

# Общие вопросы технологии IP-телефонии

Аннотация: Данная лекция посвящена общему описанию используемой терминологии, принципов функционирования IP-телефонии а также идеологии взаимодействия с компьютерными сетями. Описана как работа различных сценариев IP-телефонии так и участвующих компонент

# Терминология

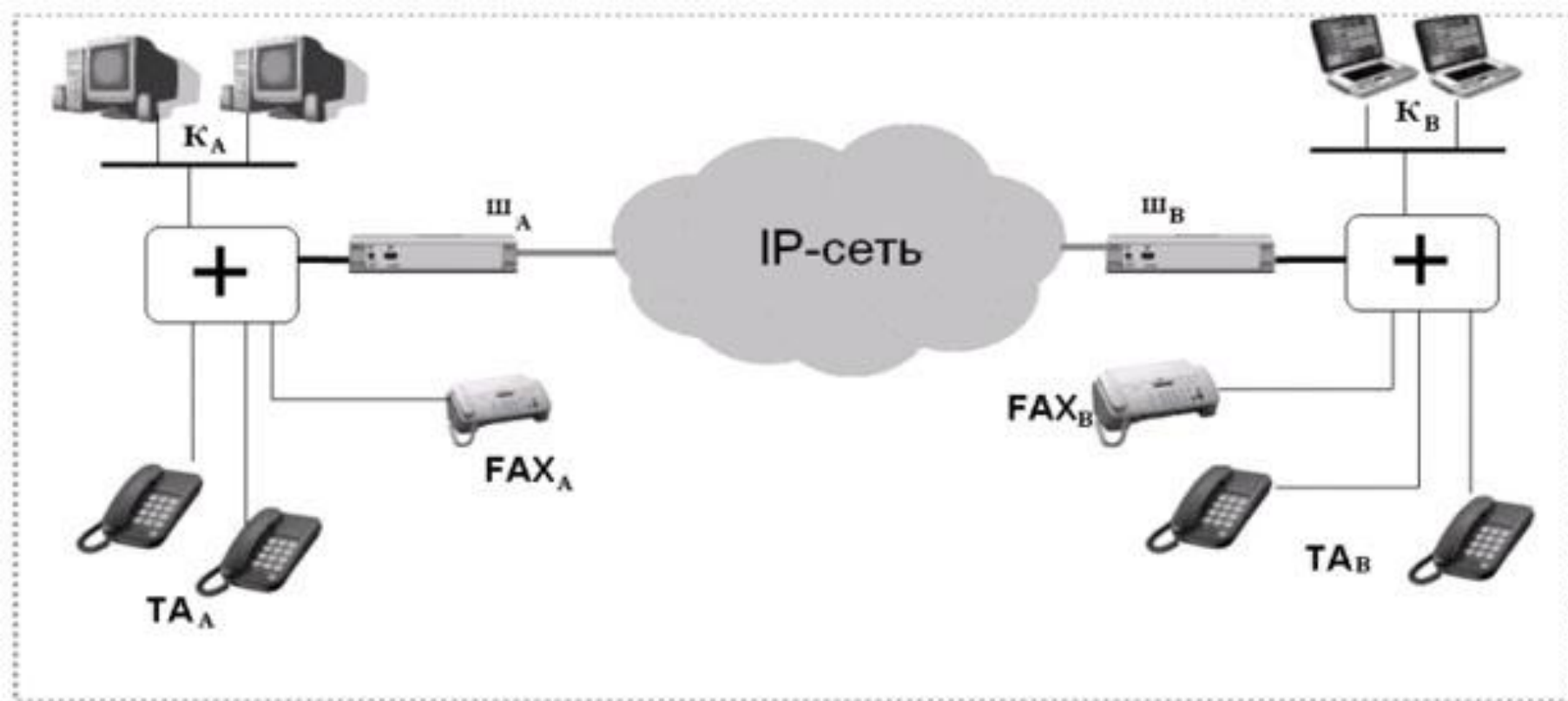
- IP-телефония (или VoIP - Voice over Internet protocol) - технология, которая использует сеть с пакетной коммутацией сообщений на базе протокола IP для передачи голоса в режиме реального времени.
- При разговоре наши голосовые сигналы преобразуются в пакеты данных, которые затем сжимаются. Далее эти пакеты данных посылаются через Интернет приемной стороне. Когда пакеты данных достигают адресата, они декодируются в аналоговый голосовой сигнал.
- IP-телефония в чистом виде может применяться в качестве линий передачи голоса, для чего могут использоваться специально выделенные цифровые каналы.

# Особенности IP-телефонии

- Почему IP-телефония привлекает к себе внимание?
- Меньшие затраты на традиционные телефонные разговоры. В особенности это распространяется на междугородние и международные звонки. Также намного меньше затраты на инвестиции в оборудование. Высокие затраты телефонных компаний приводят к дорогим междугородным разговорам. Выделенное подключение, т. е. возможность постоянного доступа к телефонной связи с телефонной станции требует избыточной производительности за счет времени простоя в течение речевого сеанса. В таких случаях приходится оплачивать и то время, когда мы не используем телефонную линию.
- В отличие от аналоговой телефонии, IP-телефония создает "подключение по запросу" и не имеет зарезервированных линий связи, что уменьшает затраты на телефонные разговоры.
- Интернет-телефония частично использует существующие сети закрепленных за абонентами телефонных линий. Но в них она дополнительно применяет прогрессивную технологию сжатия (см. п. 3.3) передаваемых сигналов, которая более полно использует емкость телефонных линий.

- При обычном способе передачи речи (аналоговой телефонии) используется канал пропускной способностью 64 кбит/с независимо от того, разговаривает абонент или молчит во время соединения. В случае передачи речи по IP-сетям, за счет оцифровки и компрессии (сжатия), речь передается в виде цифровой информации, причем если абонент молчит или делает паузы в разговоре, цифровая информация в канал не передается и канал не заполняется. Это позволяет в одном канале 64 кбит/с передавать от 8 и более соединений одновременно, что в свою очередь обеспечивает снижение тарифов, и, соответственно, оплата уменьшается.
- Во-вторых, IP-телефония привлекает дополнительными возможностями совмещенного доступа в Интернет. Голосовые данные, факсимильные сообщения передаются уже с используемым набором IP-протоколов Интернета. Таким образом, голосовая информация и обычные данные могут передаваться по одной и той же сети. Это означает, что клиенты получают дополнительную полезную функцию от используемой сети, которая сочетает в себе свойства сети передачи обычных данных и телефонной сети. По сути это означает, что, имея компьютерную сеть, можно "наложить" на нее телефонию, и голосовой трафик этой сети будет передаваться по тем же каналам, что и данные ([рис. 1.1](#)). Доступ в Интернет становится более универсальным.

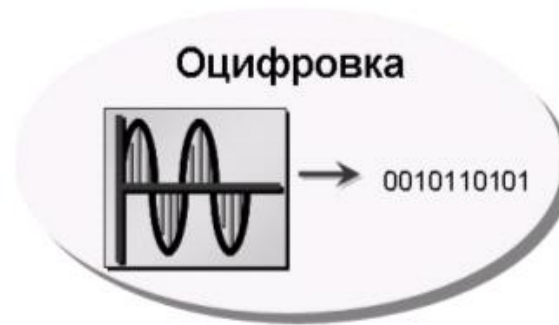
# Компьютерная сеть с наложенной на нее IP-телефонией



- A, B - абоненты, обменивающиеся информацией по сети.
- K<sub>A</sub>, K<sub>B</sub> - компьютеры абонентов A и B соответственно.
- Ш<sub>A</sub> и Ш<sub>B</sub> - шлюзы A и B.
- FAX<sub>A</sub> и FAX<sub>B</sub> - телефаксы A и B.
- TA<sub>A</sub> и TA<sub>B</sub> - телефоны A и B.

# Принципы пакетной передачи

- Для проведения сеанса связи мы набираем номер вызываемого абонента, после чего происходит соединение с сетевым шлюзом.



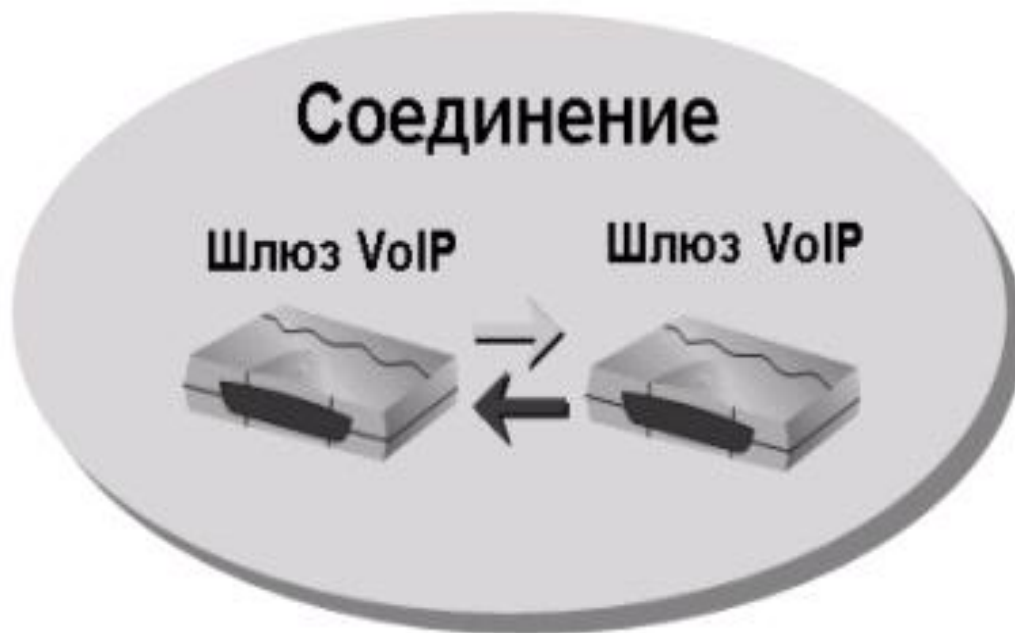
- Голосовое сообщение абонента А с помощью микрофона преобразуется в электрический аналоговый сигнал, который претерпевает ряд преобразований (кодируется). Внутри шлюза происходит оцифровка голосового сигнала.

- После оцифровки цифровой сигнал, занимающий изначально, как и наша речь, канал в 64 кбит/с, сжимается в соответствии с выбранным кодеком (см. лекцию 3) и разбивается на пакеты сигналов в соответствии с выбранным типом кодирующего устройства (кодеком). В преобразовании участвуют как аппаратные, так и программные средства со стороны абонента А.



# Соединение с приемной стороной

Далее сжатые данные отправляются в сеть. На приемной стороне имеется аналогичный набор устройств абонента В ([рис. 1.6](#)), производящих преобразования в обратном порядке. Пакеты из сети поступают в телефонный шлюз, подключенный к телефонной линии. Все операции повторяются в обратном порядке, то есть осуществляется декодирование цифрового сигнала и преобразование его в аналоговую форму, которая приводит в действие звуковой динамик.





- Показанные этапы преобразования сигналов и передачи происходят в малые доли секунды, практически в реальном масштабе времени, что позволяет обеспечить дуплексный (двухсторонний) разговор.
- Архитектура технологии VoIP может быть упрощенно представлена в виде двух плоскостей. Нижняя плоскость - это базовая сеть с маршрутизацией пакетов IP, верхняя - программные средства управления обслуживанием вызовов. Нижняя плоскость, говоря упрощенно, представляет собой комбинацию взаимосвязанных протоколов Интернета: это RTP (Real Time Transport Protocol), который функционирует поверх протокола UDP (User Datagram Protocol), расположенного, в свою очередь, в стеке протоколов TCP/IP над протоколом IP. Таким образом, иерархия протоколов RTP/UDP/IP представляет собой своего рода транспортный механизм для речевого трафика. Отметим, что в сетях с маршрутизацией пакетов IP для передачи данных всегда предусматриваются механизмы повторной передачи пакетов в случае их потери. При передаче голосовой информации в реальном масштабе времени этот прием неприменим, т. к. речевая информация очень чувствительна к задержкам, но менее чувствительна к потерям, поэтому для передачи речи (как и видеоинформации) используется механизм негарантированной доставки информации RTP/UDP/IP. Рекомендации ITU-T допускают задержки в одном направлении, не превышающие 150 мс.
- Как уже было сказано, верхняя плоскость архитектуры VoIP управляет обслуживанием запросов связи, т. е. адресацией, куда вызов должен быть направлен, и способом, каким должно быть установлено соединение между абонентами. Инструмент такого управления - телефонные системы сигнализации.

# Виды соединений, взаимодействие с

## компьютерной сетью

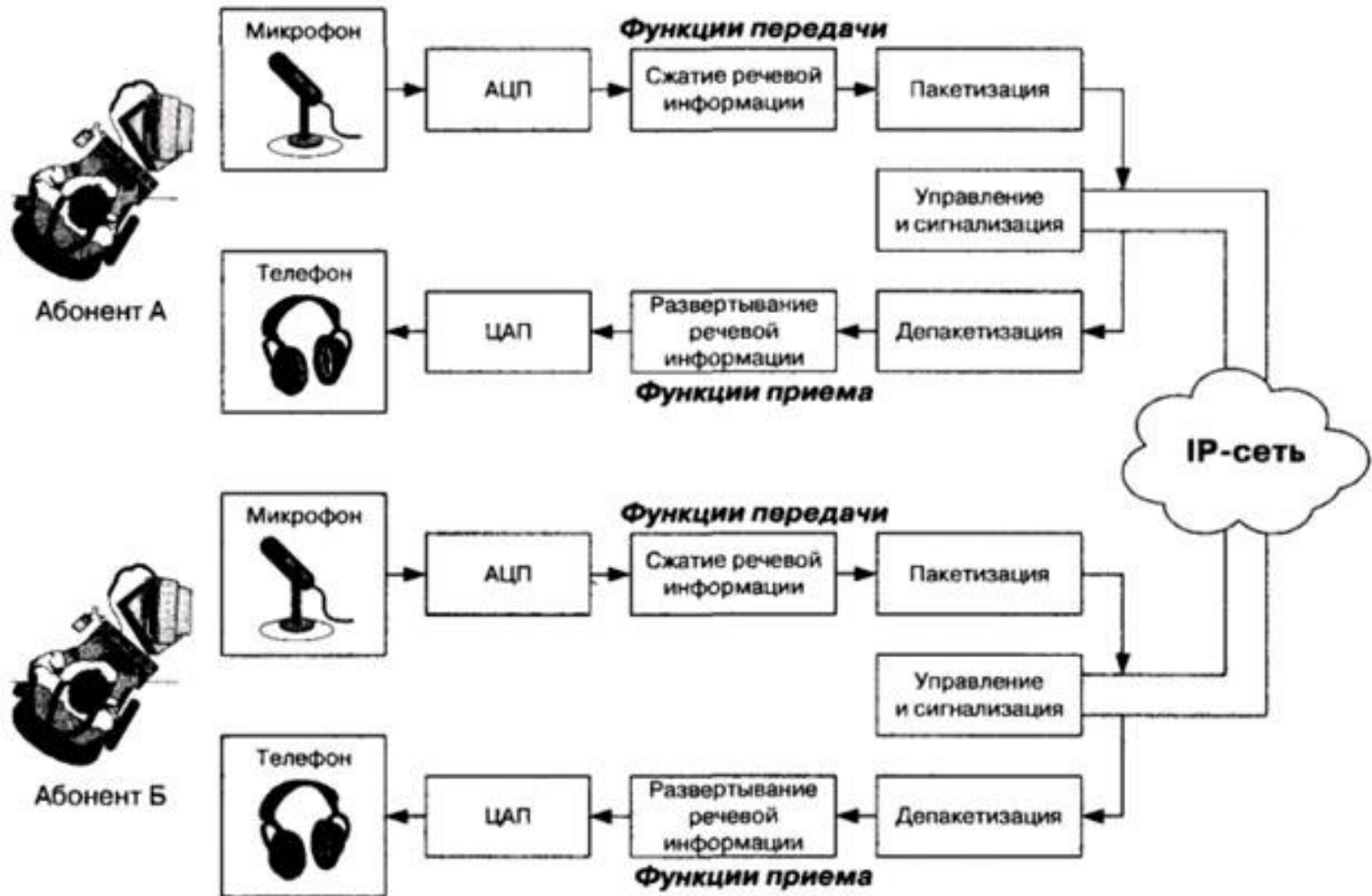
Можно выделить три наиболее часто используемых сценария IP-телефонии:

- компьютер-компьютер;
- телефон-компьютер;
- телефон-телефон.

Первый сценарий "компьютер-компьютер" реализуется на базе стандартных компьютеров, оснащенных средствами мультимедиа и подключенных к сети Интернет.

- Компоненты сценария "компьютер-компьютер" показаны на [рис. 1.7](#). В этом сценарии аналоговые речевые сигналы от микрофона абонента А преобразуются в цифровую форму с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП). 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, и затем пакеты передаются через IP-сеть в систему IP-телефонии, обслуживающую абонента Б. Когда пакеты принимаются системой абонента Б, 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 цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) и попадают в динамик телефона абонента Б. Для обычного соединения между двумя абонентами системы IP-телефонии на каждом конце одновременно реализуют как функции передачи, так и функции приема. Под IP-сетью, изображенной на [рис. 1.8](#), подразумевается либо глобальная сеть Интернет, либо корпоративная сеть предприятия Intranet.

# Сценарий “компьютер-компьютер”



- Для поддержки сценария "компьютер-компьютер" поставщику услуг Интернет необходимо иметь отдельный сервер (GateKeeper), преобразующий имена пользователей в динамические адреса IP. Сам сценарий ориентирован на пользователя, которому сеть нужна в основном для передачи данных, а программное обеспечение IP-телефонии требуется лишь иногда для разговоров с коллегами. Эффективное использование телефонной связи по сценарию "компьютер-компьютер" обычно связано с повышением продуктивности работы крупных компаний, например, при организации виртуальной презентации в корпоративной сети с возможностью не только видеть документы на веб-сервере, но и обсуждать их содержание с помощью IP-телефона.
- Рассмотрим представленный на [рис. 1.7](#) сценарий установления соединения "компьютер-компьютер" более подробно.

- Для проведения телефонных разговоров друг с другом абоненты А и Б должны иметь доступ к Интернету или к другой сети с протоколом IP. Разберем возможный алгоритм организации связи между этими абонентами на примере протокола H.323.
- Абонент А запускает свое приложение IP-телефонии, поддерживающее протокол H.323.
- Абонент Б также заранее запустил свое приложение IP-телефонии, поддерживающее протокол H.323.
- Абонент А знает доменное имя абонента Б - Domain Name System ( DNS ), вводит это имя в раздел "кому позвонить" в своем приложении IP-телефонии и нажимает кнопку Return.
- Приложение IP-телефонии обращается к DNS-серверу (который в данном примере реализован непосредственно в персональном компьютере абонента А ) для того, чтобы преобразовать доменное имя абонента Б в IP-адрес.
- Сервер DNS возвращает IP-адрес абонента Б.
- Приложение IP-телефонии абонента А получает IP-адрес абонента Б и отправляет по этому адресу сигнальное сообщение H.225 Setup.
- При получении сообщения H.225 Setup приложение Б сигнализирует абоненту Б о входящем вызове.

- Абонент Б принимает вызов и приложение IP-телефонии отправляет ответное сообщение H.225 Connect.
- Приложение IP-телефонии у абонента А начинает взаимодействие с приложением у абонента Б в соответствии с рекомендацией H.245.
- После окончания взаимодействия по протоколу H.245 и открытия логических каналов абоненты А и Б могут разговаривать друг с другом через IP-сеть.
- При этом блок "Управление и сигнализация" управляет пакетизацией и депакетизацией передаваемых фрагментов, а также осуществляет контроль при их передаче.
- В этом примере не показаны некоторые служебные детали, которые необходимы поставщику услуг для развертывания сети IP-телефонии.
- При описании других сценариев в этой главе вместо громоздкого изображения компонентов оконечного устройства будет приводиться только упрощенное изображение терминала IP-телефонии. Таким аналогом [рис. 1.7](#) является упрощенное представление того же сценария на [рис. 1.8](#). К детальному рассмотрению процедур аналогово-цифрового и цифро-аналогового преобразования, сжатия, пакетизации и др. мы вернемся ниже.

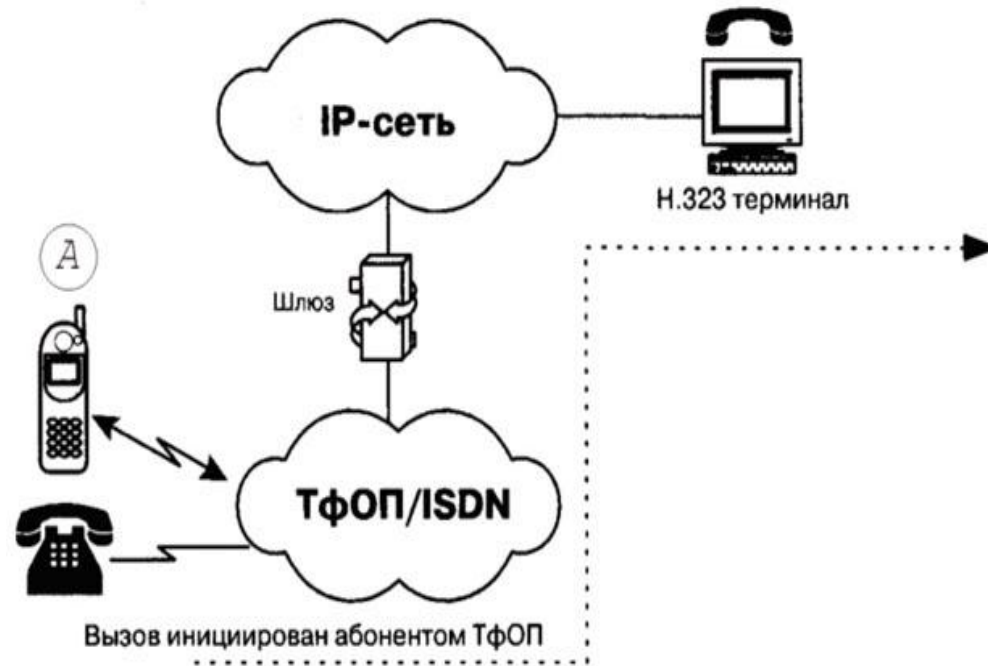
# Упрощенный сценарий IP-телефонии "компьютер-компьютер"





- Замена изображений имеет и более глубокий смысл. Название сценария "компьютер-компьютер" отнюдь не означает, что в распоряжении пользователя обязательно должен быть стандартный PC с микрофоном и колонками, как это представлено на [рис. 1.8](#). Главным требованием для такой схемы является то, что оба пользователя должны иметь подключенные к сети персональные компьютеры - и эти PC должны быть всегда включены, подсоединены к сети и иметь в запущенном виде программное обеспечение IP-телефонии для приема входящих вызовов.
- Принимая во внимание эти обстоятельства, под названием "компьютер" во всех сценариях мы будем понимать терминал пользователя, включенный в IP-сеть, а под названием "телефон" - терминал пользователя, включенный в сеть коммутации каналов любого типа: ТфОП, ISDN или GSM.
- Следующий сценарий "телефон-компьютер" находит применение в разного рода справочно-информационных службах Интернета, в службах сбыта товаров или в службах технической поддержки. Пользователь, подключившийся к серверу WWW какой-либо компании, имеет возможность обратиться к оператору справочной службы. Это вполне соответствует стилю жизни современных потребителей, связанному с потребностью в дополнительных удобствах и экономии времени.
- Во втором сценарии "телефон-компьютер" соединение устанавливается между пользователем ТфОП и пользователем IP-сети ([рис. 1.9](#)). Предполагается, что установление соединения инициирует пользователь сети коммутации каналов.

# Пользователя IP-сети вызывает абонент ТфОП по сценарию "телефон-компьютер"

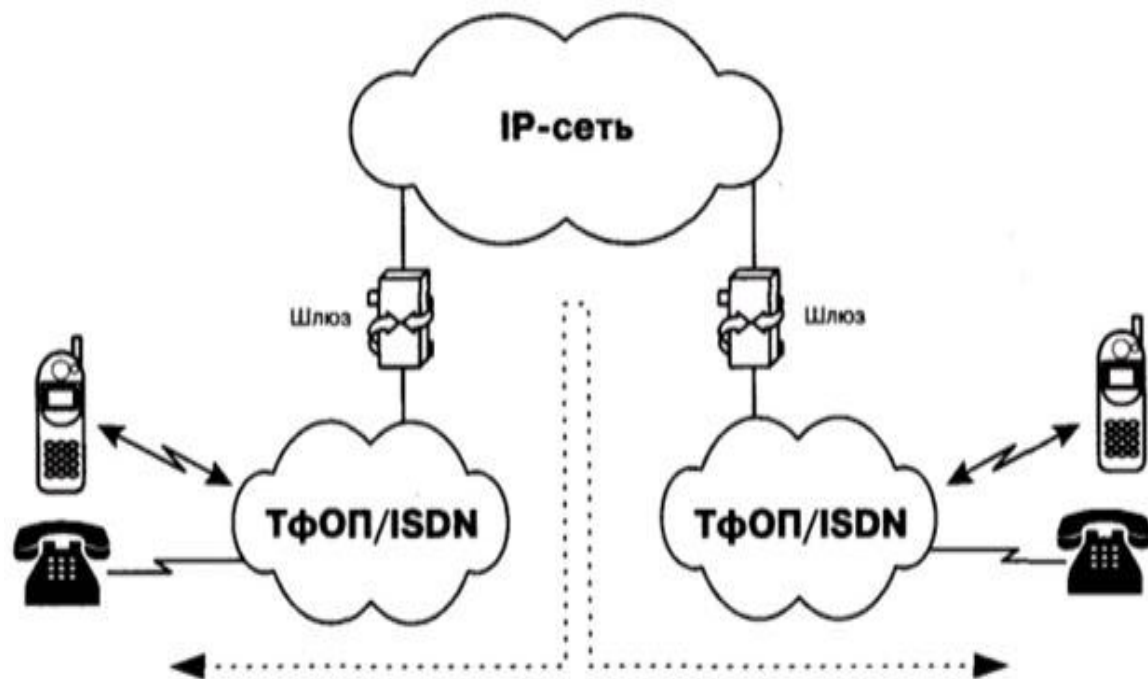


- Шлюз для взаимодействия сетей ТфОП и IP может быть реализован как отдельным устройством, так и интегрированным в существующее оборудование ТфОП или IP-сети. Показанная на рисунке сеть коммутации каналов может быть корпоративной сетью или сетью общего пользования.
- Возможна и иная разновидность второго сценария, когда соединение устанавливается между пользователем IP-сети и абонентом ТфОП, но инициирует его создание абонент ТфОП.
- Рассмотрим несколько подробнее пример представленной на [рис. 1.9](#) упрощенной архитектуры системы IP-телефонии по сценарию "телефон-компьютер". При попытке вызвать справочно-информационную службу, используя услуги пакетной телефонии и обычный телефон, на начальной фазе абонент А вызывает близлежащий шлюз IP-телефонии для минимизации затрат на услуги связи. От шлюза к абоненту А поступает запрос ввести номер, к которому должен быть направлен вызов (например, номер службы), и личный идентификационный номер ( PIN ) для аутентификации и последующего начисления платы, если эта служба платная. Основываясь на вызываемом номере, шлюз определяет наиболее доступный путь к данной службе. Кроме того, шлюз активизирует свои функции. Разъединение с любой стороны передается противоположной стороне по протоколу сигнализации и вызывает завершение установленных соединений и освобождение ресурсов шлюза для обслуживания следующего вызова

- Эффективность объединения услуг передачи речи и данных является основным стимулом использования IP-телефонии по сценариям "компьютер-компьютер" и "телефон-компьютер", не нанося при этом ущерба интересам операторов традиционных телефонных сетей.
- Третий сценарий "телефон-телефон" в значительной степени отличается от первых двух сценариев IP-телефонии своей социальной значимостью, поскольку целью его применения является предоставление обычным абонентам ТфОП альтернативной возможности междугородной и международной телефонной связи.
- Как правило, обслуживание вызовов по такому сценарию IP-телефонии выглядит следующим образом. Поставщик услуг IP-телефонии подключает свой шлюз к коммутационному узлу или станции ТфОП по сети Интернет или по выделенному каналу к аналогичному шлюзу, находящемуся в другом городе или другой стране.
- Типичная услуга IP-телефонии по сценарию "телефон-телефон" использует стандартный IP-телефон, а вместо междугородного компонента ТфОП задействует либо частную IP-сеть, либо сеть Интернет. Благодаря маршрутизации телефонного трафика по IP-сети стало возможным обходить сети общего пользования и, соответственно, не платить за междугородную/международную связь операторам этих сетей.

- Как показано на [рис. 1.10](#), поставщики услуг IP-телефонии предоставляют услуги "телефон-телефон" путем установки шлюзов IP-телефонии на входе и выходе IP-сетей. Абоненты подключаются к шлюзу поставщика услуг IP-телефонии через ТфОП, набирая специальный номер доступа. Абонент получает доступ к шлюзу, используя персональный идентификационный номер ( PIN ) или услугу идентификации номера вызывающего абонента (Calling Line Identification). После этого шлюз просит ввести телефонный номер вызываемого абонента, анализирует этот номер и определяет, какой шлюз имеет лучший доступ к нужному телефону. Как только между входным и выходным шлюзами устанавливается контакт, дальнейшее установление соединения к вызываемому абоненту выполняется выходным шлюзом через его местную телефонную сеть.
- Полная стоимость такой связи будет складываться для пользователя из расценок ТфОП на связь с входным шлюзом, расценок интернет-провайдера на транспортировку данных и расценок удаленной ТфОП на связь выходного шлюза с вызванным абонентом.

# Соединение абонентов ТфОП через транзитную IP-сеть по сценарию "телефон-телефон"



Одним из алгоритмов организации связи по сценарию "телефон-телефон" является выпуск поставщиком услуги своих телефонных карт. Имея такую карту, пользователь, желающий позвонить в другой город, набирает номер поставщика данной услуги, затем в режиме донабора вводит свой идентификационный номер и PIN-код, указанный на карте. После процедуры аутентификации он набирает телефонный номер адресата