

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Ю.А. Гусев

**Телекоммуникационные сети**

**IP-телефония**

Часть 2

Учебное пособие

КАЗАНЬ – 2003

Казанский государственный университет

Ю.А.Гусев

**Телекоммуникационные сети**

**IP-телефония**

Часть 2

Учебное пособие

Казань - 2003

Печатается по решению редакционно-издательского совета физического факультета Казанского государственного университета.

УДК 538.213

**Рецензенты:**

Силкин Н.И., к.ф.-м.н., доцент кафедры квантовой электроники и радиоспектроскопии Казанского государственного университета  
Димитров Д.М., профессор, д.т.н. Действительный член РАН, информатика и связь.

**Аннотация.**

В работе представлены Концептуальные основы технологии передачи речи по сетям пакетной документации, работающим по протоколу IP (Internet Protocol). Рассмотрены архитектуры систем IP-телефонии на базе рекомендаций ITU-T H.323 и концепции SIP/ON, разработанной ETSI. Описаны вопросы синхронизации, адресации, обеспечения качества в сетях IP-телефонии. Дан анализ принципов построения IP-телефонии, описана практика внедрения услуг пакетной передачи, приведен обзор оборудования для построения сетей IP-телефонии.

Данная работа поддержана грантом ВРНФ, РЕС. 007.

## Содержание

Предисловие.....	4
Глава 1. Общие принципы – IP-телефонии.....	5
1.1. Сеть Интернет и протокол IP.....	5
1.2. Терминология.....	8
1.3. Принципы пакетной передачи речи.....	9
1.4. История и перспективы развития Интернет-телефонии.....	13
1.5. Виды соединений в сети IP-телефонии.....	16
1.6. Преимущества использования IP-телефонии.....	18
Глава 2. Стандартизация IP-телефонии.....	29
Глава 3. Базовая архитектура систем IP-телефонии.....	30
3.1. Архитектура системы на базе стандарта H.323.....	30
3.2. Характеристики шлюзов IP-телефонии.....	34
3.3. Классификация шлюзов IP-телефонии.....	37
3.4. Архитектура системы на базе проекта SIP/ON.....	39
Глава 4. Сигнализация в сетях IP-телефонии.....	42
4.1. Общие принципы сигнализации в сетях IP-телефонии.....	42
4.2. Сигнализация по стандарту H.323.....	44
4.3. Сигнализация на основе протокола SIP.....	51
4.4. Сравнение протоколов H.323 и SIP.....	53
4.5. Особенности сигнализации по концепции SIP/ON.....	55
4.6. Межсетевое взаимодействие.....	58
Глава 5. Адресация в сетях IP-телефонии.....	60
5.1. Нумерация в телефонных сетях общего пользования.....	60
5.2. Адресация в IP-сетях.....	61
5.3. Проблемы адресации в сетях IP-телефонии.....	69
Глава 6. Оборудование IP-телефонии.....	73
6.1. Классификация оборудования IP-телефонии.....	73
6.2. Аппаратно-программные комплексные платформы IP-телефонии.....	74
6.3. Оборудование шлюзов IP-телефонии.....	84
6.4. УАТС с функциями IP-телефонии.....	94
6.5. IP-телефоны.....	102
Список сокращений.....	111
Литература.....	115

## Предисловие

Интернет-телефония — это технология передачи телефонных речевых сообщений по сети Интернет. Работа устройств в сети Интернет осуществляется с использованием специального Интернет-протокола (Internet Protocol - IP). В настоящее время протокол IP используется не только в сети Интернет, но и в других сетях передачи данных с пакетной коммутацией (локальных, корпоративных, региональных и др.). И во всех этих сетях, в принципе, имеется возможность передавать речевые сообщения с использованием пакетов данных. Такой способ передачи речи и получил название IP-телефония (прозывается «Алип-телефония»). За рубежом обычно употребляется аббревиатура VoIP - Voice over IP, хотя часто используют более узкий термин «Интернет-телефония».

Интерес различных субъектов рынка телекоммуникационных услуг (операторов связи, провайдеров Интернет, производителей оборудования и пользователей) к данному виду связи необычайно возрос в последние годы в связи с разработкой новых стандартов и протоколов, когда IP-телефонный разговор выгодно приблизился по качеству к телефонному разговору по «классическим» телефонным сетям. Этот интерес объясняется тем, что IP-телефония позволяет существенно сэкономить требуемую пропускания каналов, что неизбежно ведет к снижению тарифов, особенно на междугородные и международные телефонные разговоры. Однако не все так гладко на пути внедрения новой технологии: имеются проблемы с обеспечением сквозного качества телефонной связи, затруднена совместная работа оборудования различных производителей, требуется новое, достаточно дорогое аппаратное и программное обеспечение и др.

IP-телефония - не панацея для решения всех телекоммуникационных проблем. Но в то же время ее использование позволяет предлагать пользователям совершенно новые, невозможные для традиционной телефонии сервисы и приложения. Да и сам фактор экономии затрат на телефонную связь играет не последнюю роль даже с учетом более низкого, но приемлемого, качества передачи разговора. Все это говорит о том, что технология IP-телефонии, по большому счету, выгодна всем: и пользователям, и операторам сетей, и производителям оборудования.

За последние годы редкий номер отечественных телекоммуникационных журналов обходится без статьи, затрагивающих технологию IP телефонии.

В данном учебном пособии нет претензий на абсолютную полноту и глубину представления материала по IP-телефонии. Но описание основных принципов, основ IP-телефонии (архитектура системы, вопросы стандартизации, сигнализации, обеспечения качества), на мой взгляд будут полезны студентам и аспирантам работающим в данной области телекоммуникаций.

Автор благодарен рецензенту Димитрову Д.М., за ценные замечания и Гафаровой Л.И. за труд и внимание проявленные при подготовке рукописи к печати.

## ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ IP-ТЕЛЕФОННИ

### 1.1. Сеть Интернет и протокол IP

О технологии и сети Интернет и используемом в ней протоколе IP (Internet Protocol) имеется огромное количество информации, как в самом Интернете, так и в печатных изданиях, и желающие могут без труда ее найти. Далее приведены лишь основные концептуальные положения, которые необходимы для понимания возможностей применения сети Интернет и IP-протокола для передачи речевых сообщений.

Точное определение термина «Интернет» было дано в октябре 1995 г. Федеральным Советом США в следующей форме:

«Интернет - это часть глобальной информативной системы, которая:

- логически связана унитарным адресным пространством, основанном на IP-протоколе или на его перелегитимных расширениях/последствиях;
- может поддерживать коммуникации, используя Transmission Control Protocol (TCP/IP) или его расширения/последствия и/или IP-совместимые протоколы;
- предоставляет, использует или делает доступными (для всех или конфиденциально) сервисы высокого уровня, основанные на коммуникациях и связанной с ними инфраструктуре, здесь определенной».

Создатели технологии Интернет исходили из двух основополагающих соображений:

- невозможно создать единую физическую сеть, которая позволит удовлетворить потребности всех пользователей;
- пользователям нужен универсальный способ для установления соединений друг с другом.

В пределах каждой физической сети полусоединенные к ней компьютеры используют ту или иную технологию (Ethernet, Token Ring, FDDI, ISDN, соединение типа «точка-точка», а в последнее время к этому списку добавились сеть ATM и даже беспроводные технологии). Между механизмами коммуникации, зависящими от данных физических сетей, и прикладными системами встраивается новое программное обеспечение, которое обеспечивает соединение различных физических сетей друг с другом. При этом детали этого соединения «скрыты» от пользователей и им предоставляется возможность работать как бы в одной большой физической сети. Такой способ соединения в единое целое множества физических сетей и получил название технологии Интернет, на базе которой реализована однотипная сеть Интернет. Основной протокол, на базе которого строится сеть Интернет, называется Интернет-протоколом или протоколом IP.

Для соединения двух и более сетей в сети Интернет используются маршрутизаторы (routers) - компьютеры, которые физически соединяют сети друг с другом и с помощью специального программного обеспечения передают пакеты из одной сети в другую.

Технология Интернет не навязывает какой-то определенной топологии межсетевых соединений. Добавление новой сети к сети Интернет не влечет за собой ее подселения к некоторой центральной точке коммуникации или установке непосредственных физических соединений со всеми уже входящими в сеть Интернет сетями. Маршрутизатор «знает» топологию сети Интернет за пределами тех физических сетей, которые он соединяет, и, основываясь на адресе сети назначения, передает пакет по тому или иному маршруту. В сети Интернет используются универсальные идентификаторы подсетей к ней компьютеров (адреса), поэтому любые две машины имеют возможность взаимодействовать друг с другом. В Интернет также должен быть реализован принцип независимости пользователя от интерфейса от

физической сети, то есть должно существовать множество способов установления соединений и передачи данных, одинаковых для всех физических сетевых технологий.

Сеть Интернет скрывает детали соединений сетей между собой, поэтому с точки зрения конечных пользователей и по отношению к прикладным программам сеть Интернет представляет собой единую виртуальную сеть, в которой подсоединены все компьютеры - независимо от их реальных физических соединений (рис. 1.1). Каждый компьютер должен иметь программное обеспечение доступа к сети Интернет, которое позволяет прикладным программам использовать сеть Интернет как одну физическую сеть.

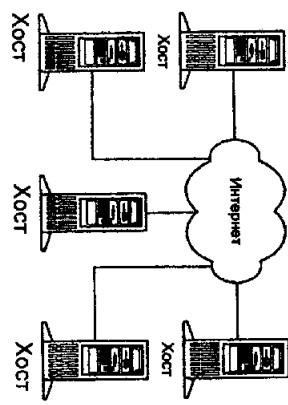


Рис. 1.1. Сеть Интернет с точки зрения пользователя

Фундаментальным принципом Интернет является равнозначность всех объединенных с ее помощью физических сетей: любая система коммуникаций рассматривается как компонент Интернет, независимо от ее физических параметров, размеров передаваемых пакетов данных и географического масштаба. На рис. 1.2 использованы одинаковые обозначения для любых физических сетей, объединенных в сеть Интернет (например, соединений типа «точка-точка», локальных сетей рабочей группы или больших корпоративных сетей).

Универсальная сеть Интернет строится на основе семейства протоколов TCP/IP и включает в себя протоколы 4-х уровней коммуникаций (рис. 1.3).

Уровень сетевого интерфейса отвечает за установление сетевого соединения в конкретной физической сети - компоненте сети Интернет, к которой подсоединен компьютер. На этом уровне работают драйвер устройства в операционной системе и соответствующая сетевая плата компьютера.

Сетевой уровень - основа стека протоколов TCP/IP. Именно на этом уровне реализуется принцип межсетевого соединения, в частности маршрутизация пакетов по сети Интернет. Протокол IP - основной протокол сетевого уровня, позволяющий реализовывать межсетевые соединения. Он используется обоями протоколами транспортного уровня - TCP и UDP. Протокол IP определяет базовую единицу передачи данных в сети Интернет - IP-детаграмму, указывая точный формат всей информации, проходящей по сети TCP/IP. Программное обеспечение уровня IP выполняет функции маршрутизации, выбирая путь данных по соединениям физических сетей. Для определения маршрута поддерживаются специальные таблицы; выбор осуществляется на основе адреса сети, к которой подключен компьютер-адресат. Протокол IP определяет маршрут отдельно для каждого пакета данных, не гарантируя надежной доставки в нужном порядке. Он задает непосредственное отображение данных на нижележащий физический уровень передачи и реализуется тем самым высокоэффективную доставку пакетов.

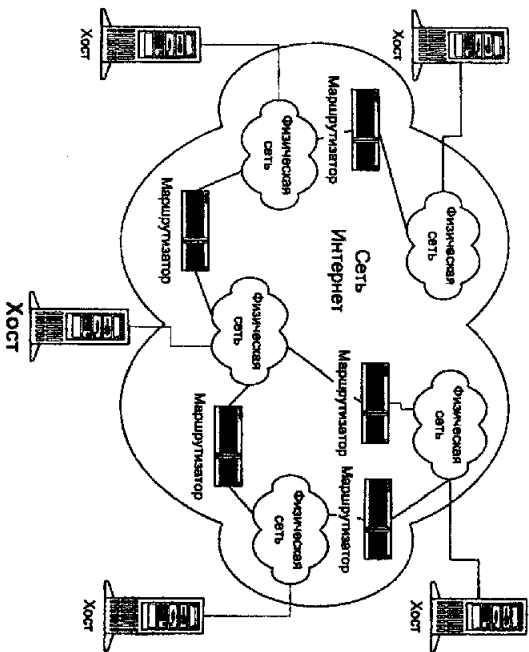


Рис. 1.2. Внутренняя структура сети Интернет

Прикладной:	Telnet, FTP, E-mail и т.д.
Транспортный:	TCP, UDP
Сетевой:	IP, ICMP, IGMP
Сетевой интерфейс:	Драйвер устройства и сетевая плата

Рис. 1.3. Четыре уровня стека протоколов TCP/IP

На сетевом уровне протокол IP реализует ненадежную службу доставки пакетов по сети от системы к системе без установления соединения (connectionless packet delivery service). Это означает, что будет выполнено все необходимое для доставки пакетов, однако эта доставка не гарантируется. Пакеты могут быть потеряны, переданы в неправильном порядке, продублированы и т.д. Протокол IP не обеспечивает надежности коммуникации. Не имеется механизма подтверждений ни между отправителем и получателем, ни между хост-компьютерами. Не имеется контроля ошибок для поля данных, только контрольная сумма для заголовка. Не поддерживается повторная передача, нет управления потоком. Обнаруженные ошибки могут быть оплачены посредством протокола ICMP (Internet Control Message Protocol).

Надежную передачу данных реализует следующий уровень, транспортный, на котором два основных протокола, TCP и UDP, осуществляют связь между машиной - отправителем пакетов и машиной-адресатом.

Наконец, прикладной уровень - это приложения типа клиент-сервер, базирующиеся на протоколах нижних уровней. В отличие от протоколов остальных трех уровней, протоколы прикладного уровня занимают деталями конкретного приложения и «не интересуются» способами передачи данных по сети. Среди основных приложений TCP/IP, имеющихся практически в каждой его реализации, - протокол эмуляции терминала Telnet, протокол передачи файлов FTP, протокол электронной почты SMTP,



протокол управления сетью SNMP, используемый в системе World Wide Web (WWW) протокол передачи гипертекста HTTP и др.

Поскольку в Интернет летали физические соединения скрыты от приложений, прикладной уровень совершенно «не заботится» о том, что клиент приложения работает в сети Ethernet, а сервер подключен к сети Token Ring. Между конечными системами может быть несколько десятков маршрутизаторов и множество промежуточных физических сетей различных типов, но приложение будет воспринимать этот контрмер как единую физическую сеть. Это и обуславливает основную силу и привлекательность технологии Интернет и протокола IP.

На базе протокола IP строится не только сеть Интернет, но и любые другие сети передачи данных (локальные, корпоративные), которые могут иметь или не иметь выход на глобальную сеть Интернет. Универсальность и гибкость сетей на базе протокола IP дает возможность применять их не только для передачи данных, но и другой мультимедийной информации. С недавних пор IP-сети стали использоваться для передачи речевых сообщений. А вот как это происходит и будет рассмотрено в данной книге.

## 1.2. Терминология

В технической литературе используются три основных термина для обозначения технологии передачи речи по сетям с пакетной коммутацией на базе протокола IP (Internet Protocol):

- IP-телефония (IP Telephony);
- голос по IP-сетям (Voice over IP - VoIP);
- Интернет-телефония (Internet Telephony).

Хотя терминология в области IP-телефонии не устоялась окончательно, попробуем все-таки внести некоторую ясность хотя бы в рамках данной книги.

Под IP-телефонией будем понимать технологию, позволяющую использовать любую сеть с пакетной коммутацией на базе протокола IP (например, сеть Интернет) в качестве средства организации и ведения международных, междугородных и местных телефонных разговоров и передачи факсов в режиме реального времени.

За рубежом технология передачи голосовой информации с использованием протокола IP имеет устоявшееся название Voice over IP (VoIP). В отношении сервисов и технологий между IP-телефонией и VoIP нет никакой разницы. Различные производители могут предпочитать один или другой термин либо использовать их в равной степени. С точки же зрения сетевых решений «IP-телефония», безусловно, - термин более содержательный, так как она реализуется не только на уровне каналов передачи (как глобальных, так и локальных), но и на уровне абонентского оборудования (как неавтономного, учрежденческих автоматических телефонных станций (УАТС). Последнее действительно означает фактически интеграцию телефонии в ее привычном понимании и IP-сетей.

Интернет-телефония - это частный случай IP-телефонии, когда в качестве каналов передачи пакетов телефонного трафика либо от абонента к оператору, либо на магистраль (либо на обоих названных участках) используются обычные каналы сети Интернет.

Спор о терминах в области IP-телефонии до сих пор не решен на международном уровне. Так организаторы семинара Международного союза электросвязи (ITU), посвященного IP-телефонии (Женева, 14-16 июня 2000 г.), выступили с предложением считать IP-телефонии общим понятием, включившим Интернет-телефонию и VoIP.

Участникам семинара было предложено для обсуждения следующие различные технологии:

- Интернет-телефония - передача телефонных сообщений в сетях передачи данных общего пользования, т.е. в мало или неадминистрируемых сетях.
- VoIP - передача телефонных сообщений в корпоративных, т.е. в хорошо

администрируемых сетях.

В процессе обсуждения документа выяснилось, что подходы стран-участниц ПУ к тому, что есть IP-телефония и как с ней следует поступать, совершенно различны.

Существуют два противоположных взгляда на IP-телефонию:

- IP-телефония - явление аналогичное обратному вызову (call-back) и маршрутизации по наименьшей стоимости. В этом смысле она представляет угрозу для операторов традиционной телефонии, так как использует их сетевые ресурсы в обход системы междоузовных расчетов и, следовательно, ее нужно запретить любой ценой;

- IP-телефония - это будущее сети общего пользования и, следовательно, ее нужно всемерно поддерживать и развивать.

Но даже при втором подходе возникли противоречия в определениях: IP-телефония - это услуга реального или нереального времени? В некоторых странах для реализации услуг телефонной сети общего пользования (ТФОП) и IP-телефонии используются понятия: задержка и качество обслуживания. И отсюда возможны два подхода к определению IP-телефонии:

- IP-телефония - это самостоятельная услуга по передаче голоса, представляющая собой более дешевую альтернативу традиционной телефонии;

- IP-телефония - наиболее простая для реализации услуга из пакета услуг, включая передачу данных и видео по протоколу IP. Более того, передача голоса - не самая значительная составляющая этого пакета услуг. IP-телефония будет способствовать повсеместному распространению электронной торговли и добавлять в интерактивные сетевые игры или слайд элемент живого общения.

В итоге участники семинара пришли к выводу, что право на жизнь имеет целый ряд терминов и определений, особенно, принимая во внимание быстрое развитие данной технологии.

### 1.3. Принципы пакетной передачи речи

«Классическая» телефонные сети основаны на технологии коммутации каналов (рис.1.4), которая для каждого телефонного разговора требует выделенного физического соединения. Следовательно, один телефонный разговор представляет собой одно физическое соединение телефонных каналов. В этом случае аналоговый сигнал шириной 3,1 кГц передается на ближайшую АТС, где он мультимплексируется по технологии временного разделения с сигналами, которые поступают от других абонентов, подключенных к этой АТС. Далее групповой сигнал передается по сети межстанционных каналов. Достигнув АТС назначения, сигнал демультимплексируется и доходит до адресата. Основным недостатком телефонных сетей с коммутацией каналов является неэффективное использование полосы канала - во время пауз в речи канал не несет никакой полезной нагрузки.

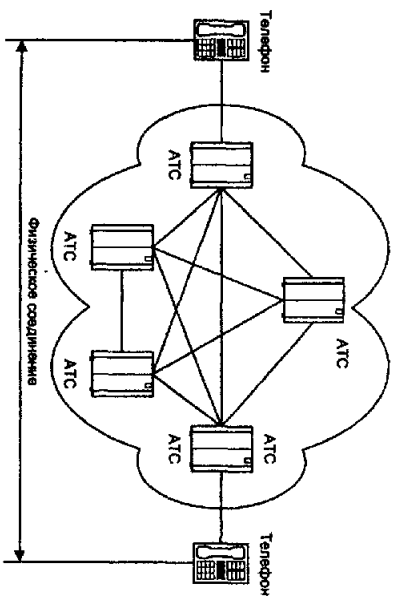


Рис. 1.4. Соединение в «класической» телефонной сети

Переход от аналоговых к цифровым технологиям стал важным шагом для возникновения современных цифровых телекоммуникационных сетей. Одним из таких шагов в развитии цифровой телефонии стал переход к пакетной коммутации. В сетях пакетной коммутации по каналам связи передаются единицы информации, которые не зависят от физического носителя. Такими единицами могут быть пакеты, кадры или ячейки (в зависимости от протокола), но в любом случае они передаются по разделяемой сети (рис. 1.5), более того - по отдельным виртуальным каналам, не зависшим от физической среды. Каждый пакет идентифицируется заголовком, который может содержать информацию об используемом им канале, его происхождении (т.е. об источнике или отправителе) и пункте назначения (о получателе или приемнике).

В сетях на основе протокола IP все данные - голос, текст, видео, компьютерные программы или информация в любой другой форме - передаются в виде пакетов. Любой компьютер и терминал такой сети имеет свой уникальный IP-адрес, и передаваемые пакеты маршрутизируются к получателю в соответствии с этим адресом, указываемом в заголовке. Данные могут передаваться одновременно между многими пользователями и процессами по одной и той же линии. При возникновении проблем IP-сети могут изменить маршрут для обхода неисправных участков. При этом протокол IP не требует выделенного канала для сигнализации. Процесс передачи голоса по IP-сети состоит из нескольких этапов. На первом этапе осуществляется оцифровка голоса. Затем оцифрованные данные анализируются и обрабатываются с целью уменьшения физического объема данных, передаваемых получателю. Как правило, на этом этапе происходит подавление ненужных пауз и фонового шума, а также компрессирование.

На следующем этапе подготавливается последовательность данных, разбивается на пакеты и к ней добавляется протокольная информация - адрес получателя, порядковый номер пакета на случай, если они будут доставлены не последовательно, и дополнительные данные для коррекции ошибок. При этом происходит временное накопление необходимого количества данных для образования пакета до его непосредственной отправки в сеть.

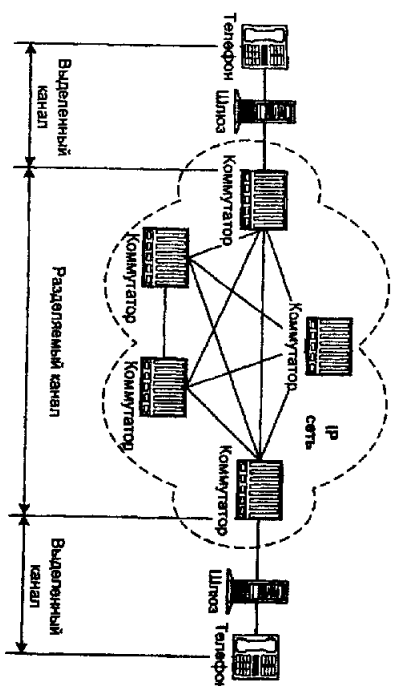


Рис. 1.5. Соединение в сети с коммутацией пакетов

Извлечение переданной голосовой информации из полученных пакетов также происходит в несколько этапов. Когда голосовые пакеты приходят на терминал получателя, то сначала проверяется их порядковая последовательность. Поскольку IP-сети не гарантируют время доставки, то пакеты со старшими порядковыми номерами могут прийти раньше, более того, интервал времени получения также может колебаться. Для восстановления исходной последовательности и синхронизации происходит временное накопление пакетов. Однако некоторые пакеты могут быть вообще потеряны при доставке, либо задержка их доставки превышает допустимый разброс. В обычных условиях приемный терминал запрашивает повторную передачу ошибочных или потерянных данных. Но передача голоса слишком критична ко времени доставки, поэтому в этом случае либо включается алгоритм аппроксимации, позволяющий на основе полученных пакетов приблизительно восстановить потерянные, либо эти потери просто игнорируются, а пропуски заполняются данными случайным образом.

Полученная таким образом (не восстановленная!) последовательность данных декомпилируется и преобразуется непосредственно в аудио-сигнал, несущий голосовую информацию получателю.

Таким образом, с большой степенью вероятности, полученная информация не соответствует исходной (искажена) и задержана (обработана на передающей и приемной сторонах требует промежуточного накопления). Однако в некоторых пределах избыточность голосовой информации позволяет мириться с такими потерями.

Операторы сетей с пакетной коммутацией получают преимущества, присущие раздельной инфраструктуре электросвязи по самой её природе. Проще говоря, они могут продать больше, чем в действительности имеют, основываясь на статистическом анализе работы сети. Поскольку предполагается, что абоненты не будут круглосуточно и ежедневно задействовать всю оплаченную полосу, можно обслужить больше абонентов, и не расширяя магистральную инфраструктуру. Оборот и прибыль при этом увеличиваются.

Иными словами, абонент, оплативший полосу 64 кбит/с, использует канал в среднем лишь на 25%. Следовательно, оператор способен продать имеющийся у него ресурс в четыре раза большему числу пользователей, не перегружая свою сеть. Такой сценарий выгоден обеим сторонам - и клиенту, и продавцу, - поскольку оператор увеличивает свои доходы и уменьшает абонентскую плату за счет снижения издержек. Это вынуждает

решение уже признано в мире передачи данных, а теперь начинает использоваться и на рынке телефонии.

В настоящее время в IP-телефонии существует два основных способа передачи голосовых пакетов по IP-сети:

- через глобальную сеть Интернет (Интернет-телефония);

В первом случае полосу пропускания напрямую зависит от загрузки сети Интернет пакетами, содержащими данные, голос, графику и т.д., а значит, задержка при прохождении пакетов могут быть самыми разными. При использовании выделенных каналов исключительно для голосовых пакетов можно гарантировать фиксированную (или почти фиксированную) скорость передачи. Виду широкого распространения сети Интернет особый интерес вызывает реализация системы Интернет-телефонии, хотя следует признать, что в этом случае качество телефонной связи оператором не гарантируется.

Для того, чтобы осуществить междугородную (международную) связь с помощью телефонных серверов, организация или оператор услуги должны иметь по серверу в тех местах, куда и откуда планируются звонки. Стоимость такой связи на порядок меньше стоимости телефонного звонка по обычным телефонным линиям. Особенно велика эта разница для международных переговоров.

Общий принцип действия телефонных серверов Интернет-телефонии такой: с одной стороны, сервер связан с телефонными линиями и может соединиться с любым телефоном мира. С другой стороны, сервер связан с Интернетом и может связаться с любым компьютером в мире. Сервер принимает стандартный телефонный сигнал, оцифровывает его (если он исходно не цифровой), значительно сжимает, разбивает на пакеты, отправляет через Интернет по назначению с использованием протокола IP. Для пакетов, приходящих из сети на телефонный сервер и уходящих в телефонную линию, операции происходят в обратном порядке. Обе составляющие операции (вход сигнала в телефонную сеть и его выход из телефонной сети) происходят практически одновременно, что позволяет обеспечить полнодуплексный разговор. На основе этих базовых операций можно построить много различных конфигураций. Например, звонок «телефон-компьютер» или «компьютер-телефон» может обеспечивать один телефонный сервер. Для организации связи телефон (факс)-телефон (факс) нужно два сервера.

Основным сдерживающим фактором на пути масштабного внедрения IP-телефонии является отсутствие в протоколе IP механизмов обеспечения гарантированного качества услуг, что делает его пока не самым надежным транспортом для передачи голосового трафика. Сам протокол IP не гарантирует доставку пакетов, а также время их доставки, что вызывает такие проблемы, как «рывчатый голос» и просто провалы в разговоре. Сегодня эти проблемы решаются: организации по стандартизации разрабатывают новые протоколы, провайдеры выкупают новое оборудование, но на этом уровне дела с совместимостью и стандартизацией обстоят уже не так хорошо, как с «упаковкой» речи в пакеты. Заметим, что если в рамках частной корпоративной сети некоторая потеря качества голосовой связи при сильной загрузке сети ресурсов вполне терпима при условии, что средний показатель будет вполне удовлетворительным, то в случае сети общего пользования все намного серьезнее.

Поскольку оператор предоставляет некоторый сервис и берет за него деньги, он обязан гарантировать его качество. Даже если клиент согласен (хотя в условиях жесткой конкуренции на рынке телекоммуникаций это маловероятно) время от времени мириться с не очень высоким уровнем качества, он может предъявить претензии в случае серьезных или длительных проблем. Как бы то ни было, оператор вынужден следить за качеством предоставляемых услуг, для чего в случае их масштабного предоставления ему требуются

соответствующая аппаратура и программное обеспечение, которое достаточно дорого и имеется не во всех точках сети.

С точки зрения масштабируемости (если отвлечься от проблем с неконтролируемым ухудшением качества при росте нагрузки на сеть) IP-телефония представляется вполне законченным решением. Во-первых, поскольку соединение на базе протокола IP может начинаться (и заканчиваться) в любой точке сети от абонента до магистрали. Соответственно, IP-телефония в сети можно вводить участок за участком, что, кстати, на руку и с точки зрения миграции, так как ее можно проводить «сверху вниз», «снизу вверх» или по любой другой схеме. Для решений IP-телефонии характерна определенная модульность: количество и мощность различных узлов - шлюзов, gatekeeper («привратников») - так в терминологии VoIP именуются серверы обработки номеровных планов) - можно наращивать практически независимо, в соответствии с текущими потребностями. Естественно, проблемы наращивания ресурсов собственно сетевой инфраструктуры мы сейчас не учитываем, поскольку узлы самой сети могут быть независимы от системы IP-телефонии, а могут и совмещать в себе их функции.

#### 1.4. История и перспективы развития Интернет-телефонии

Существует мнение, что концепция передачи голоса по сети с помощью персонального компьютера зародилась в Университете штата Иллинойс (США). В 1993 г. Чарли Кийли выпустили в свет первую программу для передачи голоса по сети с помощью персонального компьютера Macos. Одновременно одним из самых популярных мультимедийных приложений в сети стала программа видеоконференций CU-SeeMe для компьютеров Macintosh (Mac), разработанная в Корнельском университете.

В апреле 1994 г. во время полета космического челнока Endeavor Американское агентство по аэронавтике NASA перело на Землю его изображение с помощью программы CU-SeeMe. Одновременно, используя программу Macos, попробовали передавать и звук. Полученный сигнал из Льюисовского исследовательского центра поступил на компьютер Mac, соединенный с Интернет, и любой желающий мог услышать голоса астронавтов. Потом одну программу встроили в другую, и появился вариант CU-SeeMe с полными функциями аудио и видео как для Mac, так и для персональных компьютеров (PC).

В феврале 1995 г. израильская компания VocalTec предложила первую версию программы Internet Phone, разработанную для владельцев мультимедийных PC, работающих под операционной системой Windows. Это стало важной вехой в развитии Интернет-телефонии. VocalTec надеялась использовать очень популярный (текстовый) каналы Internet Relay Chat (IRC) в качестве двустороннего средства общения между людьми, имеющими сходные интересы. Но компания не удалось связаться с Eric Free Network (ENFNet), кураторшей IRC, и проинформировать о потенциально возможном увеличении трафика, поэтому доступ к этим общественным каналам для Internet Phone был закрыт. Через несколько недель компания VocalTec уладила свои разногласия с ENFNet. За это время была создана частная сеть серверов Internet Phone, и уже тысячи людей загрузили эту программу с домашней страничке VocalTec и начали общаться.

В том же 1995 г. другие компании очень быстро оценили перспективы, которые открывала возможность разговаривать, находясь в разных полушариях и не платя при этом за междугородные звонки. На рынок обрушился поток продукции, предназначенной для телефонии через сеть Интернет.

В сентябре того же года в розничной продаже появилась первая из таких программ - DigIPhone, разработанная небольшой компанией в Далласе (штат Техас), которая предложила «дуплексность» возможности, позволяя говорить и слушать одновременно. Вот в этот момент и родилась привлекательная для абонентов настоящая интерактивная связь.

В марте 1996 г. произошло еще одно памятное событие. Тогда было объявлено о

совместном проекте под названием «Internet Telephone Gateway» двух компаний: уже известной нам VocalTec и крупнейшего производителя программного обеспечения для компьютерной телефонии Dialogic. Целью было научить работать через Интернет обычный телефонный аппарат, для чего между Интернет и TfoIP устанавливался специализированный шлюз. Последний получил название VTOG (VocalTec Telephone Gateway) и представлял собой специализированную программу, которая использовала голосовые платы Dialogic как интерфейс с обычными телефонными линиями. Многоканальные голосовые платы позволяли, во-первых, одной системе VTOG поддерживать до восьми независимых телефонных разговоров через сеть Интернет, а во-вторых, убрал проблему адресации, взяв на себя преобразование обычных телефонных номеров в IP-адреса (и обратно). Для разговора одного пользователя в том продукте достаточно было ширины полосы канала порядка 11 кбит/с (у современных продуктов она бывает другой). Вот так возможность высокого уплотнения канала и малая стоимость связи создали предпосылки для коренных изменений телекоммуникационного мира.

К настоящему времени уже сотни компаний предложили свои коммерческие решения для IP-телефонии. Одновременно практически все крупные телекоммуникационные компании, использующие традиционные средства для организации телефонных переговоров, почувствовав угрозу рынку предоставляемых ими услуг, начали интенсивные исследования с целью оценки её реальности и масштаба.

Прогресс внедрения технологии IP-телефонии характеризуют следующие цифры. В 1996 году IP-телефония за один год выросла на 997% (от оцененного в 1,8 миллионов долл. рынка), но в 1997 г. объем рынка оборудования, программного обеспечения и услуг IP-телефонии оценен уже в 210 млн. долл. Доходы от предоставления услуг телефонной и факсимильной связи в IP-сетях составили 123 млн. долл. Хотя голосовой трафик IP-телефонии составляет менее 1% от всех междугородных и международных звонков, рынок Интернет-телефонии в 1999 году достиг 560 миллионов долл.

Стоит упомянуть о некоторых прогнозах развития рынка IP-телефонии. Их делают многие известные аналитические компании. Прогнозы по большей части оптимистические, но звучат и голоса пессимистов.

Так, эксперты компании Killen&Associates предполагают 138% ежегодного прироста рынка до 2002 г., а эксперты Frost&Sullivan ориентируются на 149%. Аналитики Philipt Group-InfoTech прогнозируют в 2004 г. достижение этим сегментом рынка уровня 1,9 млрд. долл. (при общем объеме рынка оборудования телефонных систем в 16 млрд. долл.)

По прогнозам компании Yankee Group, доля междугородных и международных звонков (по времени), осуществляемых по IP-сетям, имеет большую тенденцию роста и достигнет, например, в США к 2005 г. 15% (рис. 1.6).

В то же время, по оценкам компании TeleChoice, сотрудничавшей с фирмой Lucent Technologies в области VoIP, сейчас рынок IP-телефонии составляет всего 0,1% от общего рынка речевых услуг. По прогнозам этой компании, через пять лет доля рынка IP-телефонии возрастет всего лишь до 2%. По прогнозу экспертов исследовательская компания Insight Research даже североамериканский рынок пакетной телефонии в 2004 г. составит лишь 10% оборота рынка телефонной связи. Следует подчеркнуть, что под пакетной телефонией эксперты Insight Research понимали не только технологию IP-телефонии, но и транспортному голосу с помощью фреймов Frame Relay (VoFR) и ячеек ATM (VoATM).

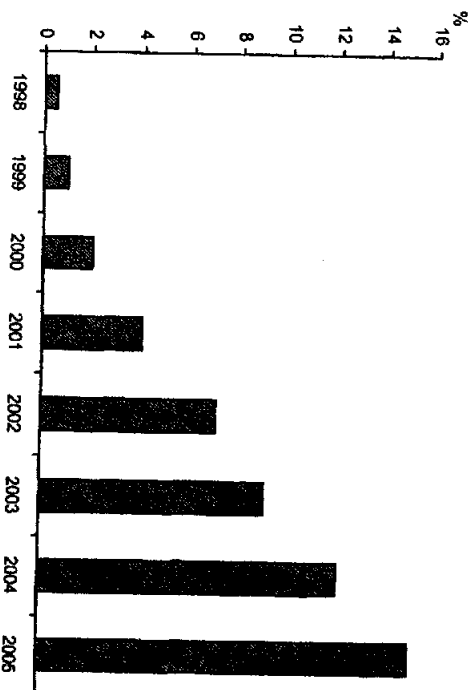


Рис. 1.6. Состояние и прогноз доли трафика IP-телефонии в США (по данным фирмы Yankee Group)

По данным фирмы Kilten & Associates, голосовой трафик IP-телефонии в 1998 году в компаниях, входящих в список Fortune 1000, составил менее 1% от всех междугородных и междунородных звонков. Кроме того, по оценкам фирм IDC, Link Research даже в 2001 году объем передачи голоса в сетях с коммутацией пакетов составит в США: междунородные звонки с территории США - 4 млрд. минут; звонки в пределах США - 8,5 млрд. минут. Это будет составлять 0,98% (менее одного процента) общего объема внутреннего (в пределах США) и междунородного трафика. Согласно данным Datapollint, доля IP-телефонии в общих доходах телефонных компаний в США и Европе пока еще очень мала и даже в перспективе не превысит 1% (рис. 1.7).

Независимо от приведенных прогнозов с уверенностью можно сказать, что IP-телефония в ближайшее время не станет полноценной альтернативой традиционной телефонии, где в полной мере проявит свое истинное преимущество - возможность сопровождения телефонными переговорами потока данных в едином канале связи. Сеансы одноуровневой работы с одной и той же информацией в корпоративных сетях, видеоконференции, Интернет-коммерция в режиме «он-лайн» - вот где IP-телефония несомненно займет достойное положение даже с пониженным качеством речи, поскольку основную смысловую нагрузку в этих случаях будет нести информация на дисплее компьютера или видеэкране. При этом полностью используются преимущества мультимедийной связи: оперативность и эффективность делового общения, экономия канальных ресурсов и времени. При этом IP-телефония выступает в качестве вспомогательного средства коммуникации, дополняющего передачу данных, видеоконференций, WEB-страниц.



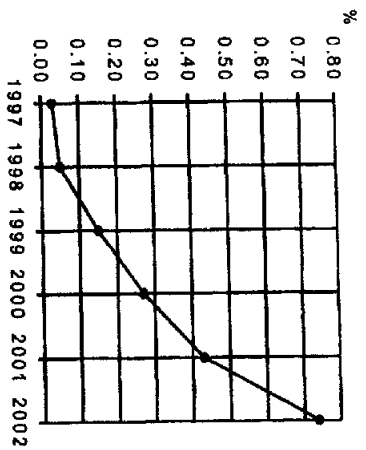


Рис. 1.7. Доля IP-телефонии в общих доходах телефонных компаний в США и Европе, % (по данным Datamonitor)

### 1.5. Виды соединений в сети IP-телефонии

Сети IP-телефонии предоставляют возможность для вызовов четырех основных типов:

1. «От телефона к телефону» (рис. 1.8). Вызов идет с обычного телефонного аппарата к АТС, на один из выходов которой подключен шлюз IP-телефонии, и через IP-сеть доходит до другого шлюза, который осуществляет обратные преобразования.
2. «От компьютера к телефону» (рис. 1.9). Мультимедийный компьютер, имеющий программное обеспечение IP-телефонии, звуковую плату (адаптер), микрофон и акустическая система, подключается к IP-сети или к сети Интернет, и с другой стороны шлюз IP-телефонии имеет соединение через АТС с обычным телефонным аппаратом.

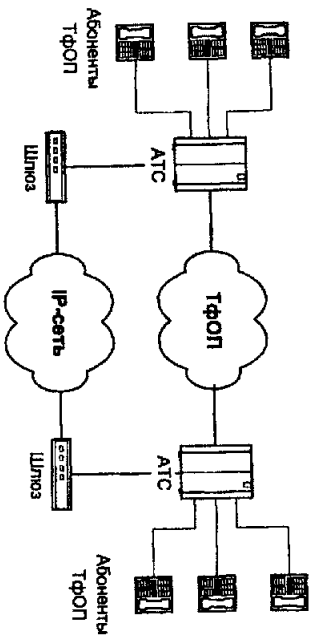


Рис. 1.8. Схема связи «телефон-телефон»

Следует отметить, что в соединениях 1 и 2 типов вместо телефонных аппаратов могут быть включены факсимильные аппараты, и в этом случае сеть IP-телефонии должна обеспечивать передачу факсимильных сообщений.

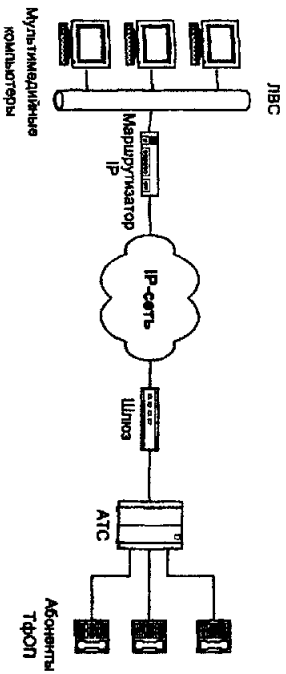


Рис.1.8. Схема связи «телефон-телефон»

3. «От компьютера к компьютеру» (рис. 1.10). В этом случае соединение устанавливается через IP-сеть между двумя мультимедийными компьютерами, оборудованными аппаратными и программными средствами для работы с IP-телефонией.

4. «От WEB браузера к телефону» (рис. 1.11). С развитием сети Интернет стал возможен доступ и к речевым услугам. Например, на WEB-странице некоторой компании осуществляется речевое соединение с представителем данной компании без набора телефонного номера. Стоимость такого звонка для вызывающего пользователя входит в стоимость работы в сети Интернет.

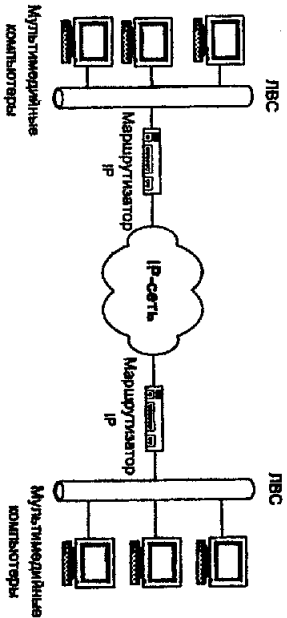


Рис. 1.10. Схема связи «компьютер-компьютер»

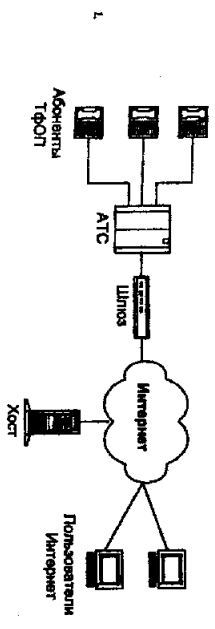


Рис. 1.11. Схема связи «WEB-браузер - телефон»

## 1.6. Преимущества использования IP-телефонии

Конечный пользователь IP-телефонии не только сохраняет имеющиеся преимущества телефонной сети общего пользования, которые включают широкий диапазон услуг, простоту использования, надежность и качество голоса, но и получает следующие дополнительные преимущества:

- Более низкие цены на традиционные услуги телефонной связи;

- IP-телефония одновременно поддерживает голос и данные, удовлетворяя требованиям конвергенции. Это означает, что клиенты получают дополнительные преимущества от экономии в развитии, возможные за счет использования единой сети, а также за счет того, что объемы трафика и шаблоны быстро сменяются от данных к голосу и наоборот и это защищает клиента;

- Феноменальная мобильность пользователей, которую обеспечивает сеть IP-телефонии: звонки и факсы автоматически перенаправляются в любую точку мира, пользователи будут иметь доступ к одному и тому же набору услуг вне зависимости от того, где и как они подключаются к сети. Эта распределенная архитектура обеспечивает прекрасную гибкость и делает возможным отсутствие привязки к месту предоставления услуги;

- Новый набор устройств доступа, от традиционных телефонов и факсов до компьютеров;

- Доступ к новым услугам (голосовая почта, конференц-связь, передача факса и др.) через открытый интерфейс архитектуры на базе IP, что обеспечивает совместимость широкого спектра разработчиков приложений;

- Возможность настройки набора услуг;

- Простота оплаты услуг IP-телефонии (обычно с помощью предоплаченных телефонных карточек);

- Простота контроля пользователями состояния его расчетного счета (через сеть Интернет).

Наряду с провайдерами IP-телефонии Интернет-провайдеры также могут занять определенную нишу на рынке услуг IP-телефонии, так как существующая у них IP-инфраструктура дает хорошие возможности для внедрения услуг голосовой связи. Необходимые для этого аппараты и программные средства можно устанавливать поэтапно, интернет-провайдеры уже имеют точки присутствия, связанные с коммутаторами местных провайдеров и операторов сети общего пользования.

Для Интернет-провайдеров услуга Интернет-телефонии обеспечивает следующие преимущества.

- Сбережение капитальных вложений за счет использования открытых компьютерных платформ;

- Снижение эксплуатационных расходов как результат предоставления разнообразия услуг на единой сети;

- Открытая среда разработчика услуг означает более конкурентную, а следовательно менее дорогую разработку новых услуг;

- Множество услуг может быть доступно через единственный канал с пользователем что означает больше услуг (прибыли) в расчете на одного пользователя.

Операторы «эластических» телефонных сетей осторожно относятся к появлению IP-телефонии, так как передача речи по IP-сетям неизбежно вынуждает их снижать тарифы на междугородные и международные разговоры, что приведет к прямому сокращению и доходов. Так, финансовые службы США обещают убытки крупнейшего поставщика традиционного телефонного сервиса - компании AT&T от 620 до 950 миллионов долларов на междугородных звонках от потери доли рынка в пользу средств IP-телефонии.

С появлением IP-телефонии в рядах операторов дальней связи началась легкая

паника, которая вызвала первое и вполне логичное желание вытеснить с рынка появившихся конкурентов с помощью известных лоббистских приемов, позволяющих оказывать давление на национальные административные органы с целью ограничения лицензирования, а также с помощью повышения платы за доступ в Интернет. Некоторые американские операторы, например, пытались добиться запрета IP-телефонии через Федеральную комиссию связи, однако ввиду потенциального ущерба права потребителей все это успеха не имело.

В результате традиционные телефонисты вынуждены были заняться IP-технологиями и, надо отдать им должное, довольно быстро преуспели в этом, используя IP-решения как минимум для создания резервных каналов для пропуск трафика на случай перегрузок или аварий, что позволило получать им дополнительный прирбыль. Одновременно в настоящее время проектируются универсальные магистральные IP-сети, которые в будущем должны не то чтобы заменить традиционные телефонные сети, но существенно их дополнить услугами передачи данных, видео и мультимедиа.

Тем временем оказалось, что, к сожалению, IP-телефония, не приводит к многократной экономии средств оператора, вкладываемых в передачу голосового трафика на дальние расстояния, как это на первый взгляд может показаться при анализе деятельности сегодняшних компаний, представляющих эти услуги. И камнем преткновения здесь является все то же качество передачи речи. В результате сегодня IP-технология успешно применяются для создания выделенных мультисервисных корпоративных сетей связи. Но если речь идет о выходе в общедоступный Интернет, в котором работают миллионы пользователей, - гарантировать высокое качество передачи речевого трафика не не берется никто. Ведь передача речи весьма чувствительна к задержкам, а Интернет вовсе не гарантирует не то что задержку, но простую доставку всех посланных IP-пакетов, которые могут приходиться в пункт назначения различными путями и совсем не в том порядке, в каком посылались. И то, что обычному пользователю Интернета, броузеру по Web-сайтам, порой незаметно, пользователю Интернет-телефонии очень даже мешает.

Крупные телекоммуникационные операторы, обслуживающие тысячи и сотни тысяч клиентов, вынуждены вкладывать для достижения качества, достойного их имени, такие средства, какие мало уступают инвестициям для создания традиционной сетевой инфраструктуры. Речевой трафик множества абонентов нужно где-то собрать, преобразовать его в пакеты данных, передать в нужный регион по IP сети и, преобразовав обратно в исходный вид, подать в местную телефонную сеть общего пользования. Для гарантии качества вместо каналов общедоступного Интернета нужны выделенные магистральные каналы (хотя и уплотненные с помощью технологии IP-телефонии) во все требуемые регионы и страны, нужна более мощная местная телефонная сеть в местах установки шлюза и страны, нужна установка нескольких шлюзов (для этого нужно вкладывать в местную ТФОП соответствующие инвестиции) и многое другое. Именно так крупные операторы IP-телефонии поставляли услуги IP-телефонии. Таким образом, для существующей сетевой ресурс и возможность предоставления своим клиентам современного спектра дополнительных услуг (голосовая почта, конференц-связь, поиск номеров, контроль за расходами и многое другое), которые не реализуемы в традиционной телефонной сети, и за счет которых оператор может получить дополнительный прирбыль.

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ IP-ТЕЛЕФОНИИ

## 2.1. Международные организации по стандартизации IP-телефонии

В настоящий момент времени отсутствуют международные рекомендации или стандарты, разработанные специально для IP-телефонии. В то же время для обеспечения совместности оконечного оборудования и шлюзов различных поставщиков проблемами стандартизации IP-телефонии занимаются несколько международных организаций:

- Сектор стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи МСЭ-T (International Telecommunications Union - Telecommunications, ITU-T);
- Европейский институт стандартизации по телекоммуникациям (European Telecommunications Standard Institute, ETSI);
- Рабочая группа по инженерным проблемам Интернет (Internet Engineering Task Force - IETF);
- Американский национальный институт стандартов (American National Standards Institute, ANSI);
- Институт инженеров по электротехнике и электронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE);
- Форум VoIP (Voice over IP) и другие.

Помимо специальных комиссий официальных международных организаций, например UNO (ITU-T) и EU (ETSI), проблемой стандартизации Voice over IP и Интернет-телефонии озабочены и специалисты по Internet. В IETF создана две рабочие группы: irtel занимается разработкой стандартов передачи речи по Internet (на базе H.323), тогда как PINT (PSTN and Internet Interworking) работает над интеграцией телефонных служб с Web.

Фирмы-производители оборудования Интернет-телефонии также уделяют большое внимание вопросам совместности оборудования. Более 30 ведущих фирм уже обязались поддерживать профиль 'Now! Profile', который должен обеспечить совместимость продуктов IP-телефонии на базе стандарта H.323 версии 2.

В рамках International Multimedia Teleconferencing Consortium (IMTC) была создана рабочая группа Voice over IP Forum. В сотрудничестве с ITU-T и ETSI идет работа по улучшению технологий IP-телефонии. При этом основной упор делается на соглашения о кодеках с высоким качеством передачи речи и умеренными требованиями к полосе пропускания. Также рассматривается проблема обеспечения взаимодействия различных H.323-терминалов, соответственно программных реализаций H.323.

В табл. 2.1 приведены сведения о международных организациях, участвующих в разработке стандартов, связанных с IP-телефонией, а также о форумах и промышленных инициативах производителей аппаратно-программного обеспечения IP-телефонии. Далее дается краткое описание наиболее значимых направлений стандартизации IP-телефонии.

Таблица 2.1. Организации, участвующие в стандартизации IP-телефонии

Организация стандартизации	URL	Стандарты/Протоколы	Назначение стандартов/протоколов
International Telecommunication Union (ITU)	www.itu.int	T.120	Конференция по передаче данных в реальном времени (аудиография)
		H.310	Видеоконференция ISDN
		H.323	Видео (аудиовизуальная) связь в локальных сетях
		H.324	Видео и аудио связь через низкоскоростной канал передачи данных, например, через коммутируемое модемное соединение
ETSI/ETNON	www.etsi.org	OSP	Протокол открытого взаимодействия, обеспечивает передачу IP трафика на основе языка XML
Internet Task Force (IETF)	www.ietf.org	SIP	Протокол инициирования сеансов связи для шлюзов VoIP и оконечного оборудования пользователей
		RSVP	Протокол резервирования ресурсов, обеспечивает приоритезацию пакетного трафика пользователей
		RTSP/AVT	Протокол реального времени, обеспечивает передачу аудио и видео в реальном времени (но не гарантирует качество)
		MSCP	Протокол управления медиа шлюзом, определяет, как провайдерам управления пакета миданных от различных служб (например, голоса и видео)
		LDAP	Упрощенный протокол доступа к каталогам, обеспечивает универсальную адресацию баз данных в сетях
Промышленные форумы	URL	Члены форума	Основные направления деятельности
International Multimedia Teleconferencing Consortium (IMTC)	www.imtc.org	Учрежден в 1993 г., более 145 членов	IMTC поддерживает H.323 (и другие стандарты ITU, IETF, Nov и другие)
Softswitch Consortium	www.ssf-switcbr.org	Учрежден в 1999 г. членов	Основное внимание уделяет протоколу SIP/MGCP и другим технологиям взаимодействия сетей
Internet & Telecoms Convergence Consorti	ietl.intl.edu	Академии/корпорации	Выпускает технические, экономические и технологические обзоры
Промышленные инициативы	URL	Учредители	Основные направления деятельности
Interoperability Now!	www.imec.org	ИТХС, Lucent, VocalTec	Стандартный профиль взаимодействия систем IP-телефонии различных провайдеров и провайдеров, основанный на H.323

IP Call Detail Record (IPDR)	www.irdt.org	ITU-T L.162 и 19	Цель - определить лучший протокол для передачи IP-трафика и предложить его для обслуживания
VON Solution	www.von.org	ietf/voice 22 соучр	Определение возможностей сетевых/лирического предоставления IP-услуг и информирование пользователей и средств массовой информации о наиболее важных технологических

## 2.2. Стандарты ITU-T

Начальное развитие техники IP-телефонии опиралось в большей степени на рекомендации Международного союза электросвязи (ITU-T). В первую очередь, это рекомендации G.729a и G.723.1, устанавливающие стандарты на компрессию речи до скорости 8 кбит/с и 6,3/5,3 кбит/с, соответственно, и Рекомендации H.323 v.2 (02/98). Последняя рекомендация определяет порядок взаимодействия между системами передачи мультимедийной информации (в том числе в реальном времени) и сетями пакетной коммутации, которые могут не обеспечивать гарантированного качества обслуживания (Quality of Service, QoS). Для передачи речевой информации через IP-сеть Рекомендация H.323 v.2 обязательна, т.е. фактически является стандартом.

### Стандарт H.323

Набор рекомендаций MSC-T H.323 определяет сетевые компоненты, протоколы и процедуры, позволяющие организовать мультимедиа-связь в пакетных сетях, в том числе в JVC Ethernet. Они определяют порядок функционирования абонентских терминалов в сетях с разделимым ресурсом, не гарантирующим качества обслуживания QoS. H.323-совместимые устройства могут применяться для телефонной связи, передачи звука и видео (видеотелефония), а также звука, видео и данных (мультимедийные конференции).

В связи с появлением множества аппаратно-программных средств организации телефонной связи по протоколу IP потребовалось внести изменения в спецификацию H.323, так как эти средства зачастую оказывались несовместимыми друг с другом. В частности, понадобилось обеспечить взаимодействие телефонных устройств на базе ПК и обычных телефонов для сетей, функционирующих по принципу коммутации каналов. Вторая версия H.323, учитывающая новые требования, была принята в январе 1998 г.

В настоящее время готовится следующая версия стандарта. В ней будут описаны создание пакетных сетей факсимильной связи и организация связи между H.323-шлюзами. Речь идет о функциях, распространяемых в современной телефонии, включая уведомление о поступлении второго вызова и режим справки. Некоторые компании добиваются включения в H.323 поддержки мультимедиа-возможностей, основанных на предложенном IETF протоколе Session Initiation Protocol. Помимо «телефонных» функций новая версия будет дополнена средствами, позволяющими учитывать параметры сеансов для целей тарификации, а также поддержки каталогов - вместо цифровых IP-адресов можно будет пользоваться именами абонентов.

Стандарт H.323 входит в семейство рекомендаций H.32x, описывающих порядок организации мультимедиа-связи в сетях различных типов:

- H.320 - узкополосные цифровые коммутируемые сети, включая ISDN;
- H.321 - широкополосные сети ISDN и ATM;
- H.322 - пакетные сети с гарантированной полосой пропускания;

• Н.324 - телефонные сети общего пользования (ТФОП).

Одна из основных целей разработки стандарта Н.323 - обеспечение взаимодействия с другими типами сетей мультимедиа-связи (рис. 2.1). Данная задача реализуется с помощью шлюзов, осуществляющих трансляцию сигнализации и форматов данных. Стандарт Н.323 позволяет создавать надежные решения для организации коммутаций по ненадежным сетям с переменной задержкой. При условии соответствия стандарту устройства с различными возможностями могут и взаимодействовать друг с другом. Например, терминалы с видеосервисами могут участвовать в аудиоконференции. В совокупности с другими стандартами МСЭ-Т на мультимедийную связь и телеконференции рекомендации Н.323 применимы для любых видов соединений - от многооточечных до соединений «точка-точка». Основные компоненты этого стандарта приведены в табл. 2.2.

Стандарт Н. 323 определяет также порядок взаимодействия с оконечными устройствами других стандартов. Наиболее часто такая задача возникает при сопряжении телефонных сетей с коммутацией пакетов и коммутацией каналов. Сети стандарта Н.323 совместимы и с другими типами Н.32х-сетей. Межсетевое взаимодействие различных Н.32х-сетей определяет рекомендация Н.246. На следующем этапе развития IP-телефонии к спецификациям Н.323, соответствующим нижним уровням эталонной модели взаимодействия открытых систем (ЭМВОС), будут добавлены новые. Они зафиксированы (quality-of-service, QoS), т. е. услуг, относящихся, соответственно, ко второму (канальному) и третьему (сетевому) уровням. Разработкой спецификации CoS/QoS занимается ряд организаций, в том числе рабочие группы IETF 802.Ip и IETF Diff-Serv, а также Европейский институт стандартизации в области электросвязи (ETSI), который включил протокол Н.323 в свой проект Telecommunications and Internet Protocol Negotiation Over Networks (ТТРНОН).

## Стандарты Т.37, Т.38

Факсимильная связь на базе IP-сети опирается на два основных стандарта МСЭ-Т. Рекомендация Т.37 описывает преобразование традиционных сигналов факсов в почтовые сообщения SMTP с MIME-совместимыми вложениями в формате TIFF. Эта методика используется обычно поставщиками IP-факсов и сводит передачу факсов к доставке с промежуточным хранением, так как кообречение факсов передается в виде вложений электронной почты. Благодаря Рекомендации Т.37 факс-аппараты и факс-серверы на базе IP различных поставщиков могут взаимодействовать друг с другом согласованно, как и традиционные факсы. Однако Рекомендация Т.37 описывает всего лишь основные функции для доставки факсов с помощью электронной почты.

Например, он предусматривает применение всего одного метода сжатия - модифицированного метода Хаффмана, организуя, таким образом, возможность экономии пропускной способности. К тому же, он не делает различий между разными типами факсов, хотя некоторые провайдеры услуг уже давно настраивают доставку факсов в зависимости от конкретного вида передаваемого графика.

Стандарт Т.38 описывает передачу факсов в реальном времени либо посредством имитации соединения с факс-аппаратом, или с помощью метода модуляции под названием FaxRelay. Рекомендация Т.38 может использоваться для реализации функциональности, более схожей с традиционной факсимильной связью, например для немедленного подтверждения.



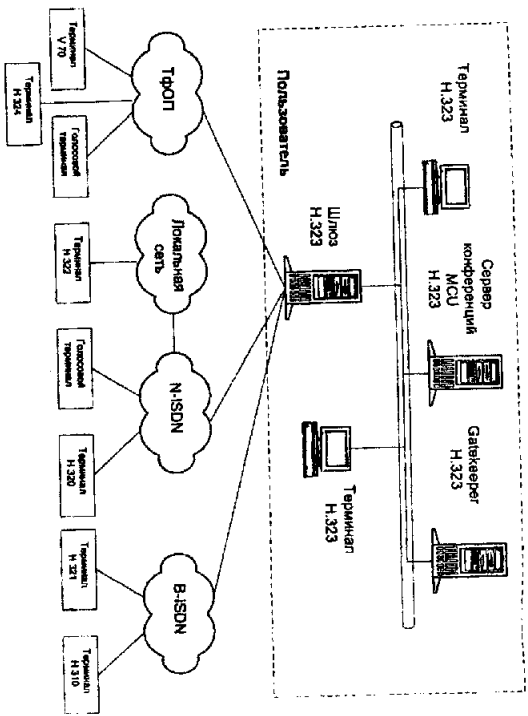


Рис. 2.1. Конфигурация сети на базе стандарта H.323

Таблица 2.2. Основные компоненты стандарта H.323

Рекомендация	Описание
H.223	Определяет сообщения по управлению вызовом, включая сигнализацию и ретрадиацию, а также пакетизацию и синхронизацию потоков мультимедийных данных
H.245	Определяет сообщения для открытия и закрытия каналов для передачи потоков мультимедийных данных, а также другие команды и запросы
H.261	Видеокодек для аудиовизуальных сервисов на каналах Р x 64 кбит/с
H.263	Описывает новый видеокодек для передачи видео по обычным телефонным сетям
G.711	Аудио кодек 3,1 кГц на 48, 56, и 64 кбит/с
G.722	Аудио кодек 7 кГц на 48, 56, и 64 кбит/с
G.728	Аудио кодек 3,1 кГц на 16 кбит/с
G.723	Аудио кодек для режимов 5,3 и 6,3 кбит/с
G.729	Аудио кодек

### 2.3. Стандарты ETSI

Европейский институт стандартизации телекоммуникаций ETSI разрабатывает проект, получивший название TIPHON (Telecommunications and IP Harmonization over

Network). Цель проекта - определение глобальных стандартов на Интернет-телефонии, обеспечивающих взаимодействие Р-сетей с телефонными сетями общего пользования, а также готовыми сетями. При этом для доступа абонентов ТФОП к пользователям услуг Р-телефонии предлагается выделить глобальный код службы в международном плане нумерации, определенном в Рекомендации ITU-T E.164. Структура проекта IPRNON и разрабатываемые рабочими группами документы показаны на рис. 2.2.

Задачу реализации проекта IPRNON предлагается решить в четыре этапа. На первых двух этапах стандартуются процессы установления соединения между H.323-терминалами и пользователями ТФОП (рис. 2.3), а затем между телефонной сетью и H.323-терминалами (рис. 2.4). На третьем этапе предполагается через Р-сети обеспечить соединение между абонентами ТФОП. Наконец, четвертая фаза определит процедуру соединения терминалов-H.323 через телефонную сеть (рис. 2.6). В марте 1999 года было официально объявлено о завершении первой фазы, а работа над реализацией второго и третьего этапов продолжается.

## 2.4. Стандарты IETF

Рабочая группа по инженерным проблемам Интернет (Internet Engineering Task Force - IETF) сосредоточила свои усилия на задаче более общего характера - развитии мультимедийных возможностей IETF, - это протокол резервирования ресурсов

(*Resource Reservation Protocol, RSVP*). С помощью RSVP мультимедиа-программы могут потребовать специального качества обслуживания (*service quality of service, QoS*) посредством любого из существующих сетевых протоколов - главным образом IP, хотя возможно использовать UDP - чтобы обеспечить качественную передачу видео- и аудиосигналов. Протокол RSVP предусматривает QoS благодаря тому, что через каждый узел, который связывает между собой участники телефонного разговора, может передаваться определенное количество данных.

Протокол RSVP реализован в маршрутизаторах фирм Cisco, Netel Networks и многих других производителей.

Хотя протокол RSVP предусматривает решение проблемы QoS, в нем не устранен принципиальный недостаток, присущий протоколам Интернет для программ мультимедиа, - недостаточно развитые средства синхронизации данных. Надежные протоколы, такие, как TCP/IP, располагают многоуровневыми средствами, предотвращающими потерю данных. Однако многоуровневая архитектура может помешать выполнению чувствительных к временной упорядоченности процедур декодирования аудио- и видеосигналов, реагирующих на несвоевременное поступление данных. Кроме того, временные критерии вообще не фигурируют в IP. Из этого следует, что синхронизация может оказаться крайне сложной задачей. Поэтому комитетом IETF был разработан транспортный протокол реального времени (*RTP, Real-time Transport Protocol*). Протокол описан в документе RFC 1889, а также включен Рекомендацией H.323.

Как правило, протокол RTP используется как надстройка поверх какого-нибудь надежного протокола, например UDP. К каждому пакету данных, посылаемых посредством RTP, прилагается информация о времени его отправки и порядковый номер. Благодаря этой дополнительной информации прикладные программы могут относительно несложно смешивать потоки аудио- и видеоданных. Информация о времени отправки,

Рис.2.2. Структура проекта TIPHON

