пользователь примет входящий вызов, Softswitch2 передается сообщение H.225.0:Connect с транспортным адресом управляющего канала H.245 вызываемого оборудования. Softswitch2 заменяет этот адрес транспортным адресом своего управляющего канала H.245, после чего открывается управляющий канал H.245.

15) После открытия управляющего канала H.245 начинается обмен данными о функциональных возможностях оборудования. На рисунке отмечены не сами сигналы, а процедуры. В сообщении TerminalCapabilitySet указываются возможные алгоритмы декодирования принимаемой информации. Затем инициируется процедура определения ведущего/ведомого оборудования – устройства обмениваются сообщениями masterSlaveDetermination.

Терминал и шлюз, находящийся на Softswitch1, обмениваются сообщениями, в которых. Оборудование, принявшее сообщение TerminalCapabilitySet от другого оборудования, подтверждает его получение передачей сообщения TerminalCapabilitySetAck. После этого может выполняться процедура открытия однонаправленных логических каналов (сообщение openLogicalChannel).

16) Softswitch2 высылает ответ SIP:200 OK на запрос SIP:INVITE, который означает, что запрос успешно выполнен, вызываемый пользователь согласен принять участие в сеансе связи. Softswitch1 подтверждает прием ответа запросом SIP:ACK.

17) Softswitch1 передает сообщение об ответе ISUP:ANM к исходящей АТС.

18) Далее открывается разговорная сессия, т. е. устанавливается соединение вызываемого абонента с вызываемым абонентом, начинается начисление платы и происходит разговор. Оборудование вызываемого пользователя передает речевую информацию, упакованную в пакеты RTP/UDP/IP, на транспортный адрес RTP-канала шлюза, где при помощи канала RTCP ведется контроль передачи информации по RTP каналам. Шлюз распаковывает эти пакеты и в цифровом виде отправляет речевую информацию на вызывающую АТС, которая в свою очередь доставляет ее пользователю.

От пользователя ТфОП в обратном порядке речевая информация передается к вызываемому абоненту.

На следующем плакате мы видим алгоритм фазы разрушения соединения. Разъединение может быть произведено по инициативе любого из участников связи.

1) Оборудование пользователя, инициирующего разъединение должно прекратить передачу речевой информации. В первом случае, когда первым дает отбой вызвавший абонент, исходящая АТС принимает от него сигнал отбоя, освобождает свои ресурсы, занятые в соединении, и передает сообщение ISUP:RLC (подтверждение разъединения) на Softswitch1.

2) Softswitch1 передает сообщение SIP:BYE, которое завершает сеанс связи между двумя Softswitch. Это сообщение подтверждается ответом SIP:200OK.

3) Softswitch2 закрывает логические каналы и передает управляющему каналу сообщение H.245:End Session Command, означающее, что пользователь хочет завершить соединение. Пользователь, получив команду H.245:End Session Command, должен прекратить передачу речевой информации, закрыть логические каналы и передать в ответ сообщение H.245:End Session Command, после приема которого управляющий канал H.245 закрывается.

4) Следующим шагом, если сигнальный канал еще открыт, передается сообщение H.225.0:Release Complete. Сигнальный канал закрывается.

5) После вышеописанных действий терминал H.323 извещает привратник об освобождении зарезервированной полосы пропускания. С этой целью каждый из участников соединения (терминал и Softswitch2) передает по каналу RAS запрос выхода из соединения RAS:DRQ, на который привратник должен ответить подтверждением RAS:DCF, после чего обслуживания вызова считается завершенным.

б) В случае, когда первым дает отбой вызываемый абонент, набор команд, которым обменивается оборудование, остается неизменным. Последовательность их следования представлена на рисунке.

Сценарий базового вызова является основной, но не единственной составляющей процесса обслуживания вызова. В первую очередь необходимо, чтобы оборудование корректно осуществляло именно эту функцию. Однако существует ряд ситуаций, при которых необходимо обеспечить стабильную работу Softswitch: при аварийных ситуациях в сети, в случае неспособности вызываемого абонента ответить, при предоставлении дополнительных услуг.

На шестом плакате изображена ситуация, когда при попытке установления соединения выясняется, что вызываемый абонент занят.

1) После того, как Softswitch2 передал терминалу H.323 сообщение H.225.0:Setup, от терминала поступает сигнал о занятости абонента, который содержится в сообщении протокола H.225.0 Status.

2) Сообщением H.225.0:Release Complete закрывается сигнальный канал.

3) Softswitch2 анализирует содержание сообщения H.225.0:Release Complete и помещает его в сообщение SIP:603 Decline, в котором сказано, что вызываемый пользователь не может или не желает принимать вызов в данный момент. В ответ высылается подтверждение SIP:200 OK.

4) Softswitch1, приняв это сообщение, конвертирует его в запрос разъединения ISUP:REL. Исходящая АТС принимает от него сигнал отбоя, освобождает свои ресурсы, занятые в соединении, и передает сообщение ISUP:RLC (подтверждения разъединения) на Softswitch1.

5) Вызывающий абонент слышит акустический сигнал разъединения «короткие гудки».

Рассмотрим еще одну ситуацию, когда во время разговора произошел обрыв связи на участке между двумя Softswitch, например, на счету у вызывающего абонента

закончились средства для доступа к междугородним разговорам (будем считать, что в данном случае вызывающим является терминал Н.323).

1) Сервер взаиморасчетов посылает УУ сообщение о том, что средства вызывающего абонента истекли, и он не имеет доступа к междугородней связи. Терминалу передается сообщение Н.225.0: Notify, включающее в себя уведомление об истекших средствах пользователя.

2) После чего разговорный тракт разрывается; терминал Н.323 высылает на шлюз, находящийся на Softswitch1, сообщение Н.245:End Session Command, означающее, что логические каналы закрываются и пользователь завершил разговор. Шлюз, получив команду Н.245:End Session Command, должен также закрыть логические каналы и передать в ответ сообщение Н.245:End Session Command, после приема которого управляющий канал Н.245 закрывается.

2) Softswitch2 отправляет Softswitch1 сообщение SIP:BYE, которое завершает сеанс связи между двумя Softswitch. Это сообщение подтверждается ответом SIP:200OK.

3) Softswitch2 также отправляет на терминал Н.323 сообщение Н.225.0:Release Complete и сигнальный канал закрывается.

4) После вышеописанных действий терминал Н.323 извещает Softswitch2, выполняющий функции привратника, об освобождении зарезервированной полосы пропускания. С этой целью терминал Н.323 передает по каналу RAS запрос выхода из соединения RAS:DRQ, на который Softswitch2 должен ответить подтверждением RAS:DCF.

5) Исходящая АТС принимает от Softswitch1 сигнал отбоя, освобождает свои ресурсы, занятые в соединении, и возвращает сообщение ISUP:RLC (подтверждение разъединения).

6) После этого абонент ТфОП слышит акустический сигнал отбоя («короткие гудки»).

Рассмотренный алгоритм взаимодействия протоколов сети на базе технологии Softswitch позволяет нам говорить о важности и необходимости внедрения данной модели в конвергентную сеть. В разработанном сценарии показывается универсальность реализации процесса преобразования протоколов, заложенная в Softswitch. Эта технология позволяет работать в нормальном режиме как саму сеть, так и посылать, и принимать вызовы из смежных сетей.

В результате проделанной работы можно сказать, что технология Softswitch удовлетворяет всем выше названным требованиям, а также обладает свойством адаптивности к изменяющимся условиям рынка телекоммуникаций. Разработанные алгоритмы могут быть использованы при разработке оборудования.

Спасибо за внимание.

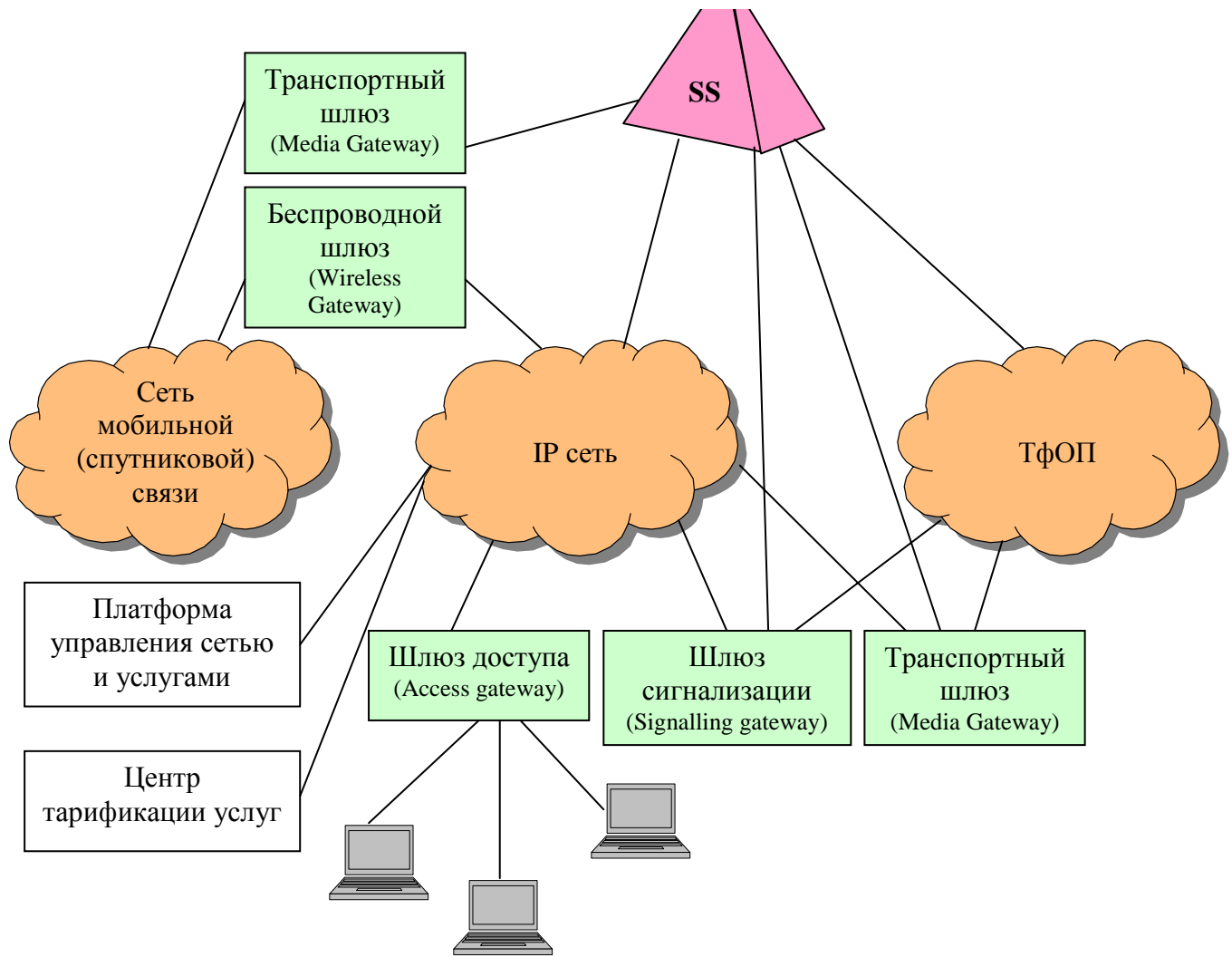
## **Тема: «Разработка алгоритма взаимодействия протоколов сигнализации в сети IP-телефонии на базе Softswitch»**

Цель работы — исследование необходимости внедрения технологии Softswitch в сетевую структуру посредством разработки алгоритма взаимодействия протоколов.

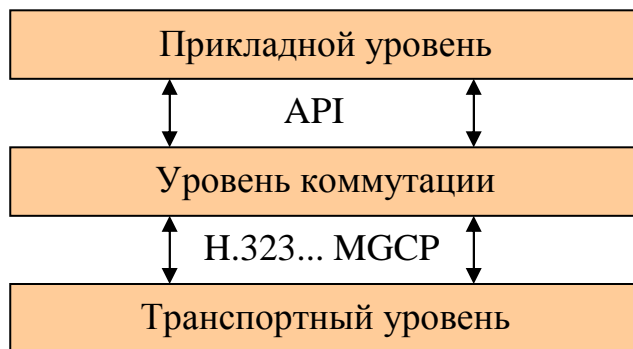
Задачи:

- Рассмотреть основные протоколы, по которым строятся сети IP-телефонии.
- Рассмотреть актуальность проблемы построения конвергентных сетей.
- Исследовать структурное и функциональное построение Softswitch.
- Разработать алгоритм взаимодействия протоколов IP-телефонии и ТфОП через Softswitch.
- Проанализировать особенности взаимодействия протоколов сигнализации в конвергентной сети с Softswitch.





Пример структуры мультисервисной сети



Уровни архитектуры мультисервисной сети

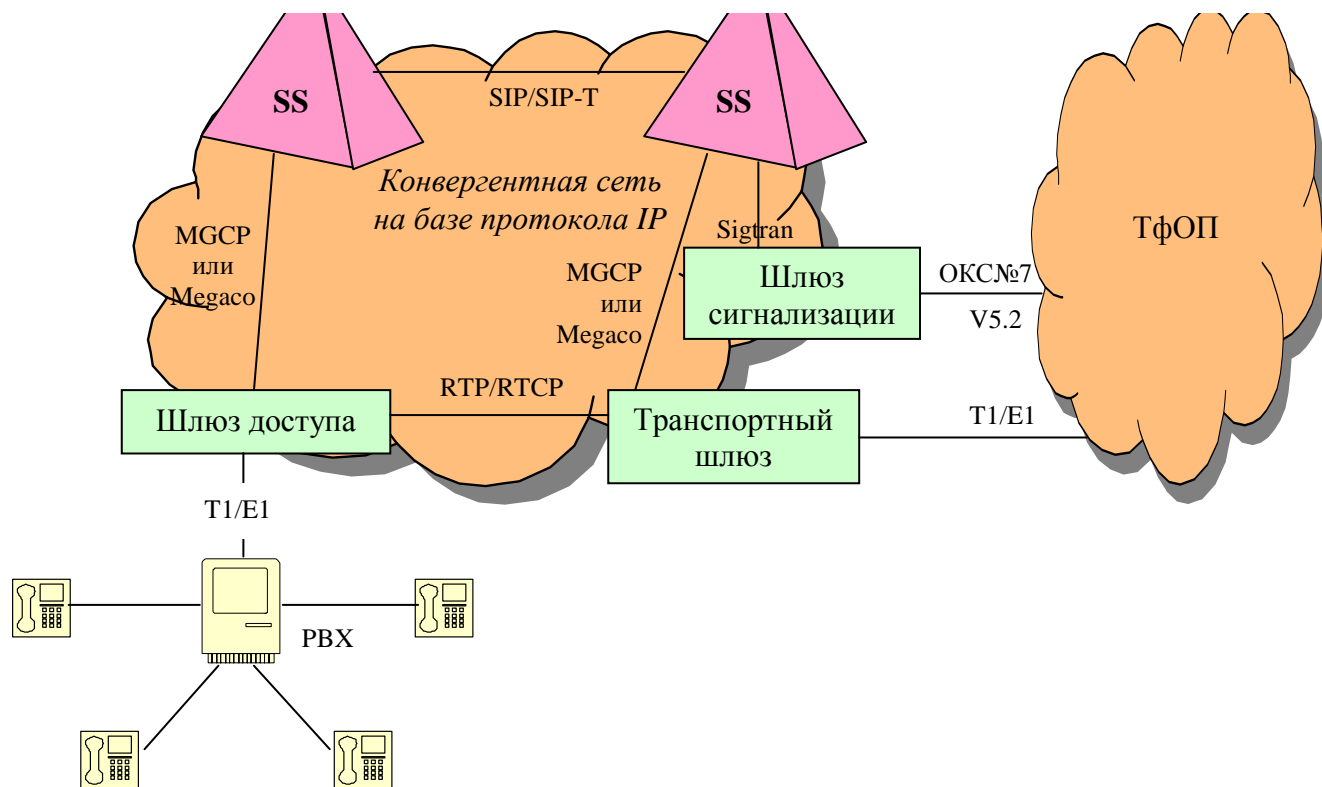
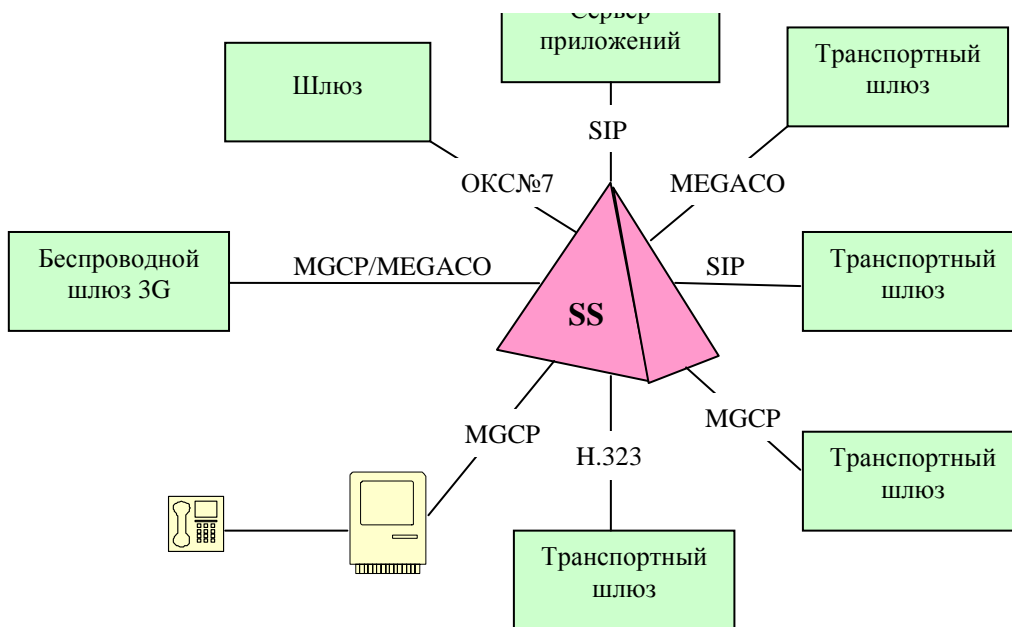


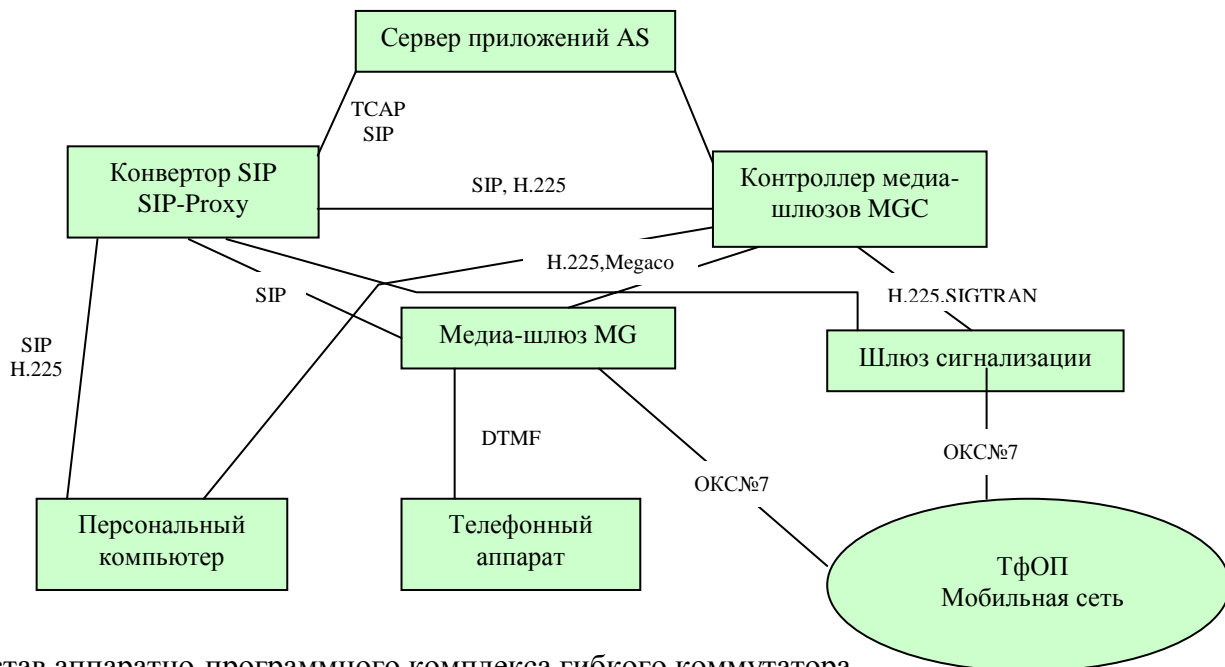
Схема взаимодействия протоколов

Таблица 1  
Сравнение протоколов VoIP сети<sup>1</sup>

Показатель	H.323	SIP	MGCP
Клиент	Умный	Умный	Тупой
Компонент, определяющий функциональность сети и сетевые сервисы	Привратник	Прокси-сервер	Сигнальный контроллер СА
Используемая модель	Телефонная (Q.931)	Интернет (WWW)	Централизованная
Протокол передачи сигнализации	TCP*	TCP или UDP	UDP
Протокол передачи медиа-трафика	RTP	RTP	RTP
Формат сообщений	Двоичный (ASN.1)	Текстовый (ASCII)	Текстовый (ASCII)**
Стандартизирующая организация	ITU	IETF	IETF/ITU
* Возможна передача по UDP-протоколу; ** возможен двоичный формат сообщений, как в H.248.			



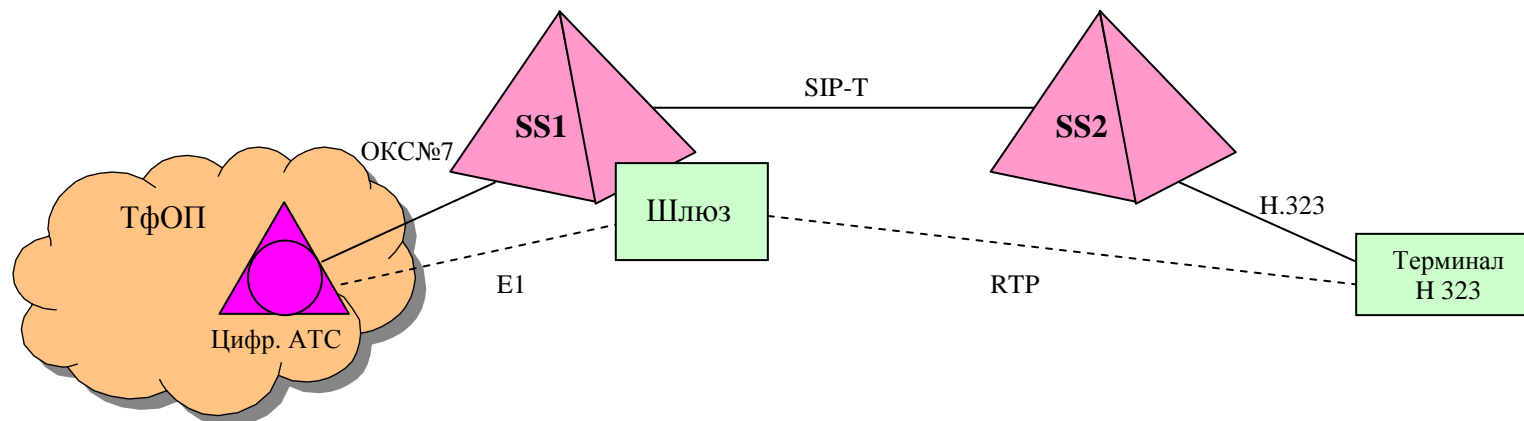
### Сетевое окружении Softswitch



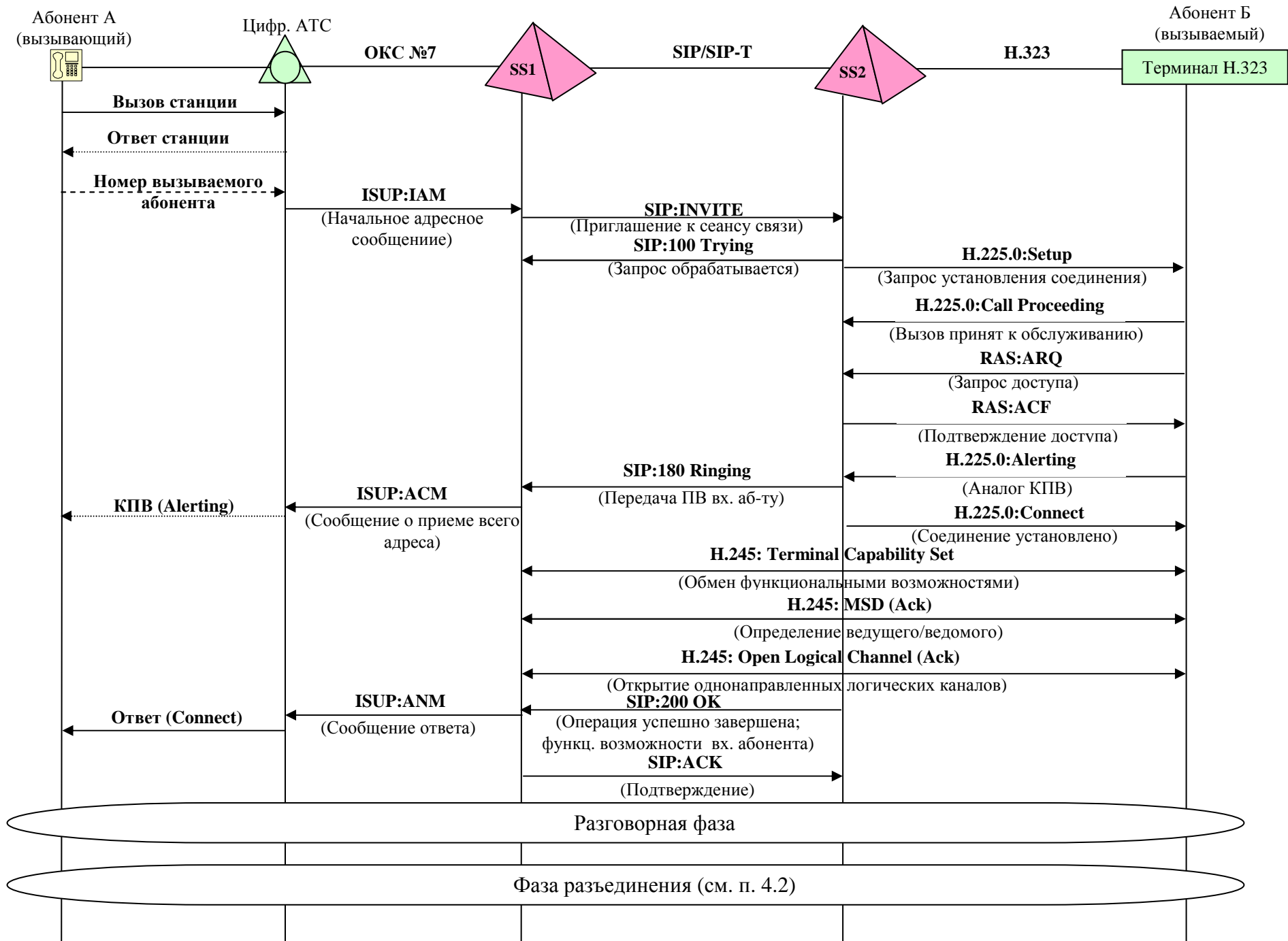
### Состав аппаратно-программного комплекса гибкого коммутатора

### Единая и распределенная структура Softswitch

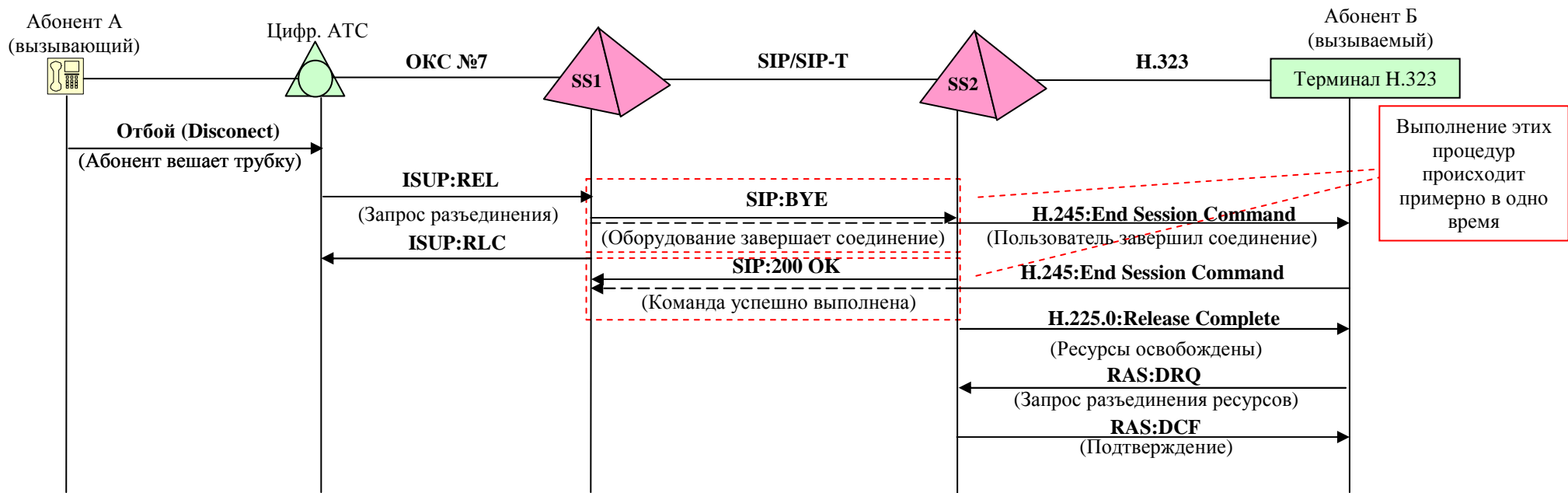




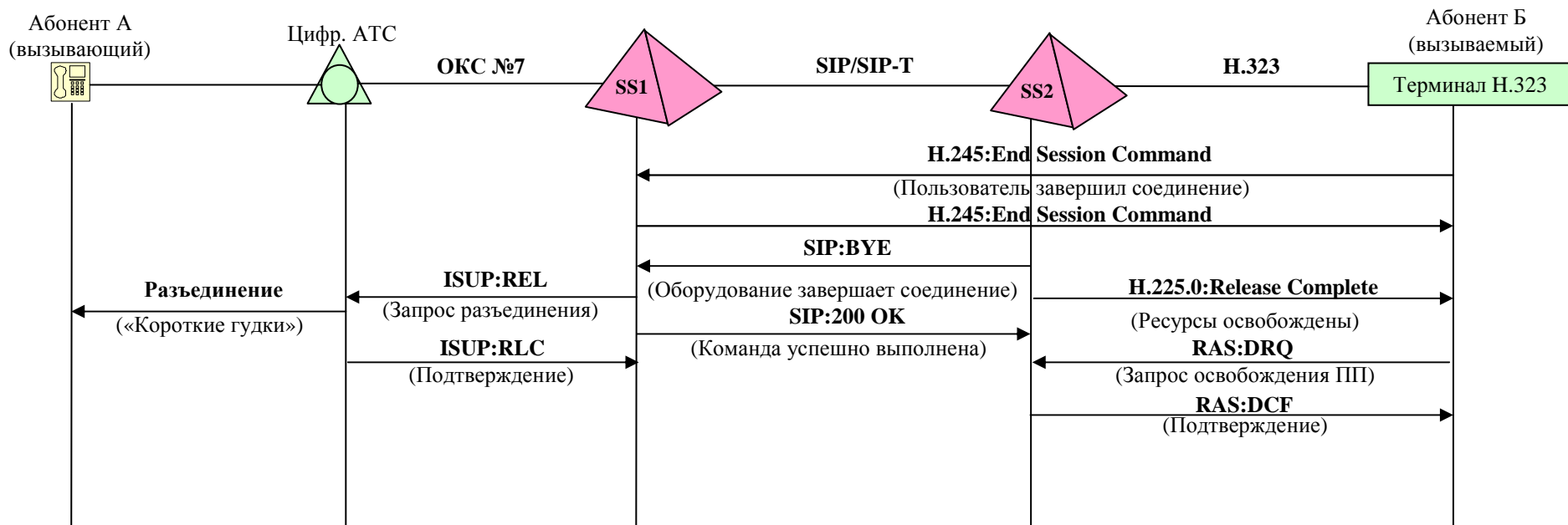
Пример взаимодействия «телефон-компьютер» в сетях на базе Softswitch



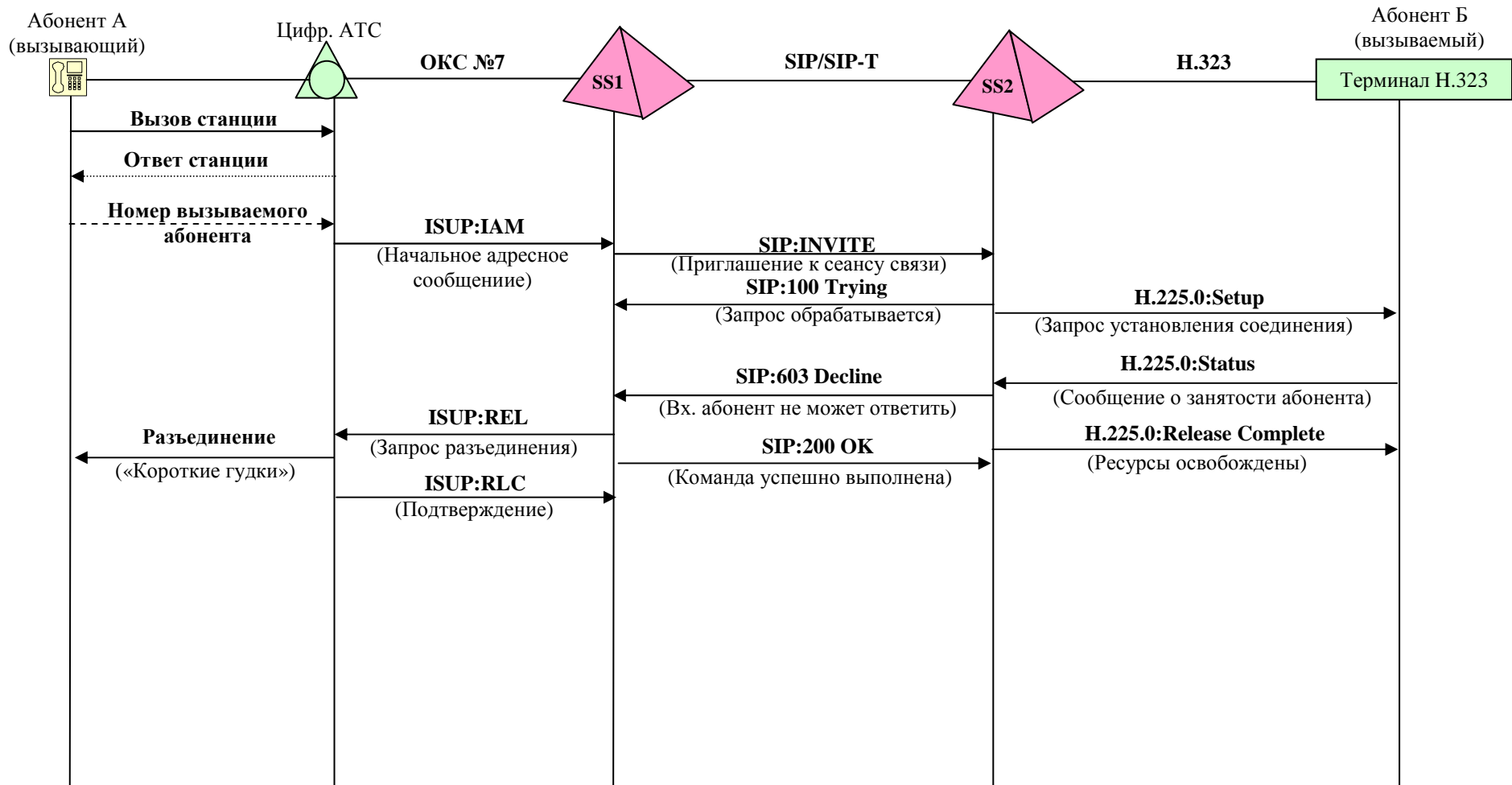
Алгоритм успешного установления соединения



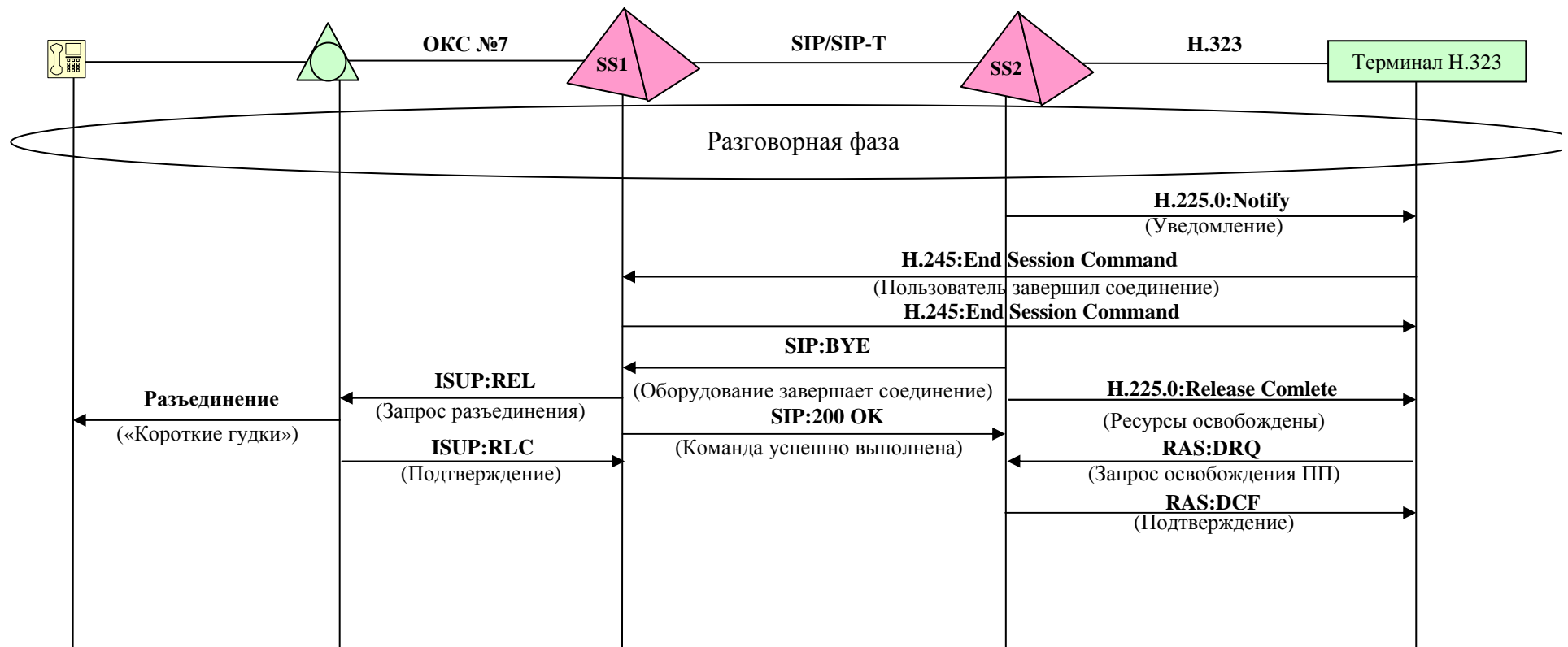
Алгоритм разъединения, инициатором которого является абонент А



Алгоритм разъединения, инициатором которого является абонент Б



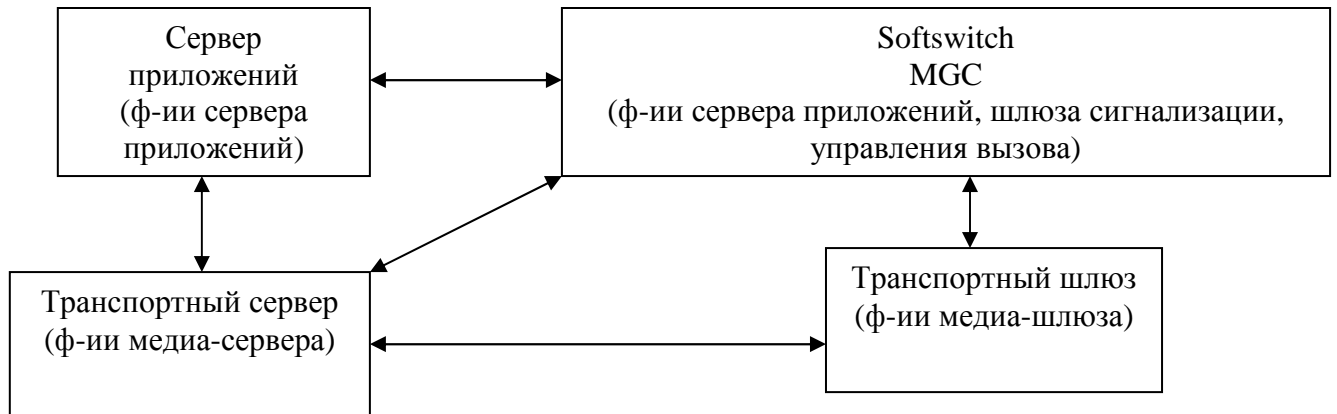
Сценарий неуспешного установления вызова (абонент Б занят)



Сценарий соединения, при котором происходит обрыв связи

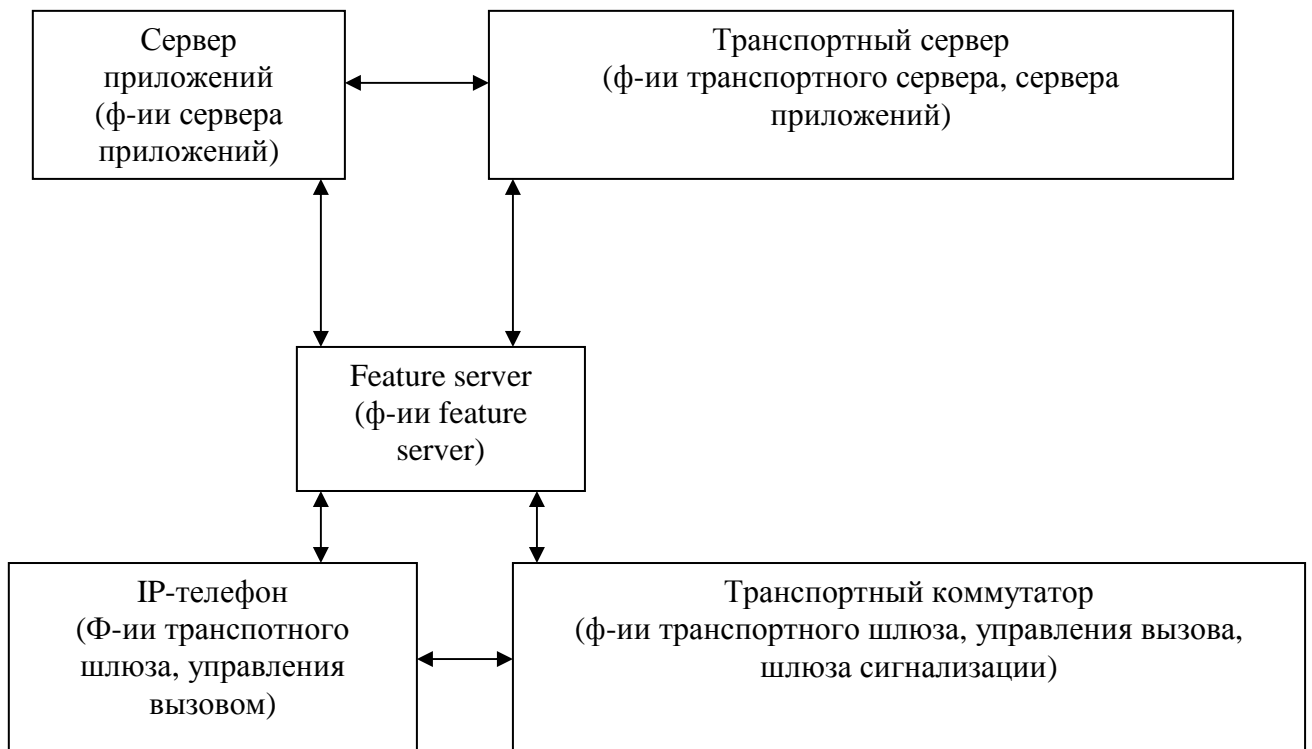


### Единая структура



Softswitch реализует ф-ии управления вызовом, сигнализацией и предоставлением базовых услуг. Ф-ии сервера приложений в Softswitch реализует стандартные услуги, такие как удержание вызова или calling line identity, осуществление которых как правило не требует вмешательства внешних платформ. Транспортный шлюз реализует интерфейс с сетями с коммутацией каналов.

### Распределенная структура



В функции транспортного коммутатора входят функции преобразования протоколов между пакетными сетями и сетями с коммутацией каналов. Кроме того, он осуществляет ф-ии транспортного шлюза, управления вызова и шлюза сигнализации транспортного сервера.

IP-телефон или пользователь включает в себя ф-ии шлюза, идентичный крупному шлюзу. Feature server используется для предоставления услуг маршрутизации между модулями управления вызовом и модами приложений.

## **ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ**

на дипломную работу студентки факультета СС, СК и ВТ СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича Кабыш Александры Алексеевны на тему: "Разработка алгоритма взаимодействия протоколов сигнализации в сети IP-телефонии на базе Softswitch".

Бурный рост использования сетей на базе коммутации пакетов для передачи речевой информации приводит к тому, что возникает необходимость более детального исследования взаимодействия протоколов, используемых для построения сетей IP-телефонии. Подход взаимодействия IP-сетей на базе Softswitch является наиболее перспективным, но в тоже время - наименее изученным. Этим объясняется актуальность дипломной работы Кабыш Александры Алексеевы.

Отличительной особенностью работы следует считать последовательное прохождение всех этапов выполнения технического задания. Первая часть работы посвящена анализу и сравнению различных подходов к построению сетей IP-сетей. Вторая часть работы посвящена разработке структурной схемы и функциональной модели сети IP-телефонии на базе Softswitch. В третьей части работы разрабатываются алгоритмы взаимодействия двух IP-сетей на базе Softswitch, построенных по различным протоколам: OKS№7, SIP и H.323, что определяет значительную практическую ценность работы.

Пояснительная записка выполнена аккуратно, в ней учтены основные требования к составу и структуре дипломной работы. Требования технического задания выполнены полностью.

Недостатком работы можно считать большое количество описательного материала, но это не снижает хорошего впечатления от работы в целом.

Дипломная работа отвечает всем предъявленным требованиям и заслуживает отличной оценки, а Кабыш Александра Алексеевна достойна присвоения квалификации инженера по специальности "Сети связи и системы коммутации".

Нач. сектора ФГУП ЛОНИИС

Зарубин А.А.