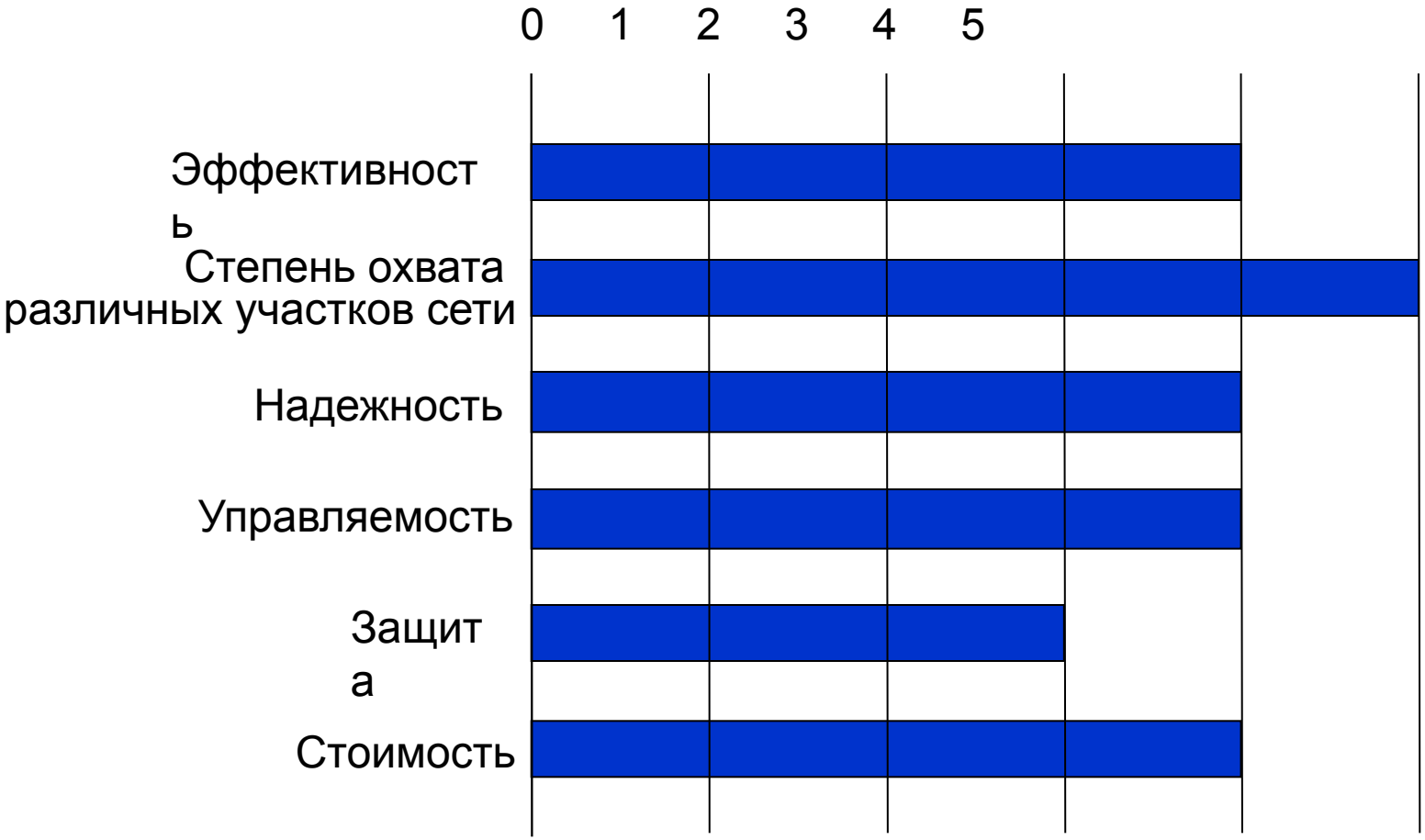
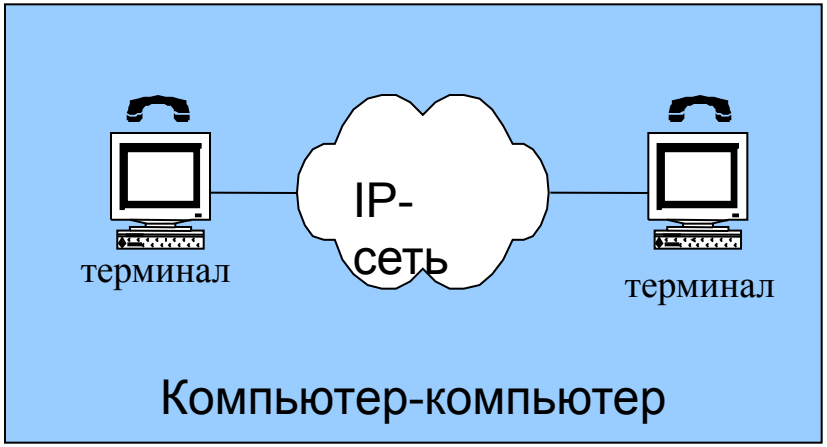
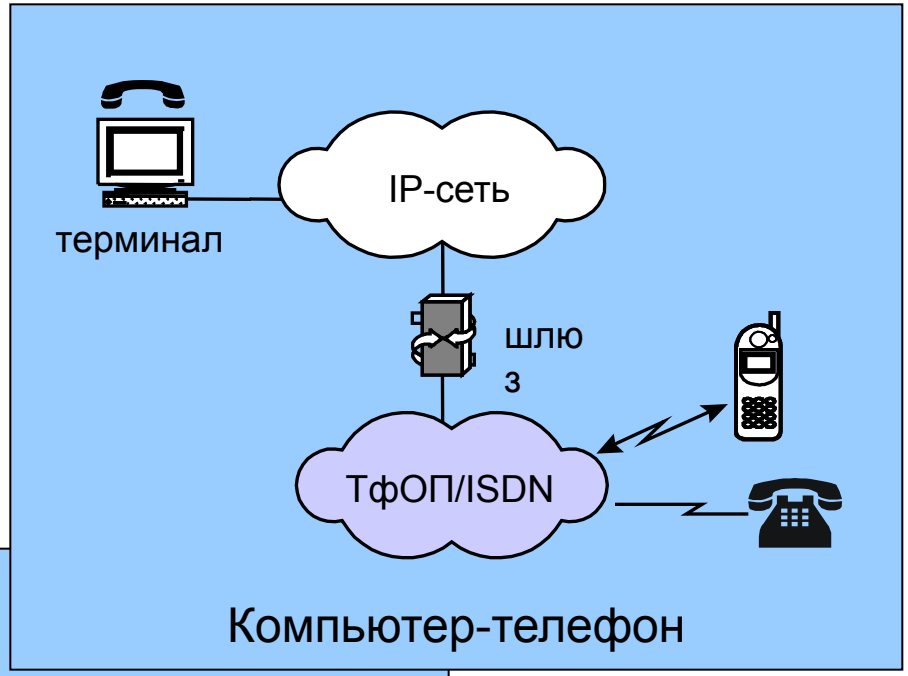
IP-телефония

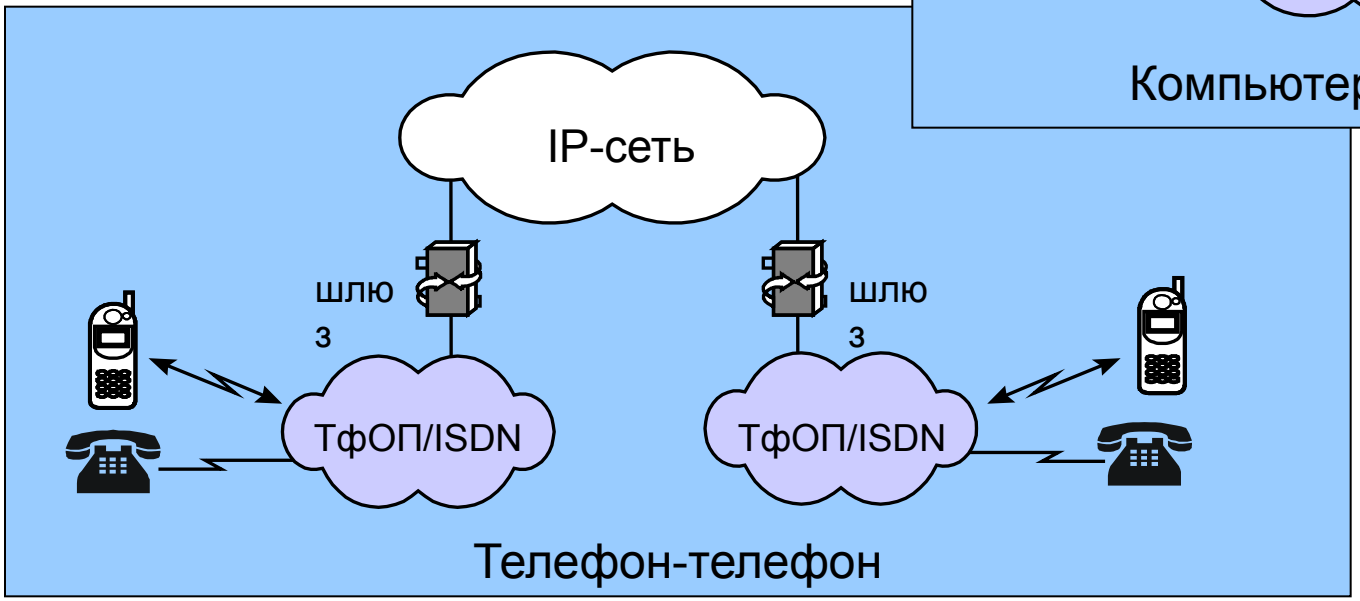
Качественные показатели VoIP



Сценарии организации VoIP:







Организация сети IP-телефонии

- На базе рекомендации H.323

  Организация корпоративной сети связи. Включает в себя дополнительные средства управления потоками. Определяет стандарты на оборудование. Решение МСЭ

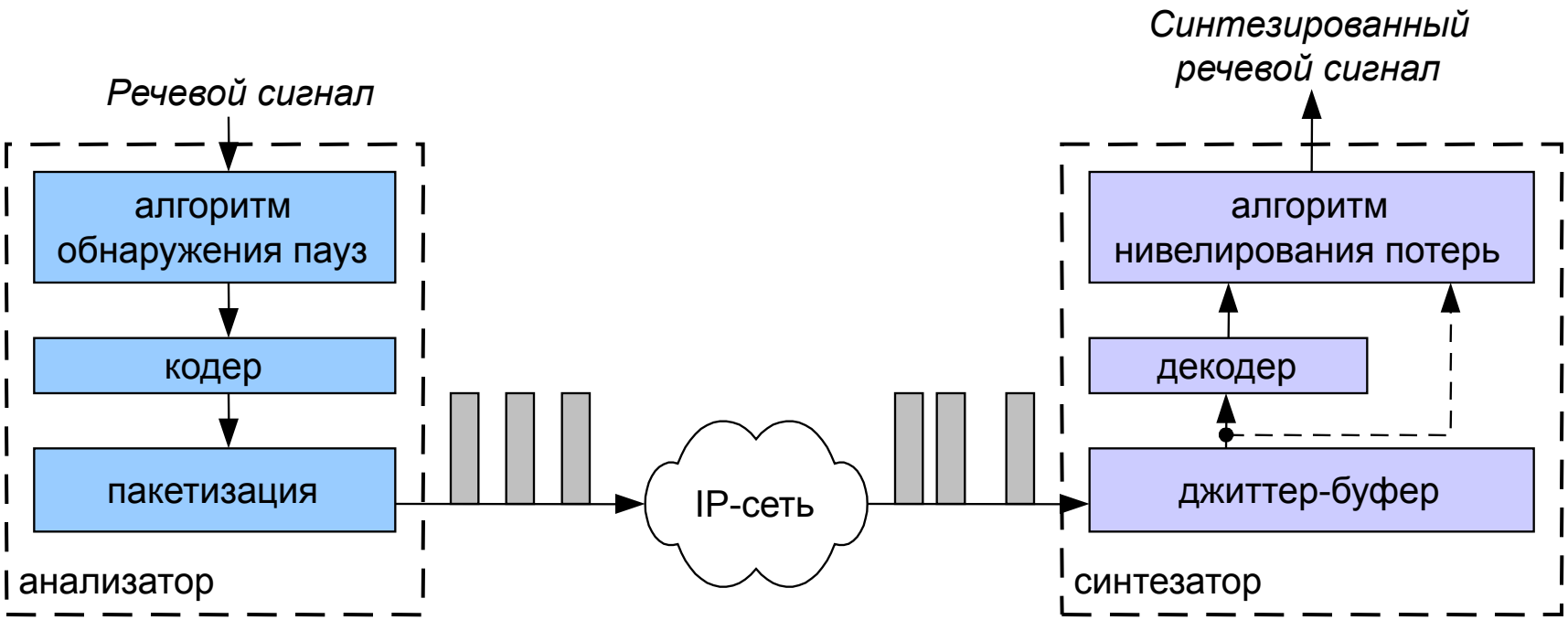
- На основе протока SIP

  Организация корпоративной сети связи. Подходит для небольших региональных сетей. Решение IETF

- На основе протокола MEGACO

  Организация крупных сетей IP-телефонии, например, региональных или международных. Решение IETF

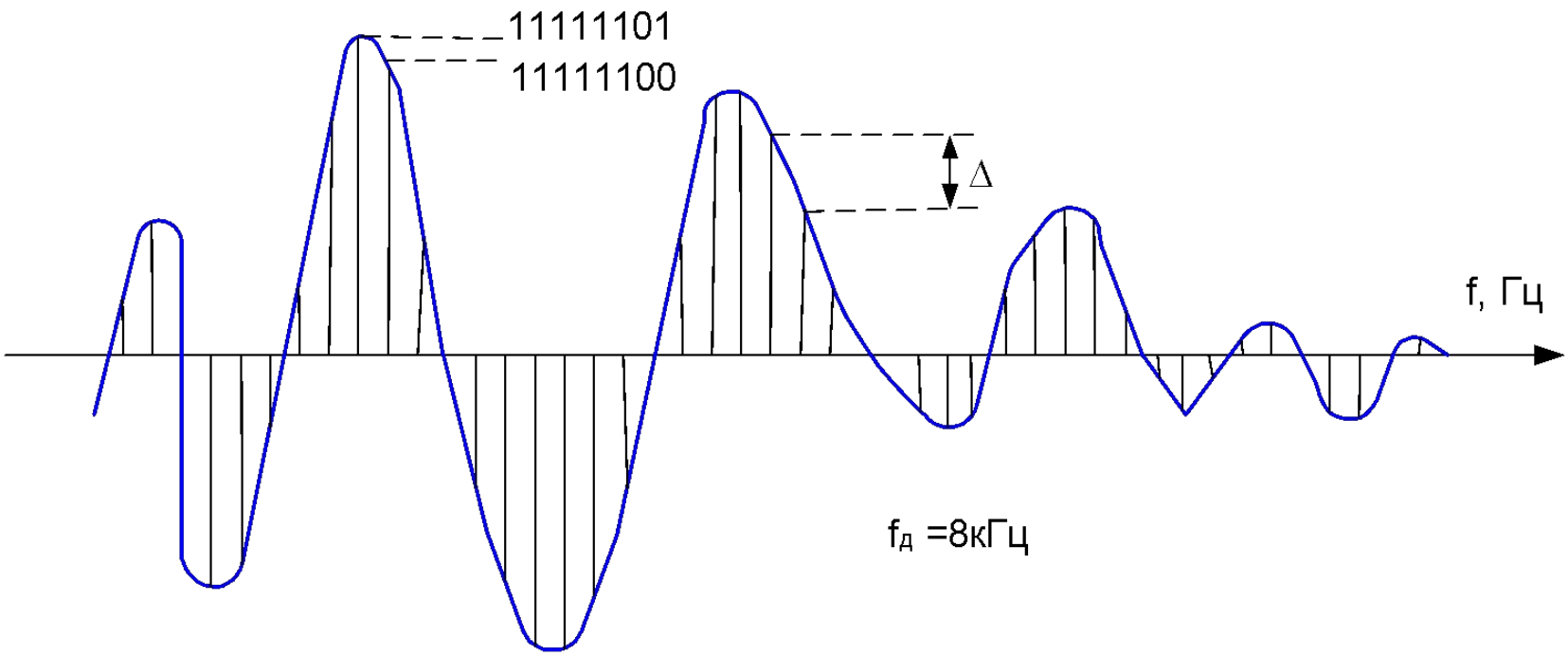
Организация передачи речи по IP-сети



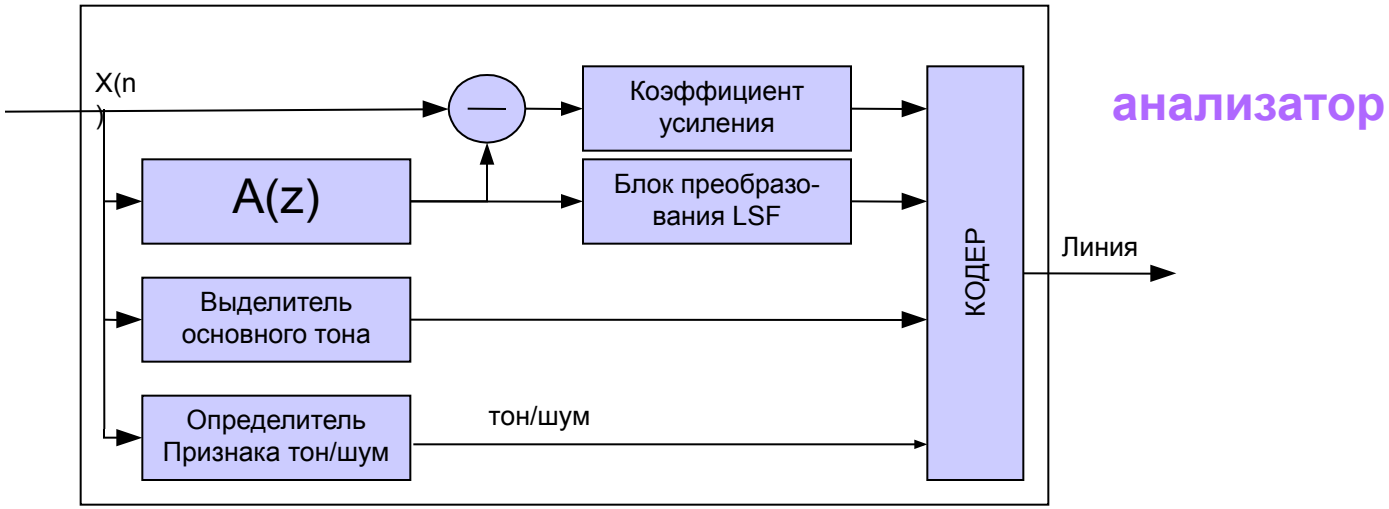
Механизмы эффективного кодирования речи:

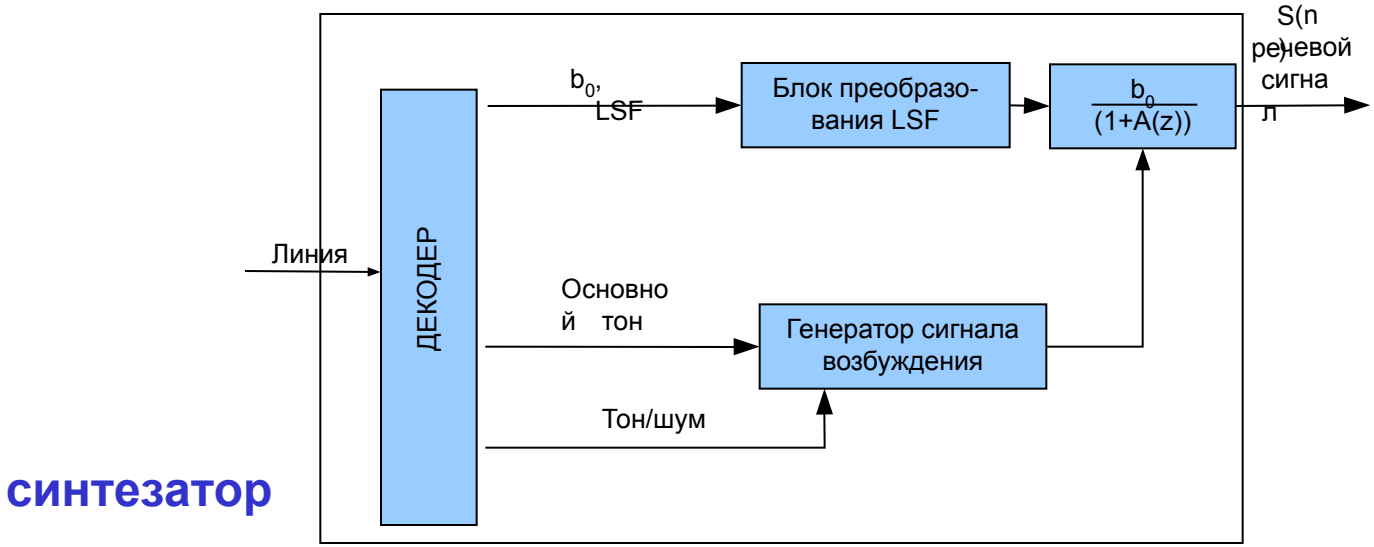
- ИКМ – импульсно-кодовая модуляция. Скорость 64 кбит/с.
- АДИКМ – адаптивная импульсно-кодовая модуляция. Используется в кодеке G.711. Скорость 64 кбит/с. Используется по умолчанию во всех решениях VoIP.
- LPC – на основе линейного предсказания. Используется в кодеках G.723.1 и G.729. Скорости 5,3 и 6,3 кбит/с (G.723.1); 8 кбит/с (G.729). Решение ITU-T.
- iLBC – кодек с открытым кодом, скорость 13.3 кбит/с. Его прототипом послужил GSM-кодек. Характеризуется высокой помехоустойчивостью.

Формирование речевого сигнала в кодеке G.711



Архитектура кодека на основе линейного предсказания (G.72*)





Структура IP-пакета, формируемого на выходе кодека

IP	UDP	RTP или другой специализирован-ный протокол	данные
20	8	12 или меньше в зависимости от используемого протокола	G723.1a (кадр 30 мс) - 20 байт для 5.3 Кбит/с - 24 байт для 6.3 Кбит/с - 4 байт для идентифи-кации тишины - 0 тишина G729 (кадр 10 мс) - 10 байт для 8.0 Кбит/с - 2 байта для идентифи-кации тишины - 0 тишина

Протоколы, используемые при передаче речи по IP-сети

- **RTP (Real Time Protocol)** – обеспечивает в IP-сетях доставку адресатам аудиопотоков в масштабе реального времени. RTP идентифицирует тип и номер пакета, устанавливает в него метку синхронизации. На основе этой информации приемный терминал синхронизирует звук, осуществляет его последовательное и непрерывное воспроизведение.
- **RTCP (Real Time Transport Control Protocol)** – базируется на периодической передаче управляющих пакетов всем участникам сессии. Этот протокол не имеет самостоятельного значения и используется лишь совместно с RTP.

QoS для трафика IP-телефонии

Требования к речевому трафику (TIPHON):

- **Потери пакетов**
  - потери речевых пакетов в сквозном соединении не должны превышать 2%
    - < 0.5% (класс 1 – gold)
    - 0.5 - 1% (класс 2 – silver)
    - 1 - 2% (класс 3 – bronze)

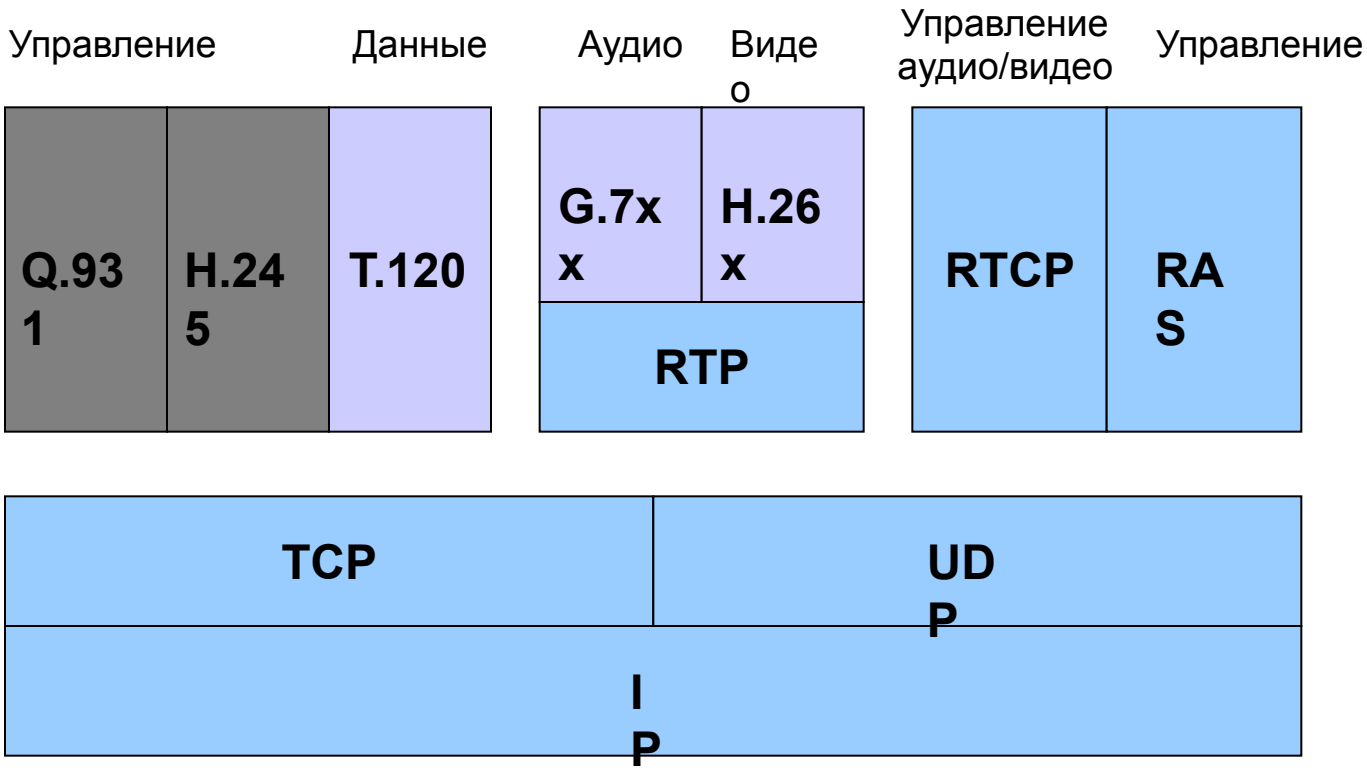
- **Влияние потерь на качество речи**

Потери пакетов, %		**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Параметр le (*)	G711	0	8	12	18	22	26	28	30	32	34
	G.729	10	15	20	25	30	34	38	40	42	44

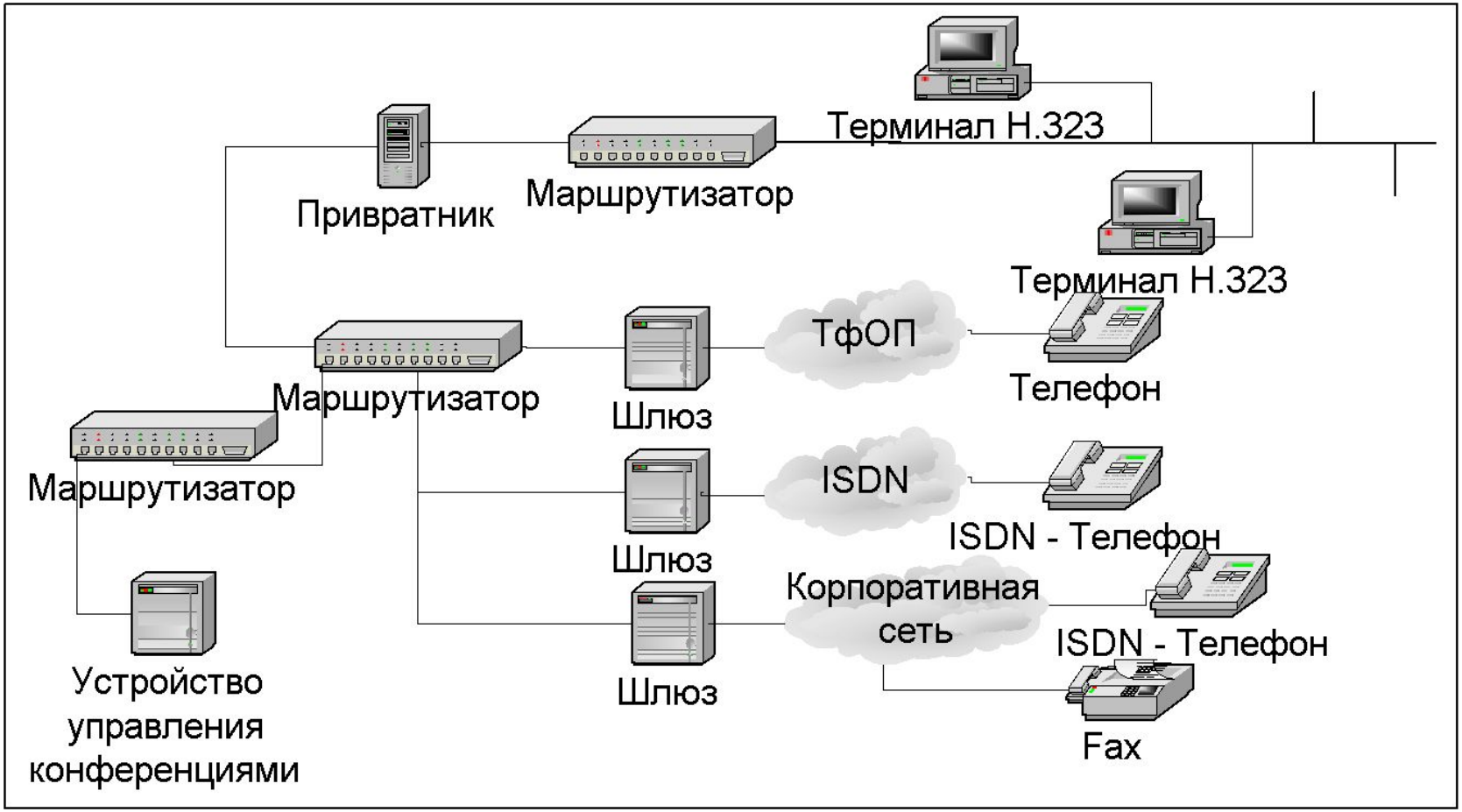
- **Задержка**
  - Задержка в сквозном соединении не должна превышать 250 мс для приемлемого качества
  - Цель: < 150мс (человек замечает задержку более 200 мс)
  - 400 мс неприемлема

- **Вариация задержки, джиттер**
  - Джиттер в сквозном соединении не должен превышать 40 мс
  - Джиттер задержки в зависимости от класса обслуживания:
    - <10 мс (класс 1 - gold)
    - 10 - 20 мс (класс 2 – silver)
    - 20 - 40 мс (класс 3 – bronze)

Стек рекомендаций H.323



Сеть, построенная на базе H.323



Функции основных компонентов сети IP-телефонии на основе H.323

- **Терминал** - оборудование конечных точек сети, которое позволяет пользователям общаться друг с другом в реальном времени. Главной задачей терминалов является кодирование и декодирование аудиосигналов и их передача и прием в соответствии с правилами, принятыми для данного стандарта и связной среды. Терминал обязан обеспечивать звуковую связь и может дополнительно поддерживать передачу видео или данных.

- **Шлюз (Gateway)** - позволяет системам, существующим в разных сетях и основанным на разных H.32x стандартах, связываться между собой. Среди них: H.320 (ISDN), H.321 (ATM), H.322 (Ethernet), H.323 (IP), H.324 (POTS). Шлюз не входит в число обязательных компонентов сети H.323. Он необходим только в том случае, когда требуется установить соединение с терминалом другого стандарта. Эта связь обеспечивается трансляцией протоколов установки и разрыва соединений, а также форматов передачи данных.

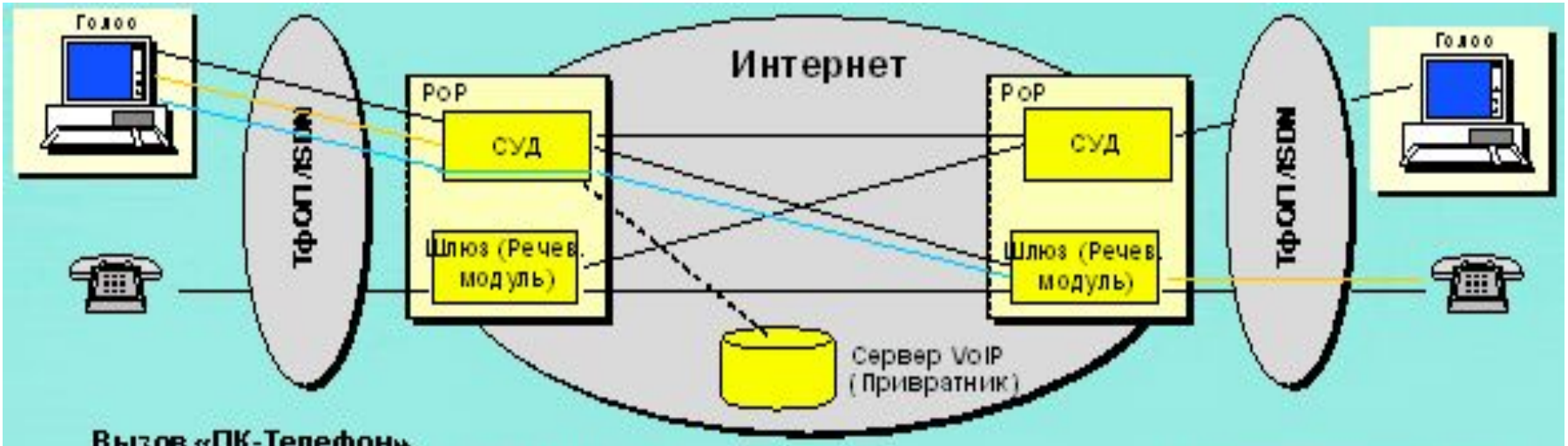
- **Контроллер зоны** (Gatekeeper, Привратник, Конференц-менеджер) - сервисная программа , контролирующая доступ к сети, основанной на стандарте H.323 в сетях с пакетной коммутацией. Она требует, чтобы терминалы зарегистрировались на Привратнике, сообщив ему свое имя. Привратник осуществляет трансляцию сетевых адресов для установления соединения. Он может отказать в доступе или ограничить число одновременных соединений в зависимости от загруженности сети.

- **MCU** (Multipoint Control Unit) или устройство управления многоточечными конференциями - устройство для реализации многоточечной аудиоконференции. Все терминалы, участвующие в конференции, устанавливают соединение с MCU. Сервер управляет ресурсами конференции, согласовывает возможности терминалов по обработке звука, определяет аудиопотоки, которые необходимо направлять по многим адресам. Общим принципом работы этих устройств является такой способ организации многоточечной связи, при котором аудиопотоки смешиваются, что позволяет участникам слышать друг друга. MCU возможно реализовать программно или аппаратно. MCU включает в себя сетевой интерфейс, обработчик аудиосигнала, содержащий кодек и микшер, специальный переключатель потоков информации между участниками видеоконференции, обработчик данных, контроллер конференции и средства управления трафиком и режимами конференций, а также сохранения протокола конференции.

Передача голоса в конфигурации “телефон-телефон”

Рис. 3.2. Передача голоса в конфигурации “телефон-телефон”

Передача голоса в конфигурации “ПК-телефон”



Вызов «ПК-Телефон»

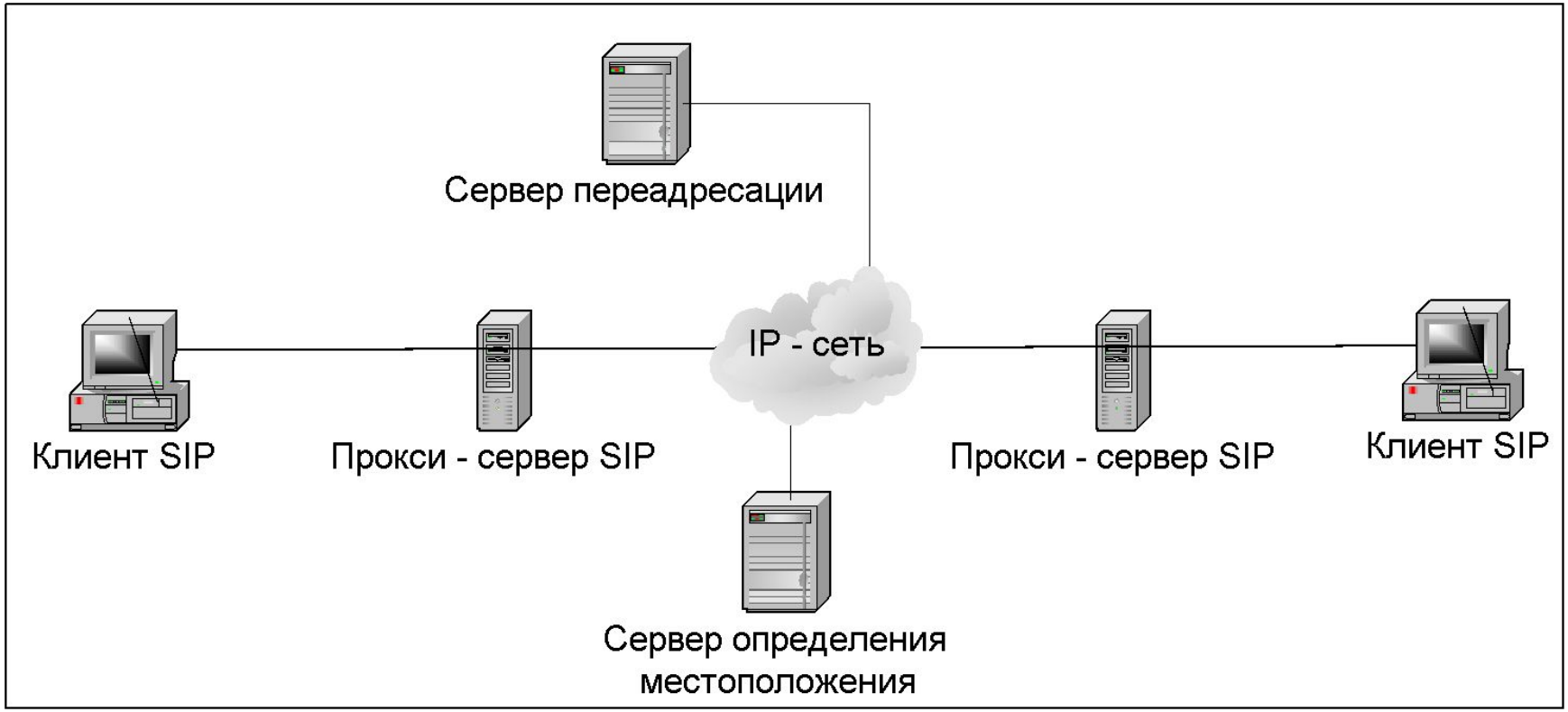
- В ПК д.б. установлено ПО VoIP (напр., H.323)
- Нормальный логин в Интернет абонента А
- Доступ к серверу VoIP
- Ввод ПИН и номер E.164 абонента В
- Устанавливается вызов H.323 внутри Интернет между шлюзом А и шлюзом В (функция маршрутизации в Привратнике)
- Устанавливается нормальное соединение между шлюзом В и абонентом В.

СУД - Сервер удаленного доступа
PoP - Point-of-Presence

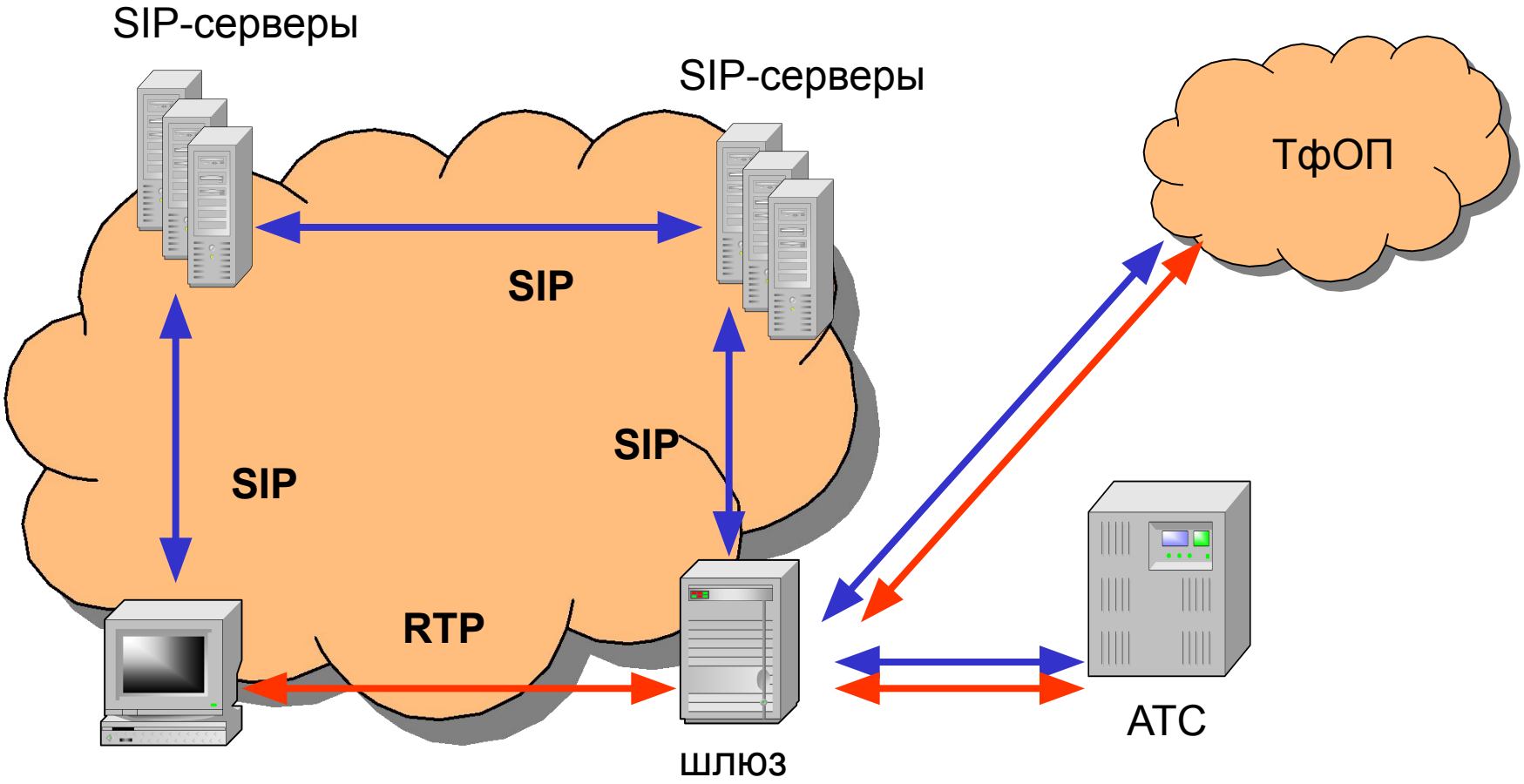
SIP (Session Initiation Protocol)

- Протокол инициирования сеансов связи – SIP, предназначен для организации, модификации и завершения мультимедийных сеансов или вызовов.
- SIP не зависит от модели и масштабов связи или конференц-связи и от пакетного уровня, требуя лишь услуг доставки датаграмм без подтверждения, так как надежность их доставки обеспечивается его собственным механизмом.
- SIP – протокол прикладного уровня, в типовом варианте применяется поверх UDP или TCP.
- Ориентирован на модель установления соединения IP из конца в конец.

Сеть, построенная на базе протокола SIP



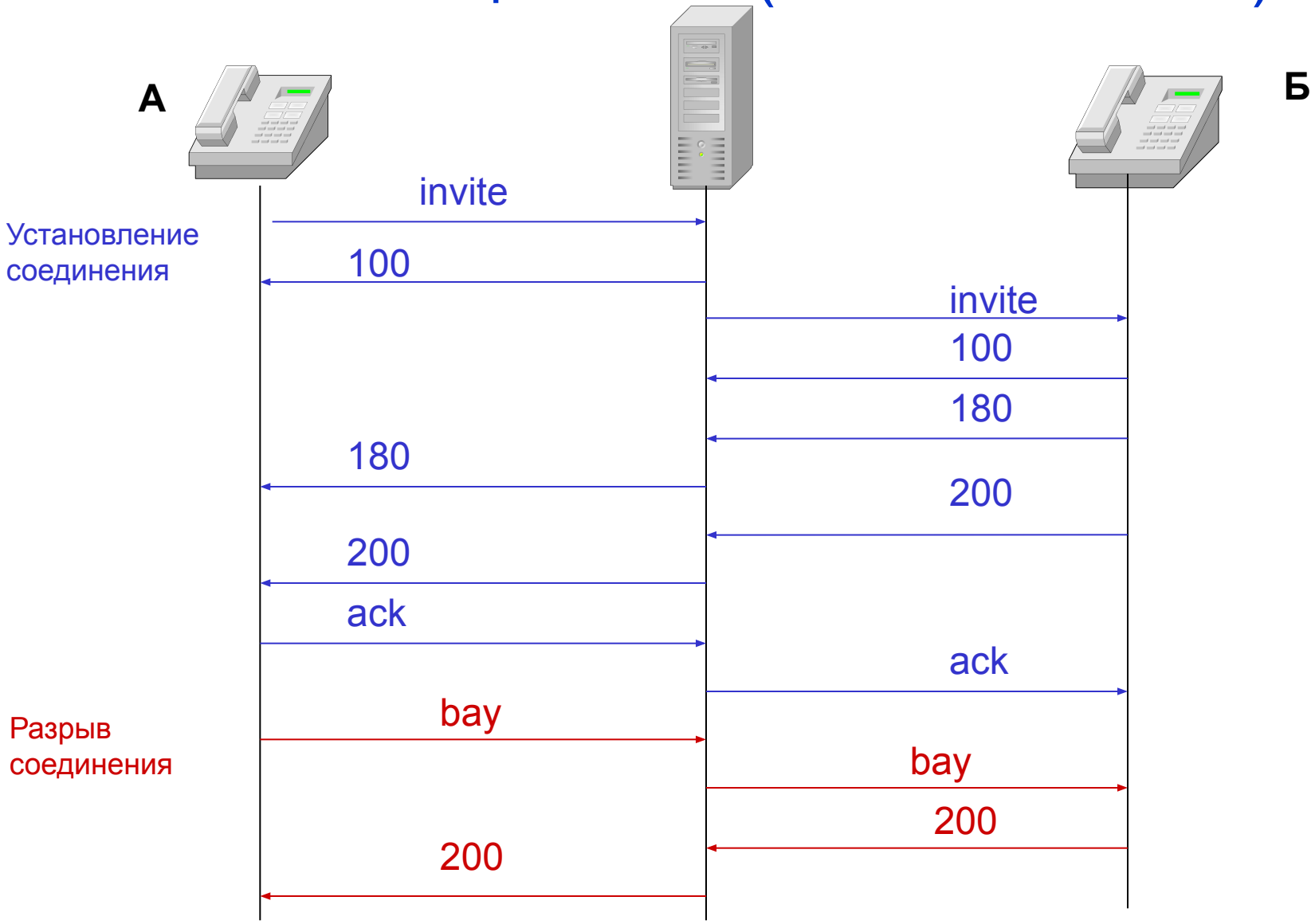
Процедура обмена сообщениями в SIP-сети



сигнализация

телефонный канал

Временные диаграммы обмена SIP-сообщениями (базовый вызов)



Адресация в SIP

- В Интернет для нахождения хоста используется URL (для SIP он обозначается как SIP URL).
- В SIP существуют 4 формы адресов:
  - имя@домен,
  - имя@хост,
  - имя@IP-адрес,
  - №телефона-@шлюз.

Например:

sip: user1@sales.npc.spb.ru
sip: user1@195.101.38.105
sip: 434-66-56@gateway.ru

Компоненты сети, реализованной на базе протокола SIP

RFC 2543 - построение сетей IP-телефонии на базе SIP (Session Initiation Protocol). Протокол SIP утвержден IETF и поддержан основными производителями оборудования IP-телефонии в качестве общего стандарта.

Сеть SIP содержит основные компоненты трех видов:

Агенты - являются приложениями терминального оборудования и включают в себя две составляющие: агент пользователя - **клиент** (User Agent Client - UAC) и агент пользователя - **сервер** (User Agent Server - UAS), иначе называемые клиент и сервер соответственно.

- **Proxy-серверы** - действуют "от имени других клиентов" и содержит функции клиента (UAC) и сервера (UAS). Этот сервер интерпретирует и может перезаписывать заголовки запросов перед отправкой их к другим серверам. Ответные сообщения следуют по тому же пути обратно к proxy-серверу, а не к клиенту.
- **Серверы определения местоположения** - определяют текущее местоположение вызываемого абонента и дает команду оборудованию вызывающего абонента устанавливать соединение с вызываемым абонентом по новому адресу. Для определения текущего местоположения вызываемого абонента сервер переадресации обращается к серверу определения местоположения. Позволяют расширить возможности мобильности абонента.

Сравнительный анализ H.323 и SIP

Параметр	H.323	SIP
Разработчик	ITU-T	IETF
Совместимость с ТфОП	Полная	Частичная
Совместимость с TCP/IP	Частичная	Полная
Архитектура	Монолитная	Модульная
Сигнализация	Q.931 over TCP	SIP over TCP
Согласование параметров	Оба участника соединения	Оба участника соединения
Формат сообщений	Двоичный	ASCII
Адресация	Номер, IP-адрес	URL, номер, IP-адрес
Разрыв связи	Явный или разрыв TCP-соединения	Явный или разрыв TCP-соединения

Соотношение R-фактора и MOS

Значение R-фактора	Категория качества и оценка пользователя	Значение оценки MOS
90<R<100	Самая высокая	4,34 – 4,50
80<R<90	Высокая	4,03 – 4,34
70<R<80	Средняя (часть пользователей оценивает качество как неудовлетворительное)	3,60 – 4,03
60<R<70	Низкая (большинство пользователей оценивает качество как неудовлетворительное)	3,10 – 3,60
50<R<60	Плохая (не рекомендуется)	2,58 – 3,10

Типы кодеков, используемых в IP-телефонии

Кодек:	G.711	G.723.1 m	G.723.1 a	G.729
Скорость передачи, кбит/с	64	6,3	5,3	8
Длительность кадра, мс	5	30	30	10
Задержка пакетизации, мс	1	67,5	67,5	25
Полоса пропускания для двунаправленного соединения, кГц	174,4	43,73	41,6	62,4
Задержка джиттер-буфера, мс	2-4	60	60	20
Значение R-фактора	93,2	78,2	74,2	82,2
Теоретическая максимальная оценка MOS	4,4	3,87	3,69	4,07

Примечание. Максимальная задержка джиттер-буфера для всех типов кодеков – удвоенная длительность кадра.

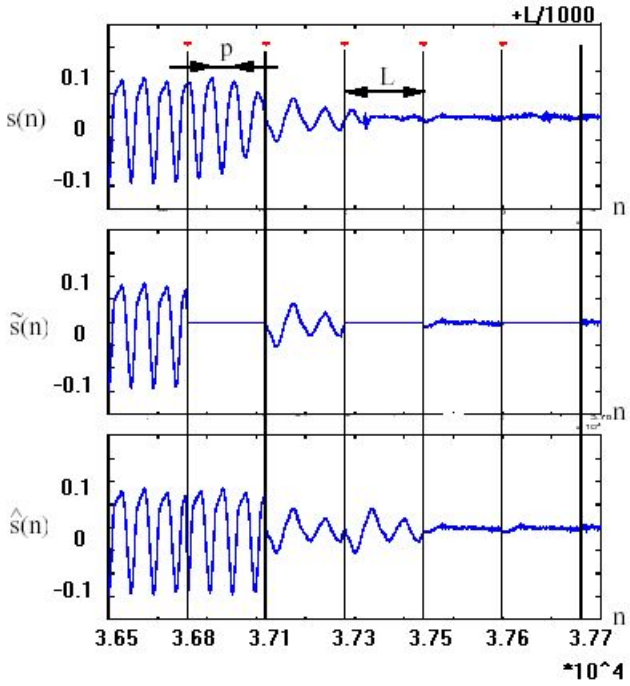
Механизмы, позволяющие снизить влияние кодека на качество речи

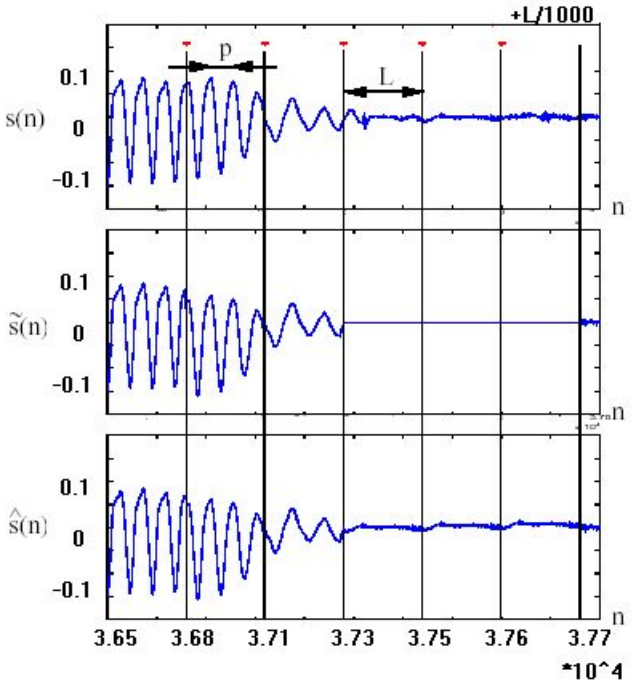
- методы эффективного кодирования речи (рекомендации ITU-T серии G.7xx);
- механизмы эхоподавления (G.164) и эхокомпенсации (G.165, G.168);
- механизмы нивелирования ошибок (packet loss concealment), обеспечивающие компенсацию пробелов в речевом потоке, вызванных потерей отдельных пакетов.

Методы нивелирования потерь (PLC - Packet Loss Concealment) в кодеках IP-телефонии

Замена потерянного фрагмента:

-предыдущим пакетом -комфортным шумом





Методы обеспечения качества обслуживания VoIP, используемые на сети

- Методы предотвращения перегрузок: алгоритмы «дырявого ведра», RED
- Методы обслуживания очередей: алгоритм WFQ
- Организация джиттер-буфера на приеме
- Использование протоколов передачи и контроля передачи речи по IP-сетям RTP/RTCP
- Использование резервирования ресурсов (приоритезация,RSVP, DiffServ, MPLS)

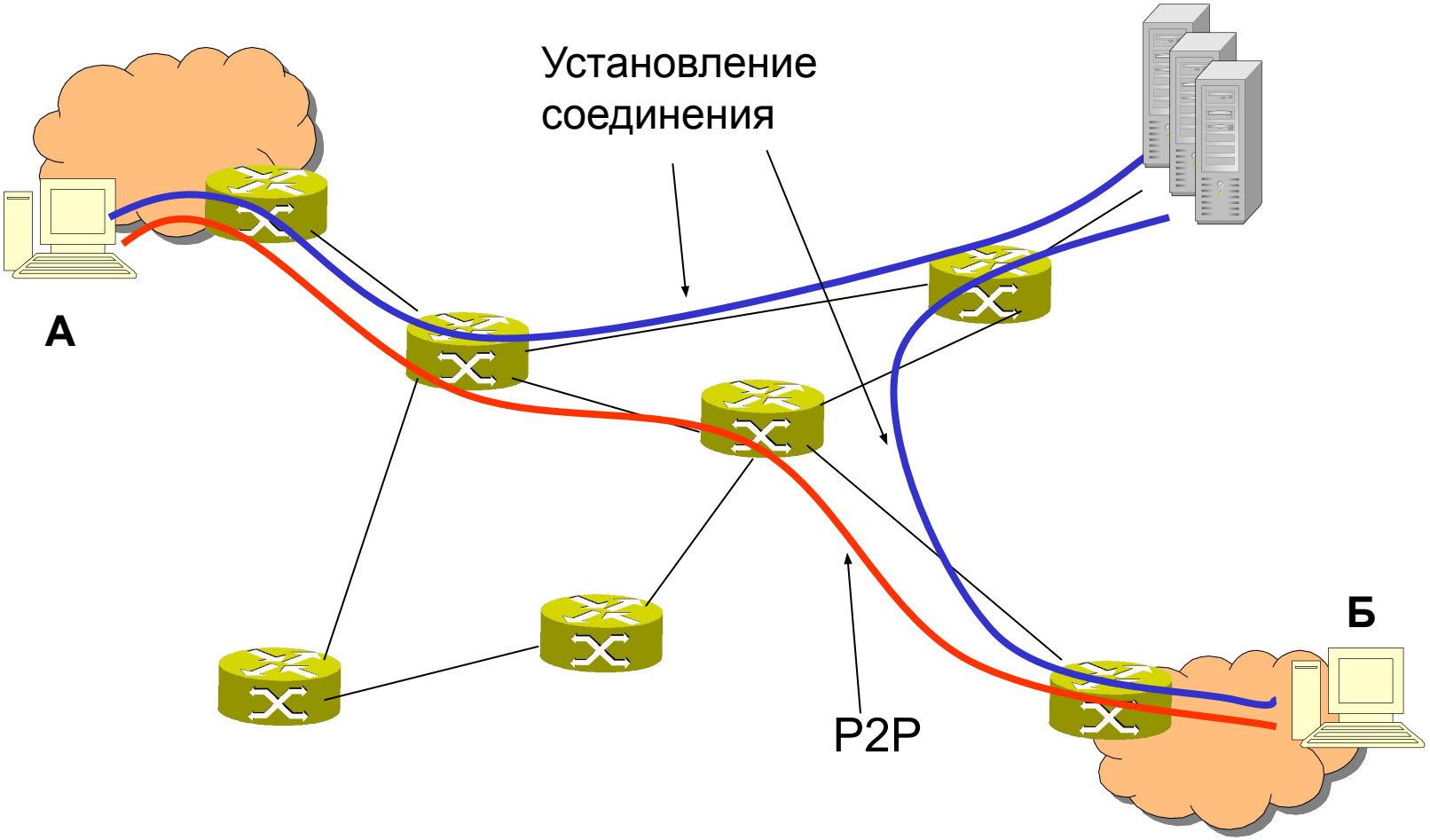
Альтернативные решения:

ICQ, MSN, Skype и т.п.

- **Идея:** создание приложения, позволяющего пользователям получать как можно более полный комплект услуг, используя одну службу.
- В набор услуг в настоящее время входят пейджинг, телефония, пересылка файлов.
- Бонусы: записная книжка на сервере службы; доступ, не зависимый от типа подключения к Интернету и географического положения; поиск контактов по заданным параметрам; удобные пользователю формы оплаты и прочее в зависимости от фантазии менеджмента службы.

Особенности реализации телефонии в решениях общедоступных служб:

1. Для обеспечения безопасности используется шифрование HTTPS/SSL.
2. В связи с этим протокол транспортного уровня – TCP.
3. Для обеспечения минимизации задержки используются виртуальные каналы P2P, т.е. непосредственно точка-точка с заранее оговоренными условиями обеспечения QoS.
4. Для идентификации абонента при установлении соединения участвует сервер службы. Сигнализация отделена от пользовательской информации.

Результат: при значительном (заметном пользователю) времени установления соединения допустимые задержки для телефонного разговора.

Установление канала связи: