

Протокол сигнализации SIP

Определение

«**SIP*** - является протоколом управления прикладного уровня для создания, изменения и завершения сеансов связи с одним или большим количеством участников. В понятие сеанса входят мультимедиа конференции, обучение на расстоянии, Internet-телефония и подобные приложения» (RFC 2543)

*SIP – Session Initiation Protocol – Протокол инициализации сессии

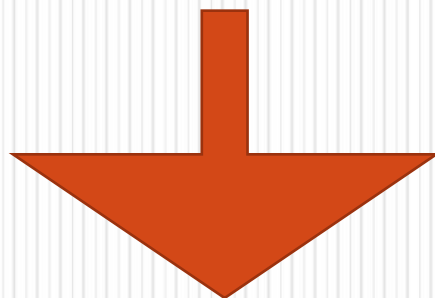
История создания протокола

Session Invitation Protocol:

- Установление сеанса
- Элементарные возможности согласования
- Работа только поверх UDP
- SDP для описания сеанса

Simple Conference Invitation Protocol:

- Базировался на TCP
- Использовал HTTP и SMTP



Session Initiation Protocol:

- Работа поверх UDP
- Использование SDP
- Поддержка TCP
- ...

История создания протокола

- Разработкой протокола занимается группа ММUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) комитета IETF
- 1996 – создания первой версии SIP
- 1999 – 11 версий документа Draft-ietf-mmusic-SIP
- В настоящее время действующей редакцией является RFC 3261

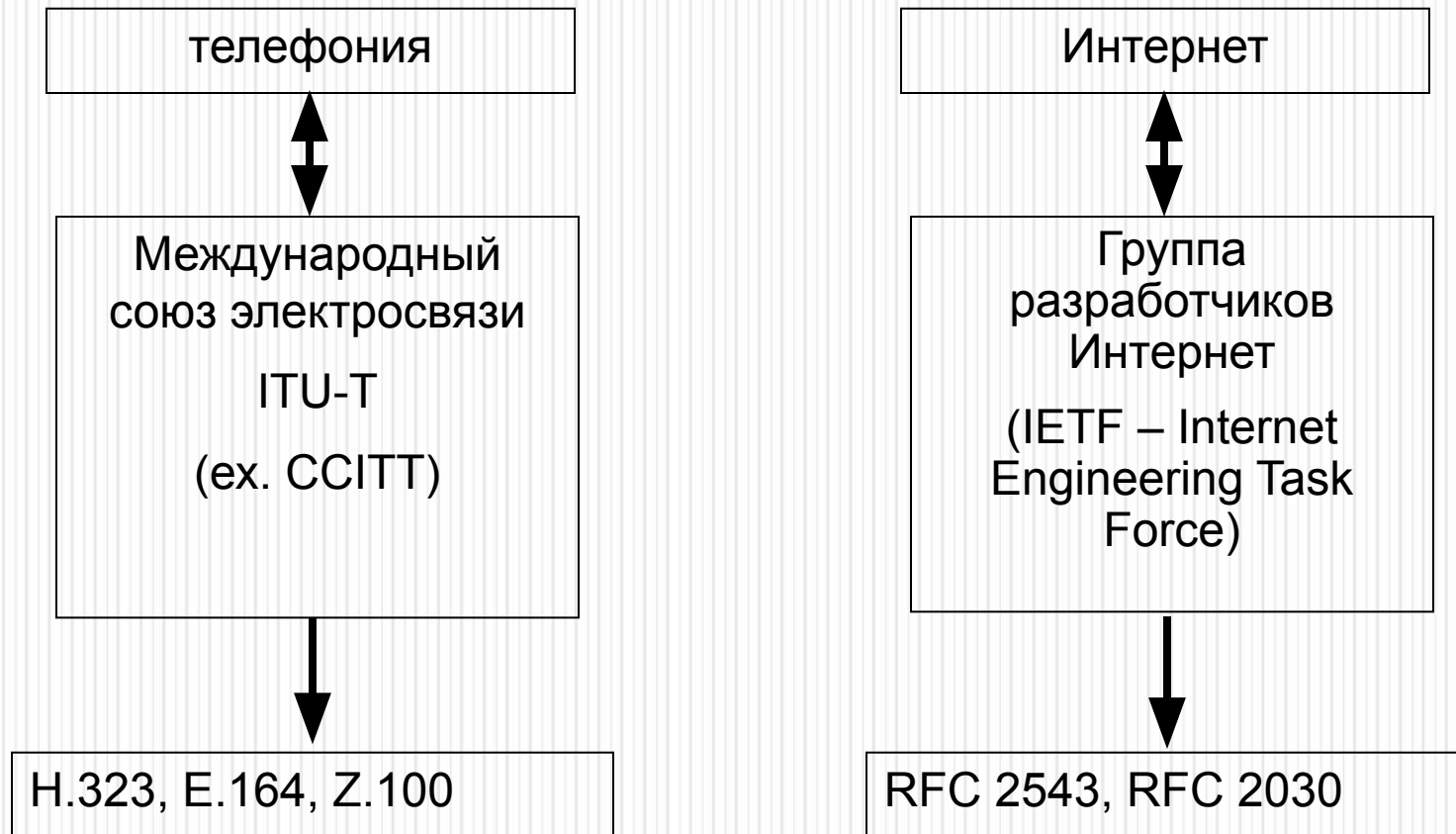
Принципы, заложенные в основу протокола

- Персональная мобильность пользователя
- Масштабируемость сети
- Расширяемость протокола SIP
- Интеграция в стек существующих протоколов Интернет
- Взаимодействие с различными протоколами сигнализации

Сравнение систем сигнализации

Характеристики	Сигнализация в традиционных телефонных сетях	Протокол SIP
Функции протоколов	Управление установлением и разрушением соединений, управление коммутационным (транспортным) оборудованием	
Тип сети	TDM	IP
Место применения	Существуют 2 группы протоколов: 1. Между оборудованием доступа и коммутационным узлом или Softswitch (v5.1/5.2 или MEGACO/H.248, MGCP, SIP) 2. Между коммутационными узлами или Softswitch (оКС7, EDSS-1 или SIP/SIP-T, H.323)	
Сетевой интеллект	Интеллект в центральных узлах сети	Интеллект может быть рассредоточен по оконечным элементам сети
Набор сигнальных сообщений	Запрос установления соединения, разрушение соединения, КПВ, занято, ответ и пр.	
Типы соединений	Телеф. Сеансы связи	Мультимедийные сеансы связи
Вид коммутации	Комм-я каналов	Комм-я пакетов
Открытость	Исп-ся исключит-но в сетях сигнализации	Может исп-ся и оконечными терминалами

Организации стандартизации



Принципы, заложенные в основу SIP

1. Расширяемость протокола – возможность дополнения протокола новыми функциями
2. Масштабируемость сети – возможность увеличения элементов в сети при её расширении
3. Интеграция в стек существующих протоколов Интернет
4. Взаимодействие с другими протоколами сигнализации
5. Персональная мобильность - возможность быть доступными в любом месте с любым терминалом в любое время (сообщение REGISTER) → единый номер для всех услуг электросвязи

Особенности протокола SIP

- Основан на HTTP → проверенная технология для работы в Интернет
- Использует и UDP, и TCP
- Работает поверх различных транспортных протоколов (IP, IPX, X.25, ATM)
- Использует адресацию типа e-mail (vova@loniis.ru)
- Текстовый формат сообщений → простота и удобство техобслуживания и программирования
- Высокая информативность сообщений → минимальное время установления соединения

Возможности протокола SIP

SIP поддерживает пять аспектов организации и завершения мультимедийной связи:

- Определение местоположения пользователя
- Определение готовности пользователя участвовать в сеансе
- Установление сеанса связи как для вызывающей, так и для вызываемой сторон, управление сеансом связи
- Передача пользовательской информации

Организация конференций трех видов:

- В режиме многоадресной рассылки
- При помощи устройства управления конференцией, которому участники передают информацию в режиме точка-точка, а оно, в свою очередь, обрабатывает эту информацию и рассылает участникам конференции
- Соединение каждого пользователя с каждым в режиме точка-точка
- Определение функциональной возможности терминалов пользователей

Основные характеристики протокола SIP

Назначение: для IP-коммуникаций

Архитектура: peer-to-peer

Преимственность: не пытается воспроизвести ТфОП

Стандарты: IETF-стандарт RFC

Интеллект: рассредоточен по элементам сети

Сложность: еще простой, хотя уже содержит 13 запросов

Масштабируемость: высшая степень

Передача информации: речь, данные, видео

Основные характеристики протокола SIP

Описание функциональных возможностей конечного оборудования: использование протокола SDP для обмена данными о функциональных возможностях

Контроль доступа: поддерживается

Качество обслуживания: процедуры QoS

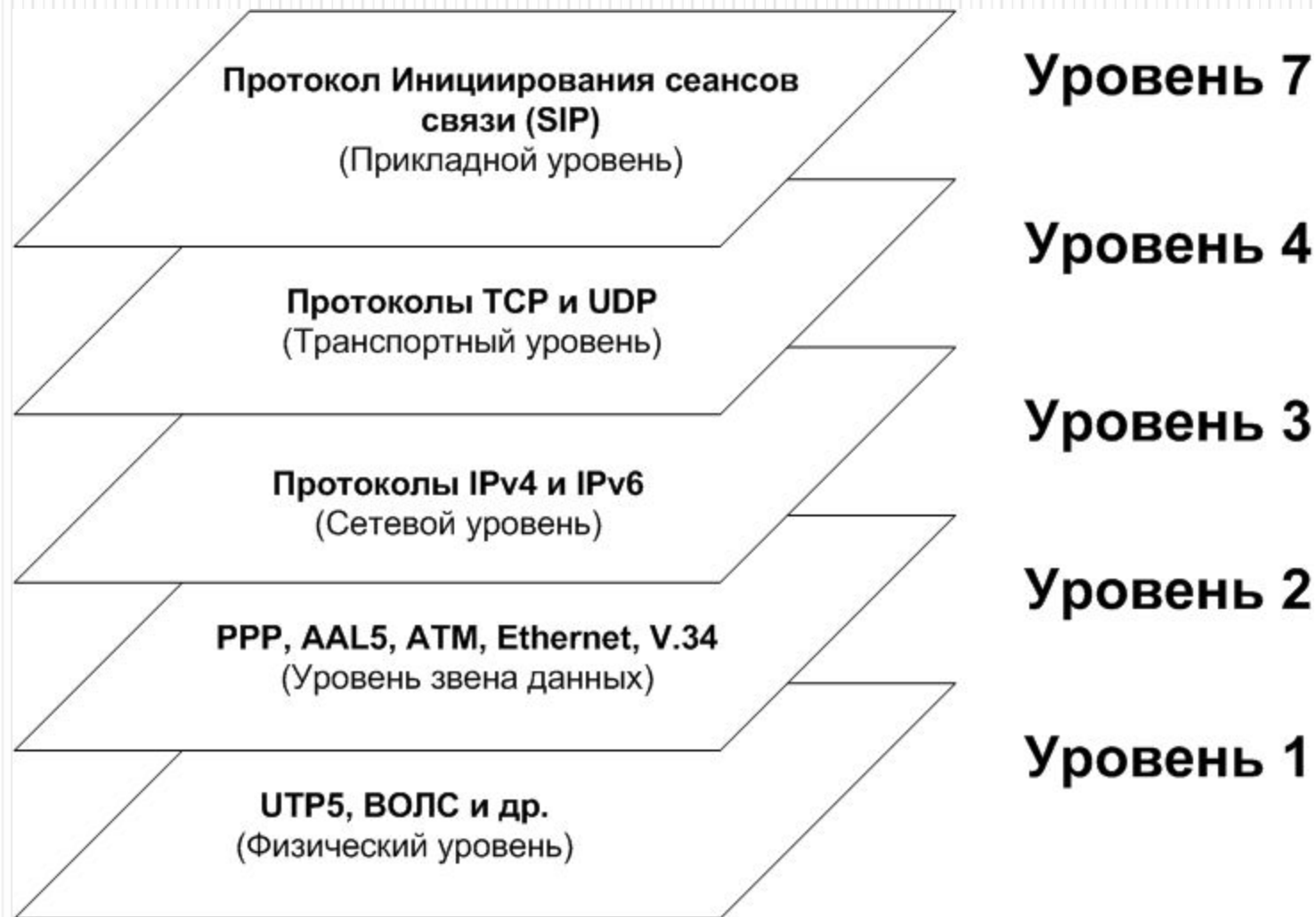
Адресация: поддержка IP- адресов и имен доменов через DNS

Обнаружение закольцованных маршрутов: с помощью специальных заголовков

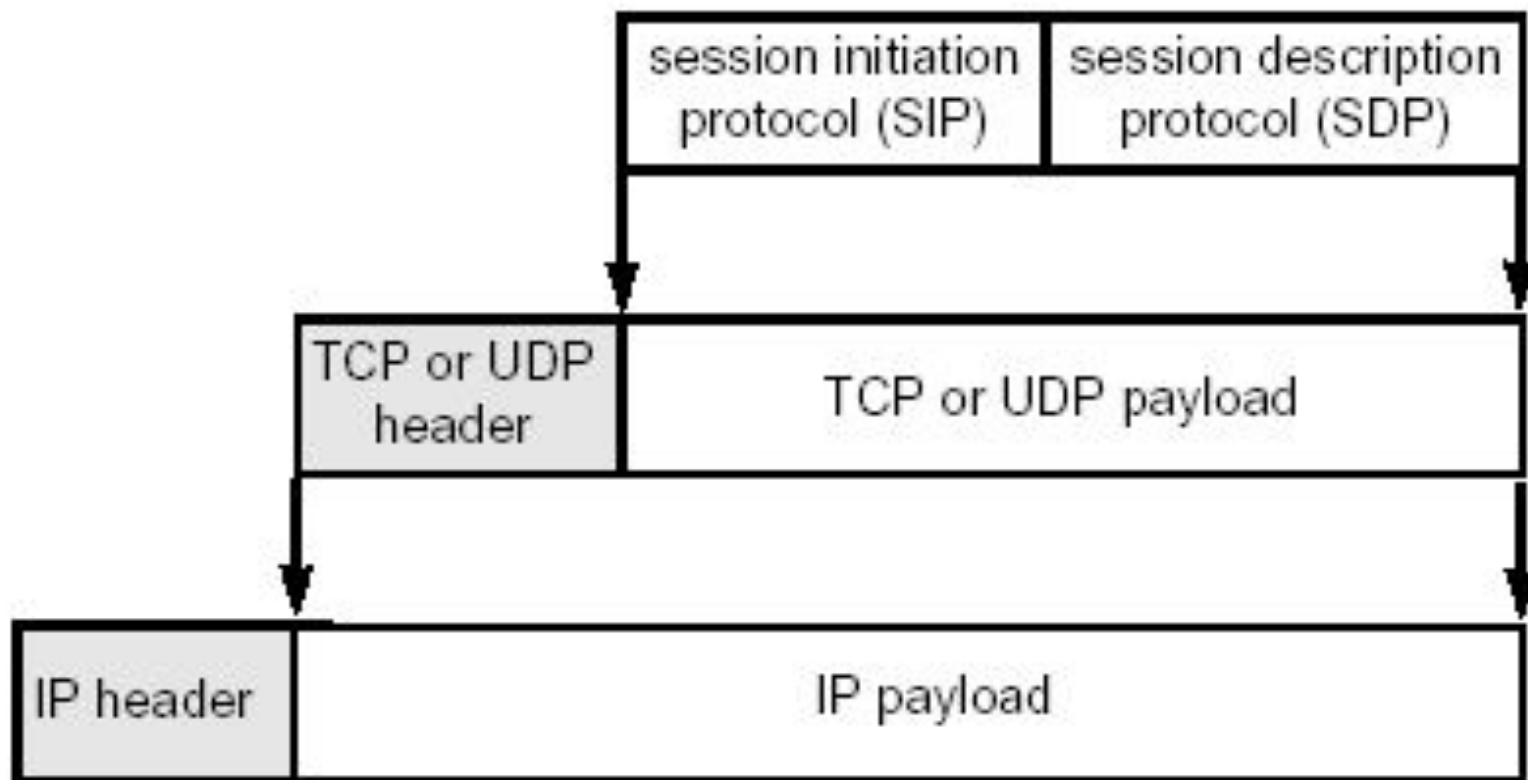
Защита информации: протоколы IPSec, TLS, SSL и HTTP Digest

Кодирование: текстовое кодирование

Место протокола SIP в стеке протоколов TCP/IP



Формирование сообщения сигнализации SIP



Адресация в SIP

В Интернет – URL (Uniform Resource Location)

В SIP – SIP URL (*sip:name@host*)

тип адреса

пример

- «*имя@домен*» - sip:vova@loniis.ru
- «*имя@хост*» - sip:vova@rts.loniis.ru
- «*имя@IP-адрес*» - sip:vova@192.168.100.1
- «*№ телефона@шлюз*» - sip:2947678@gateway.ru

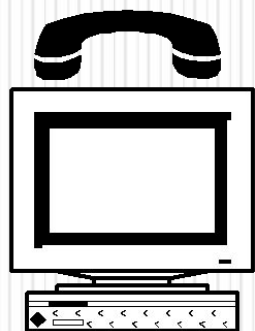
Уровни протокола SIP

- **Первый уровень** – отвечает за синтаксис и кодирование
- **Второй уровень** – транспортный – определяет, как клиент передает запросы и принимает ответы, и как сервер получает запросы и передает ответы по сети
- **Третий уровень** – уровень транзакций – производит повторную передачу сообщений прикладного уровня, определяет соответствие ответов запросу и уведомляет верхний уровень о срабатывании таймера.
- **Четвертый уровень** – пользователь транзакций – создает/отменяет клиентские запросы

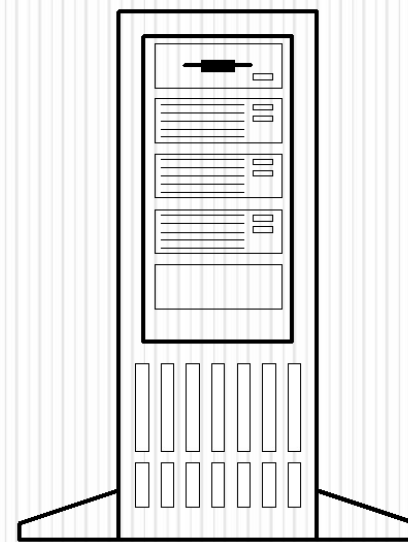
Понятие транзакции

Транзакция - это запрос, переданный клиентской стороной серверной стороне с использованием транспортного уровня SIP, вместе со всеми ответами на этот запрос, переданными серверной стороной клиенту.

Архитектура «Клиент-сервер»



Клиент



Сервер

Элементы сети SIP

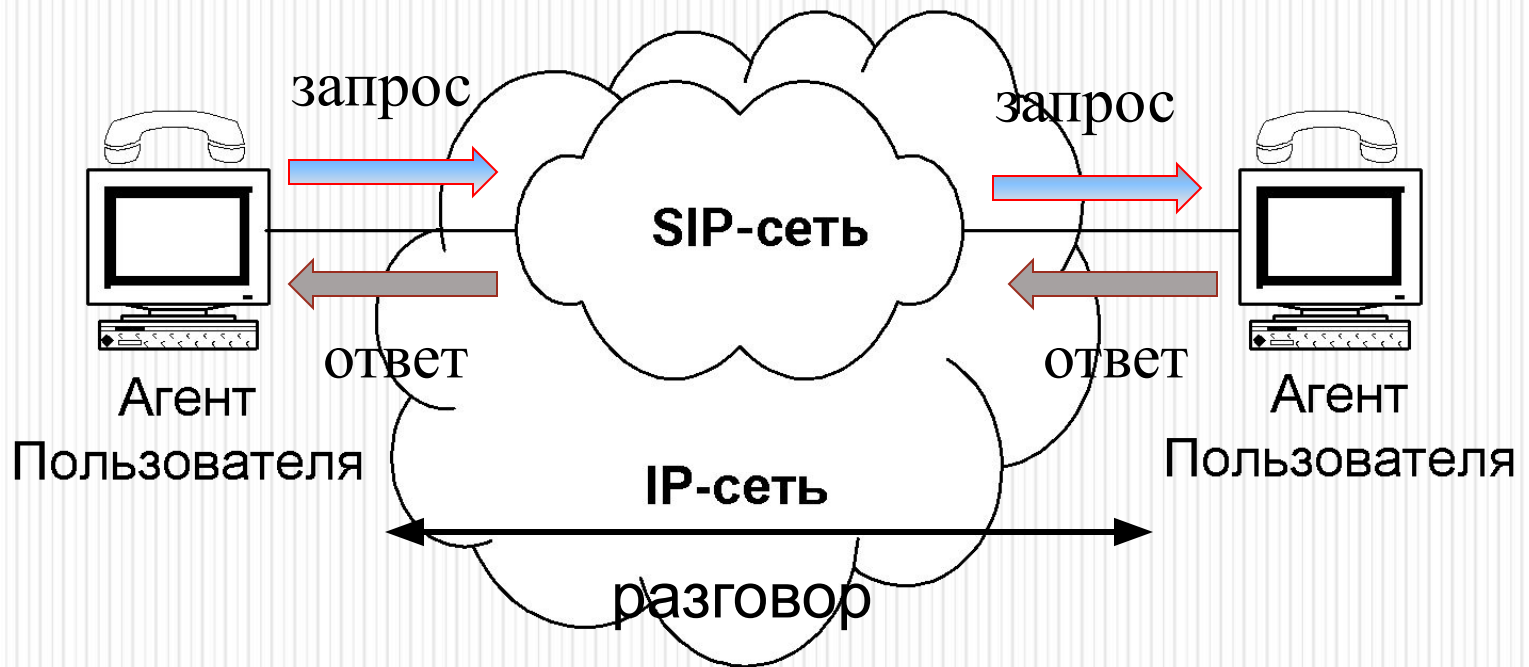
- Агент пользователя (UA – User Agent)
- Прокси-сервер (proxy server)
- Сервер переадресации (redirect server)
- Сервер определения местоположения (location server) (не стандартизирован в RFC 2543)

Агент пользователя

Агент пользователя (User Agent):

- **Клиент агента пользователя (User Agent Client)** – часть программного обеспечения агента пользователя, которая создает новые запросы, отправляет их и обрабатывает принятые ответы.
- **Сервер агента пользователя (User Agent Server)** - часть программного обеспечения агента пользователя, которая принимает запросы и генерирует ответы, основываясь на действиях пользователя, полученных сообщениях, результатах выполнения программ или на каких-либо других событиях.

Агент пользователя



Клиент агента пользователя UAS

- Запрос, составленный клиентом агента пользователя включает в себя :
 - Стартовую строку, в кот. указан тип запроса
 - Поле request-URI и версию SIP
 - Базовый набор полей заголовков: To, from, Cseq, Call-ID, Max-Forwards и Via

Эти заголовки:

- Обязательны для всех SIP-запросов
- Яв-ся основными частями SIP-сообщения
- Обеспечивают большинство услуг маршрутизации сообщений, в т.ч. адресацию, маршру-ю ответов, сохранение очередности сообщений, уникальную идентификацию

Сервер агента пользователя

UAS

- Пошаговая обработка запроса:
 - Аутентификация
 - Анализ типа запроса
 - Анализ полей заголовков
 - ...
- Если запрос принимается – должны быть произведены изменения состояния соединения, если не принимается – ни одно из изменений производиться не должно

Сервер агента пользователя

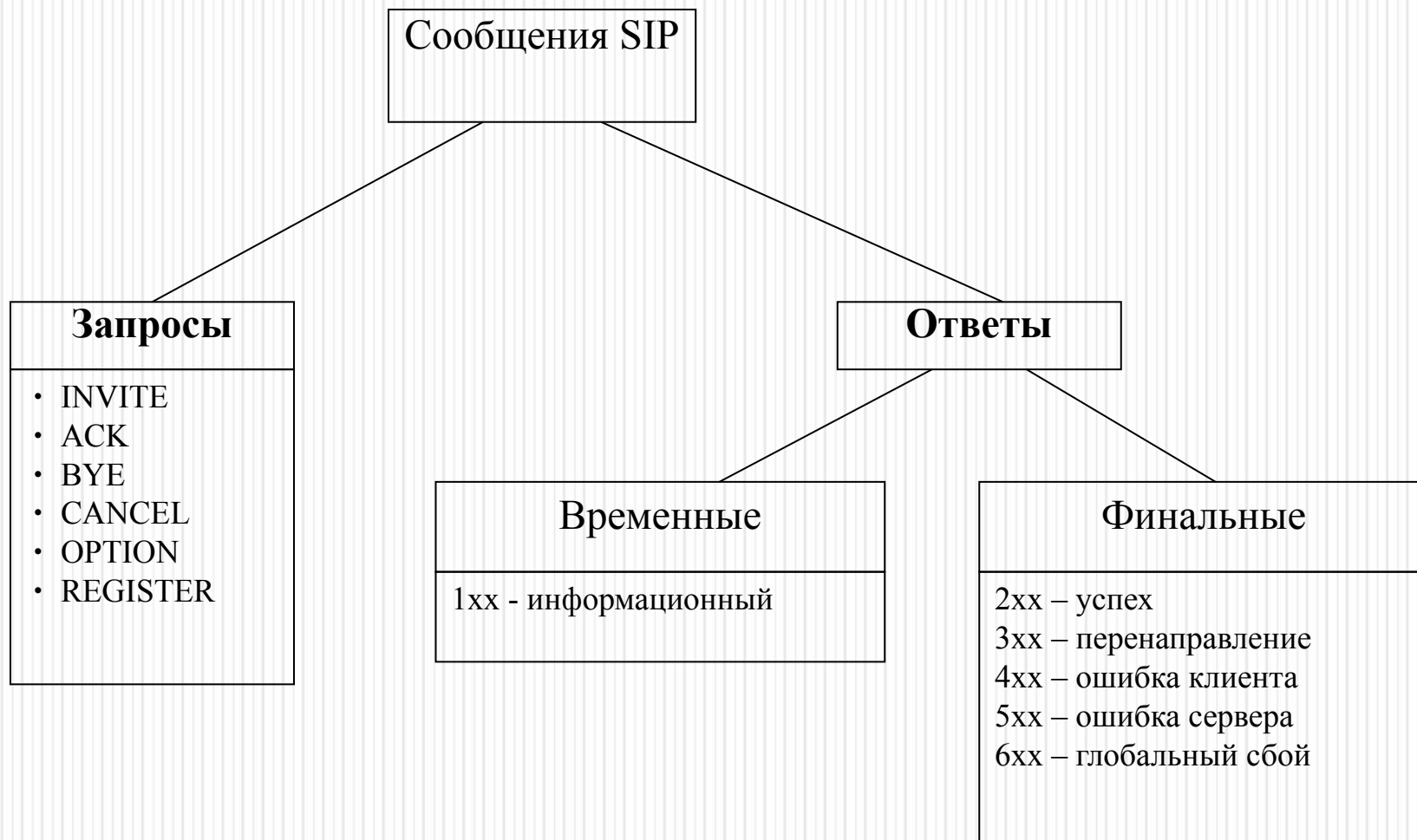
UAS

принимает запросы, обрабатывает их и, в зависимости от типа запроса, выполняет определенные действия.

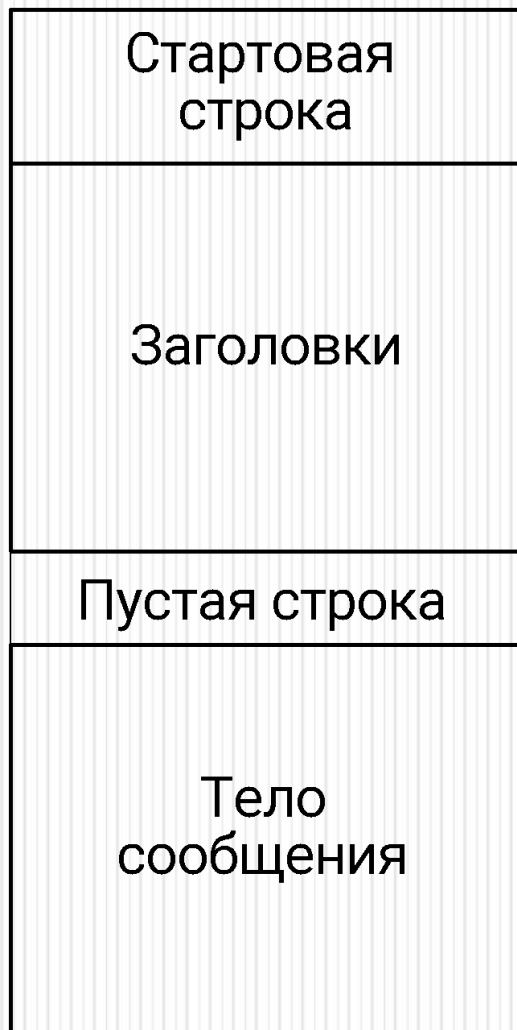
Бывает двух типов:

- **Без сохранения состояний (Stateless)** – принимает запросы, перенаправляет их дальше и забывает
- **С сохранением состояний (Stateful)** – принимает запросы, перенаправляет их и ждет ответы

Сообщения SIP



Структура сообщения SIP



Стартовая строка

- Начальная строка любого SIP сообщения. Если сообщение является запросом, то в этой строке указывается тип запроса, адресат и номер версии протокола. Если сообщение является ответом на запрос, в стартовой строке указывается номер версии протокола, тип ответа и его короткая расшифровка, предназначенная только для пользователя.

Заголовки

служат для передачи информации об отправителе, адресате, пути следования и других сведений, т.е. переносят необходимую для обслуживания данного сообщения информацию. О типе заголовка можно узнать из его имени. В протоколе SIP определено 4 типа заголовков:

- Общие заголовки
- Заголовки содержания
- Заголовки, передающие дополнительную информацию о запросе
- Заголовки, передающие дополнительную информацию об ответе

Заголовки. Формат

- Каждое поле состоит из имени поля, знака «:» и значение поля:

Имя поля: значение поля

- Поля заголовков могут быть расширены на несколько строк, тогда каждая следующая строка отделяется пробелом или знаком табуляции
- Порядок следования заголовков не имеет значения
- Формат значения заголовка зависит от имени заголовка
- Заголовок может иметь неограниченное число параметров
- Одно и то же имя параметра не может использоваться более одного раза

Заголовки

- Заголовок **Call-ID** – уникальный идентификатор сеанса связи (call reference - DSS-1): **2345call@rts.loniis.ru**
- Заголовок **To** – определяет адресата. Если необходим визуальный вывод имени пользователя, например, на дисплей, то имя пользователя также размещается в поле **To**.
- Заголовок **From** – идентифицирует отправителя запроса; по структуре аналогичен полю **To**.
- Заголовок **CSeq** - уникальный идентификатор запроса, относящегося к одному соединению. Он служит для корреляции запроса с ответом на него. **CSeq: 2 INVITE.**

Заголовки

Заголовок **Via** указывается весь путь, пройденный запросом: каждый прокси-сервер добавляет поле со своим адресом.

Например, запрос на своем пути обрабатывался двумя прокси-серверами: сначала сервером Ioniis.ru, потом sip.telecom.com. Тогда в запросе появятся следующие поля:

Via: SIP/2.0/UDP

sip.telecom.com:5060;branch=721e418c4.1

Via: SIP/2.0/UDP Ioniis.ru:5060

Заголовок **Content-Type** определяет формат описания сеанса связи. Само описание сеанса, например, в формате протокола SDP включается в тело сообщения.

Заголовок **Content-Length** указывает размер тела сообщения

Сжатые имена заголовков

Сжатая форма имени	Полная форма имени
C	Content-Type
E	Content-Encoding
F	From
I	Call-ID
K	Supported
L	Content-Length
M	Contact (от “moved”)
S	Subject
O	Event
R	Refer-To
T	To
U	Allow-Events
V	Via

Тело сообщения

- **Запросы:**

- Содержит описание сеансов связи
- Тело сообщения есть не во всех сообщениях (например, сообщение ВУЕ не содержит тела сообщения)

- **Ответы:**

- Любые ответы могут содержать тело сообщения, но содержимое тела в них может быть разным

Пример сообщения SIP

Сообщение SIP

Стартовая строка

INVITE sip:7170@iptel.org SIP/2.0

Via: SIP/2.0/UDP 195.37.77.100:5040;rport
Max-Forwards: 10
From: "jiri" <sip:jiri@iptel.org>;tagi=76ff7a07-c091-4192-84a0-d56e91fe104f
To: <sip:jiri@bat.iptel.org>
Call-ID: d10815e0-bf17-4afa-8412-d9130a793d96@213.20.128.35
CSeq: 2 INVITE
Contact: <sip:213.20.128.35:9315>
User-Agent: Windows RTC/1.0
Proxy-Authorization: Digest username="jiri", realm="iptel.org",
algorithm="MD5", uri="sip:jiri@bat.iptel.org",
nonce="3cef75390000001771328f5ae1b8b7f0d742da1feb5753c",
response="53fe98db10e1074
b03b3e06438bda70f"
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 451

Заголовок

v=0
o=jku2 0 0 IN IP4 213.20.128.35
s=session
c=IN IP4 213.20.128.35
b=CT:1000
t=0 0
m=audio 54742 RTPi/AVP 97 111 112 6 0 8 4 5 3 101
a=rtpmap:97 red/8000
a=rtpmap:111 SIREN/16000
a=fmtp:111 bitrate=16000
a=rtpmap:112 G7221/16000
a=fmtp:112 bitrate=24000
a=rtpmap:6 DVI4/16000
a=rtpmap:0 PCMU/8000
a=rtpmap:4 G723/8000
a=rtpmap: 3 GSMi/8000
a=rtpmap:101 telephone-event/8000
a=fmtp:101 0-16

Тело сообщения

Пример сообщения SIP

Request URI
Тип сообщения
Версия протокола

INVITE sip:7170@iptel.org SIP/2.0

Заголовок VIA. Указывает один из узлов, используемых для проведения транзакции и идентифицирует место, куда должен быть отправлен ответ

Via: SIP/2.0/UDP 195.37.77.100:5040;rport

Максимальное число пересылок на пути к месту назначения

Max-Forwards: 10

Идентификатор инициатора сообщения

From: "jiri" <sip:jiri@iptel.org>;tagi=76ff7a07-c091-4192-84a0-d56e91fe104f

Адрес получателя

To: <sip:jiri@bat.iptel.org>

Call-ID: d10815e0-bf17-4afa-8412-d9130a793d96@213.20.128.35

Идентификация транзакции

CSeq: 2 INVITE

URI

Информация о клиенте Агента пользователя

Contact: <sip:213.20.128.35:9315>

Идентифицирует пользователя прокси-серверу

User-Agent: Windows RTC/1.0

Proxy-Authorization: Digest username="jiri", realm="iptel.org", algorithm="MD5", uri="sip:jiri@bat.iptel.org", nonce="3cef75390000001771328f5ae1b8b7f0d742da1feb5753c", response="53fe98db10e1074b03b3e06438bda70f"

Информация о типе тела сообщения

Content-Type: application/sdp

Размер тела сообщения

Content-Length: 451

```
v=0
o=jku2 0 0 IN IP4 213.20.128.35
s=session
c=IN IP4 213.20.128.35
b=CT:1000
t=0 0
m=audio 54742 RTPi/AVP 97 111 112 6 0 8 4 5 3 101
a=rtpmap:97 red/8000
a=rtpmap:111 SIREN/16000
a=fmtp:111 bitrate=16000
a=rtpmap:112 G7221/16000
a=fmtp:112 bitrate=24000
a=rtpmap:6 DVI4/16000
a=rtpmap:0 PCMU/8000
a=rtpmap:4 G723/8000
a=rtpmap: 3 GSMi/8000
a=rtpmap:101 telephone-event/8000
a=fmtp:101 0-16
```

Тело сообщения
содержит описание типа
медиа данных, которые
будут передаваться
пользователем

Запросы

- Запросы предназначены для выполнения широкого круга задач при предоставлении базовых и дополнительных услуг связи в стационарных сетях и сетях подвижной связи.
- С помощью запросов клиент сообщает о своем текущем местоположении, приглашает пользователей принять участие в сеансах связи, модифицирует уже установленные сеансы, завершает их и т.д.

Запросы

Тип запроса	Описание запроса
INVITE	Приглашает пользователя к сеансу связи. Содержит SDP-описание сеанса
ACK	Подтверждает прием окончательного ответа на запрос INVITE
BYE	Завершает сеанс связи. Может быть передан любой из сторон, участвующих в сеансе
CANCEL	Отменяет обработку запросов с теми же заголовками Call-ID, To, From и CSeq , что и в самом запросе CANCEL
REGISTER	Переносит адресную информацию для регистрации пользователя на сервере определения местоположения
OPTION	Запрашивает информацию о функциональных возможностях сервера

Запросы

Тип запроса	Описание запроса
UPDATE	Предлагает новые параметры сеанса связи до прихода окончательного ответа на запрос INVITE
INFO	Переносит дополнительную информацию во время сеанса связи.
PRACK	Аналог сообщения ACK для предварительных ответов
SUBSCRIBE NOTIFY	Используются для предоставления дополнительных услуг
REFER	Команда перевода вызова
MESSAGE	Обеспечивает передачу пользовательской информации без установления сеанса связи
PUBLISH	Обеспечивает передачу информации о состоянии агента пользователя.

Структура запроса

Тип запроса	Пробел	Request- URI	Пробел	Версия протокола	CRLF
----------------	--------	-----------------	--------	---------------------	------

Структура запроса

- SIP – запросы характеризуются наличием строки Request-Line в стартовой строке.
- Request-Line состоит из названия типа запроса, Request-URI и версии протокола, разделенных пробелом.
- Request-Line заканчивается символами возврата каретки и перевода строки (CRLF).
- Оба символа вместе или по одиночке не должны встречаться в других частях строки.
- Использование линейного пробела не допускается.

Тип запроса

6 типов запросов (RFC 3261):

- REGISTER
- INVITE
- ACK
- CANCEL
- BYE
- OPTION

Request-URI

Указывает пользователя или услугу, к которой адресован запрос. Поле Request-URI не должно содержать пробелов и управляющих символов, а также не должно быть заключено в угловые скобки

«<>»

Версия протокола

И запросы и ответы содержат данные действующей версии SIP-протокола, принимая во внимание порядок, соответствие требованиям и изменение численного индекса версии

Запрос INVITE

- приглашает вызываемого пользователя принять участие в сеансе связи.
- содержит описание сессии, в котором передается вид принимаемой информации и параметры, необходимые для приема информации, также может указываться вид информации, который вызываемый пользователь желает передавать.
- В ответе на запрос INVITE указывается вид информации, которая будет приниматься вызываемым пользователем, кроме того, может указываться вид информации, которую вызываемый пользователь собирается передавать (возможные параметры передачи информации).

Пример запроса INVITE

INVITE sip: alexander@serv1.loniis.ru SIP/2.0

Via: SIP/2.0/UDP kton.loniis.ru

From: Anton <sip: anton@loniis.ru>

To: Alexander <sip: alexander@loniis.ru>

Call-ID: 3298420296@kton.loniis.ru

Cseq: 1 INVITE

Content-Type: application/sdp

Content-Length: ...

v=0

o=bell 53655765 2353687637 IN IP4 128.3.4.5

C=IN IP4 kton.loniis.ru

m=audio 3456 RTP/AVP 0 3 4

Запросы

● АСК

- подтверждает прием ответа на команду **INVITE**.
- оборудование вызывающего пользователя показывает, что оно получило окончательный ответ на свой запрос **INVITE**.
- может содержаться окончательное описание сессии, передаваемое вызывающим пользователем.

● CANCEL

- отменяет обработку ранее переданных запросов.

Запросы. Register

- В этом запросе пользователи сообщают свое текущее местоположение.
- В этом сообщении содержатся следующие заголовки:
 - **To** содержит адресную информацию, которую надо сохранить или модифицировать на сервере.
 - **From** содержит адрес инициатора регистрации.
 - **Contact** содержит новый контактный адрес пользователя, по которому должны посылаться все дальнейшие запросы **INVITE**.
 - **Expires** указывается время в секундах, по истечении которого регистрация заканчивается.

Запрос INFO

- предназначен для обмена сигнальной информацией по SIP сигнальному тракту в процессе установления и поддержания соединения.
- Запрос INFO не изменяет состояния SIP вызовов, также как не изменяет состояния сессий, инициированных при помощи протокола SIP.
- Обеспечивает передачу дополнительной информации прикладного уровня, которая в дальнейшем может способствовать более производительному функционированию приложений, использующих протокол SIP для доставки данной информации.

Запрос INFO

- Возможными применениями для типа запроса INFO являются:
 - Перенос текущих сигнальных сообщений ТфОП между шлюзами ТфОП в течении разговорной сессии
 - Перенос DTMF сигналов, сгенерированных в ходе сессии
 - Перенос защищённой информации сигналов беспроводных систем для поддержки беспроводной мобильности приложений
 - Перенос информации об остатке на счёте (билингвой информации)
 - Перенос изображений и другой не потоковой информации между участниками сессии

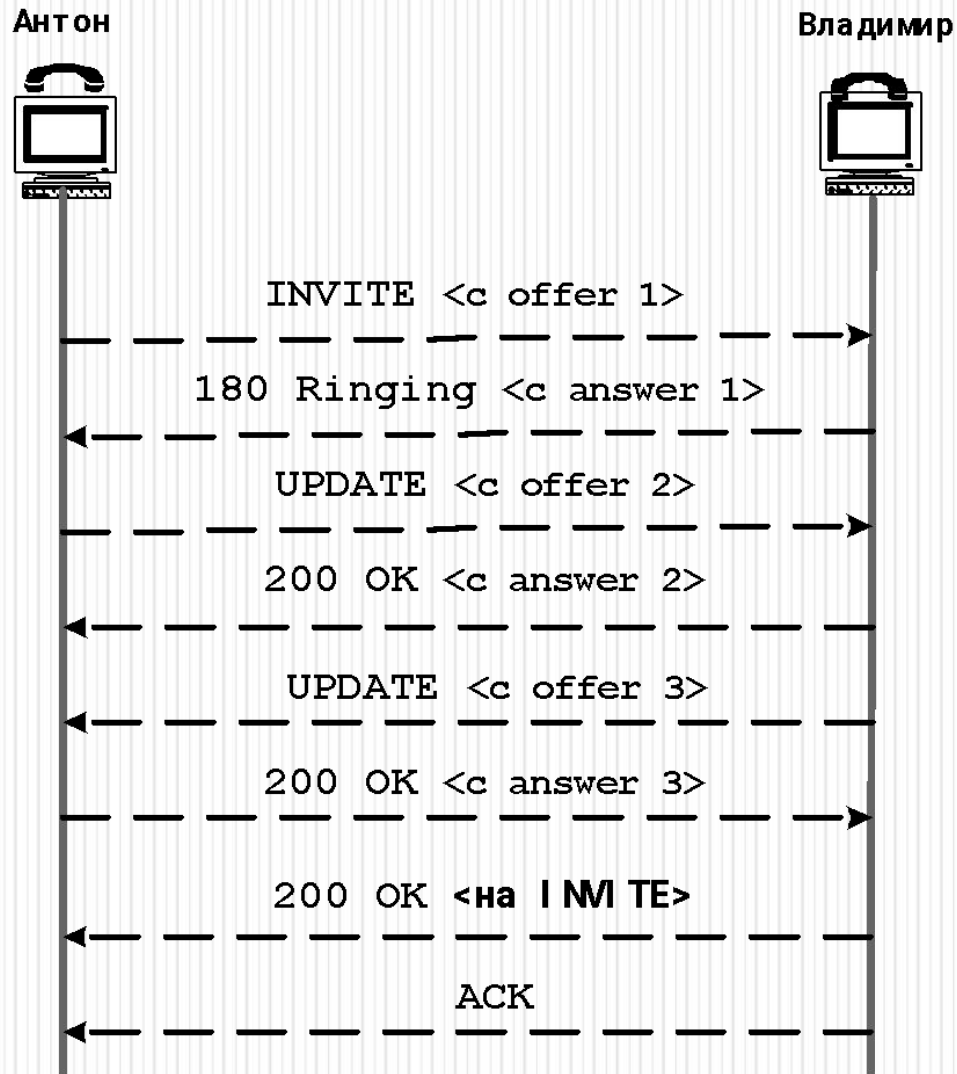
Запрос UPDATE

- Используется, когда необходимо изменить параметры сеанса:
- Вызывающая сторона создаёт начальную INVITE-транзакцию.
- В поле заголовка Allow запроса INVITE среди прочих типов запроса указывается UPDATE для того, чтобы указать способность вызывающей стороны принимать запросы этого типа. INVITE-транзакция протекает надлежащим образом. Любой ответ (предварительный или окончательный) от вызываемой стороны также содержит заголовок Allow с указанным в нём значением *UPDATE*.

Запрос UPDATE

- После установления диалога (находящегося на ранней стадии или установленного), вызывающая сторона может создать запрос **UPDATE**, который содержит информацию **offer** (предложение с описанием сеанса связи в формате **SDP**), предназначенное для обновления параметров сессии.
- Ответ на этот запрос переносит информацию **answer** (ответ на предложение с указанием принятых параметров также в формате **SDP**)
- Запрос **UPDATE** является запросом, обновляющим текущий адрес удалённого пользователя (**target refresh request**).

Запрос UPDATE. Пример



NOTIFY

- Для услуг, которые требуют взаимодействия между конечными точками, необходима возможность запрашивать асинхронное уведомление о событиях
- Эти услуги включают:
 - услуги автоматического обратного вызова (связанные с событиями изменения состояния терминала пользователя)
 - интерактивные списки контактов «buddy lists» (связанные с событиями присутствия пользователя), оповещение об ожидающем сообщении (связанные с событиями изменения состояния почтового ящика)
 - передача информации о состоянии вызова при взаимодействии сетей Internet и ТфОП.

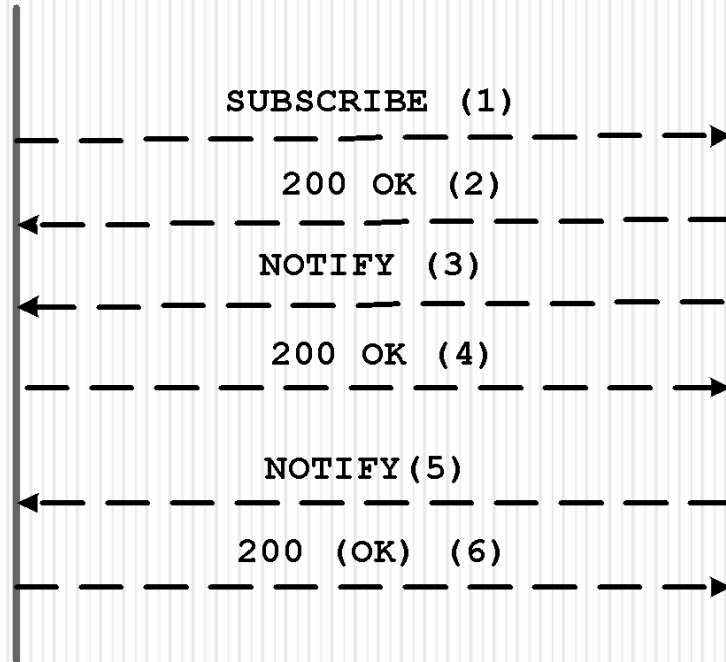
NOTIFY

- Для услуг, которые требуют взаимодействия между конечными точками, необходима возможность запрашивать асинхронное уведомление о событиях
- Эти услуги включают:
 - услуги автоматического обратного вызова (связанные с событиями изменения состояния терминала пользователя)
 - интерактивные списки контактов «buddy lists» (связанные с событиями присутствия пользователя), оповещение об ожидающем сообщении (связанные с событиями изменения состояния почтового ящика)
 - передача информации о состоянии вызова при взаимодействии сетей Internet и ТфОП.

NOTIFY

UA подписчика

UA уведомителя



(1) – запрос подписки на предоставление информации о состоянии

(2) – подтверждение подписки

(3) – передача информации о текущем состоянии

(4) – подтверждение приёма

(5) – передача информации о текущем состоянии

(6) – подтверждение приёма

NOTIFY

- Запрос **SUBSCRIBE** используется для запроса информации о текущем состоянии и информации об обновлениях состояния удалённого ресурса.
- **SUBSCRIBE** – это запрос, создающий диалог.
- Если начальное сообщение **SUBSCRIBE** представляет собой запрос вне диалога, его формирование проходит с привлечение процедур по созданию запроса вне диалога для UAC.
- Идентификация событий, на которые осуществляется подписка, обеспечивается с помощью трёх компонентов запроса **SUBSCRIBE**: поля **Request URI**, заголовка **Event** и опционально тела сообщения.

NOTIFY

- Запрос **SUBSCRIBE** должен быть подтверждён окончательным ответом.
- После того, как подписка была успешно создана или обновлена, уведомитель должен незамедлительно отослать сообщение **NOTIFY**, чтобы сообщить подписчику текущее состояние ресурса
- Запрос **NOTIFY** посылается в том же диалоге, который был создан ответом на запрос **SUBSCRIBE** (если не существовало заранее установленного диалога).
- Тип запроса **NOTIFY** используется для уведомления узла **SIP** о том, что событие, информация о котором запрашивалась в запросе **SUBSCRIBE**, произошло.

Сообщение Message

- Запрос типа MESSAGE предназначен для передачи мгновенных текстовых сообщений (instant messages), используя модель, похожую на функционирование двустороннего пейджера или работу телефона при отправке SMS.
- Каждое текущее сообщение (IM) независимо – информация о том, что происходит взаимодействие, переговоры между участниками, может быть отражена только в пользовательском интерфейсе клиента
- Такой подход полностью противоположен сессионной модели, где происходит однозначное взаимодействие участников с чётко определённым началом и концом.

Сообщение Message

- Когда один пользователь решает послать другому пользователю текстовое сообщение (IM), отправитель формирует запрос типа MESSAGE и передаёт его.
- Поле Request-URI запроса как обычно будет указывать публичный адрес получателя текущего сообщения, однако оно может содержать и адрес устройства в случаях, когда клиент владеет информацией о текущем местонахождении получателя
- Тело сообщения будет включать текстовое сообщение, которое необходимо доставить.

Сообщение Message

- Запрос MESSAGE пройдёт через группу прокси-серверов и будет доставлен получателю.
- Получив запрос, UA получателя перейдёт к его обработке и в случае успеха в итоге отошлёт окончательный ответ с кодом 200 (ОК); это означает, что текстовое сообщение было доставлено пользователю, но указывает на то, что пользователь с ним ознакомился.

Сообщение Message



MESSAGE sip:alexander@niits.ru SIP/2.0
Via: SIP/2.0/TCP
serv3.niits.ru;branch=z9hG4bK776sgdkse
Max-Forwards: 70
From: sip:anton@niits.ru;tag=49583
To: sip:alexander@niits.ru
Call-ID: asd88asd77a@1.2.3.4
CSeq: 1 MESSAGE
Content-Type: text/plain
Content-Length: 18

Александр, иди сюда.

ОТВЕТЫ

Шесть типов ответов:

1xx – информационные

2xx – успех

3xx – перенаправление

4xx – ошибка клиента

5xx – ошибка сервера

6xx – глобальная ошибка

ОТВЕТЫ 1XX

Информационные ответы

- **100 Trying** - Запрос обрабатывается, например, сервер обращается к базам данных, но местоположение вызываемого пользователя в настоящий момент не определено
- **180 Ringing** - Местоположение вызываемого пользователя определено. Ему дается сигнал о входящем вызове
- **183 Session Progress** – Этот ответ используется для того, чтобы заранее получить от шлюзов, стоящих на пути к вызываемому пользователю, описание сессии для проключения разговорного тракта в предответном состоянии

Ответы 2xx

Ответы об успешной обработке запроса

- **200 OK** - Команда успешно выполнена
- **202 Accepted** – Запрос принят для обработки, но она еще не завершена.

Ответы 3xx

Ответы переадресации вызова

- **300 Multiple Choices** - Вызываемый пользователь доступен по нескольким адресам. Вызывающий пользователь может выбрать любой из них.
- **301 Moved Permanently** - Пользователь изменил свое местоположение, его новый адрес указан в поле Contact
- **302 Moved Temporarily** Пользователь временно изменил свое местоположение, его новый адрес указан в поле Contact

ОТВЕТЫ 4XX

- 400 Bad Request** - В запросе обнаружена синтаксическая ошибка
- 401 Unauthorized** – Запрос требует проведения процедуры авторизации пользователя
- 404 Not Found** – Вызываемый пользователь не обнаружен
- 407 Proxy Authentication Required** – Перед вызовом требуется пройти процедуру аутентификации
- 486 Busy Here** – Вызываемый пользователь в данный момент либо не желает либо не имеет возможности принять еще один вызов в дополнение к уже принятым

ОТВЕТЫ 5XX

ОТВЕТЫ об отказе сервера

- **500 Internal Server Error** - Внутренняя ошибка сервера
- **501 Not Implemented** - Сервер не может обслужить запрос, потому что в сервере не реализованы соответствующие функции
- **503 Service Unavailable** – Обслуживание временно невозможно вследствие перегрузки или из-за проведения технического обслуживания

ОТВЕТЫ 6XX

Ответы о полной невозможности установить соединение

- **600 Busy Everywhere** Вызываемый пользователь занят и не желает принимать вызов в данный момент. Ответ может указывать подходящее для вызова время.
- **603 Decline** Вызываемый пользователь не может или не желает принять входящий вызов, не указывая причины отказа
- **604 Does Not Exist Anywhere** – Вызываемый пользователь не существует

Диалог

- Равноправное взаимодействие двух агентов пользователя по протоколу SIP, которое длится определённое время.
- Диалог устанавливает последовательность сообщений между UA и обеспечивает верную маршрутизацию запросов.
- Идентифицируется каждым агентом пользователя с помощью идентификатора диалога (dialog ID), который состоит из значения Call-ID, локальной метки (local tag) и удалённой метки (remote tag).

Диалог

- У участвующих в диалоге сторон идентификатор диалога имеет свои отличия: локальная метка одного UA идентична удалённой метке другого и наоборот.
- Идентификатор диалога напрямую связан со всеми запросами, имеющими параметр «tag» в поле заголовка To.

Диалог

- Компоненты, описывающие состояние диалога и используемые для передачи сообщений в ходе диалога:
 - идентификатор диалога
 - локальный порядковый номер (для упорядочивания запросов UA, направляемых своему собеседнику),
 - удалённый порядковый номер (для упорядочивания запросов от собеседника к UA)
 - локальный URI
 - удалённый URI
 - текущий адрес удалённого пользователя (remote target)
 - булев флаг «secure»
 - установленный маршрут (**route set**)

Создание диалога

- Диалоги создаются путём возврата ответов, не информирующих об ошибках, на запросы определённых типов.
- В данной версии протокола установить диалог возможно только ответами 101-199 и 2xx с параметром «tag» в поле заголовка To на запрос INVITE.
- Диалог, установленный предварительным ответом на запрос, называется диалогом «на ранней стадии» (early dialog).

Диалог

- Как только соединение между двумя агентами пользователя установлено, любой из них может стать инициатором новых транзакций, необходимых в рамках диалога:
 - UA, отсылающий запросы будет выполнять роль клиента в транзакции,
 - UA, принимающий запросы, будет выполнять роль сервера.

Эти роли могут отличаться от тех, которые исполняли агенты пользователя в транзакции создания диалога.

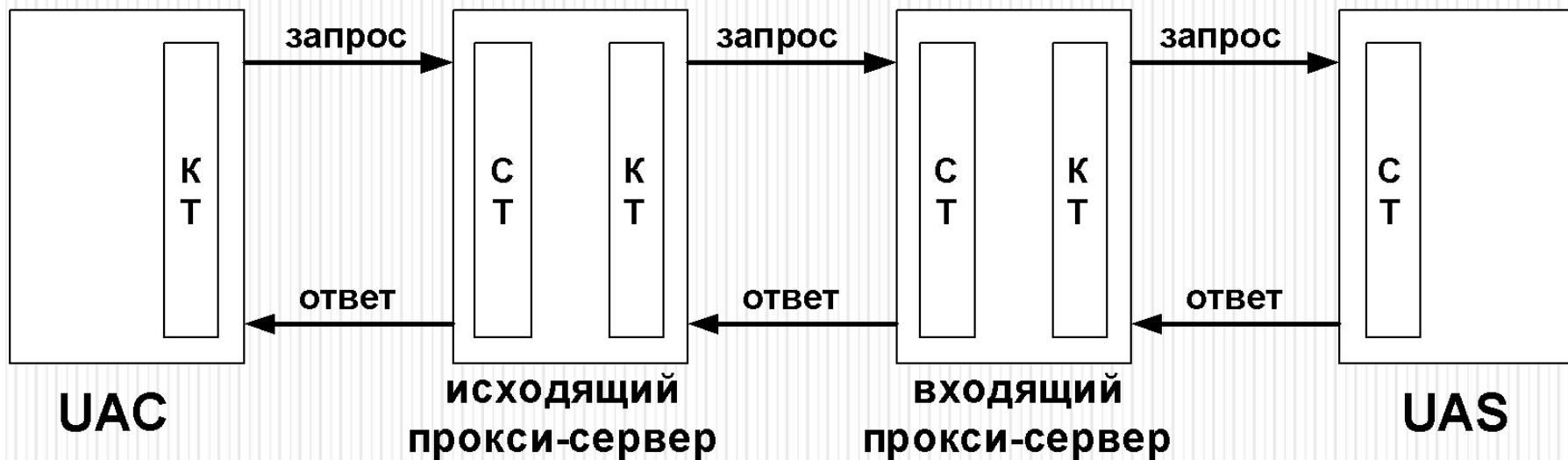
Завершение диалога

- Когда на любой запрос вне диалога приходит окончательный ответ класса, отличного от 2xx, диалоги, находящиеся на «ранней стадии», созданные посредством предварительных ответов, разрушаются.
- Для разрушения установленных диалогов используется запрос ВУЕ

Транзакции

- Транзакция состоит из запроса и любого количества ответов на него.
- Транзакция имеет клиентскую сторону и серверную сторону, соответственно они носят название клиентской транзакции и серверной транзакции.
 - Клиентская транзакция занимается отправкой запросов,
 - Серверная транзакция – отправкой ответов.
- Они создаются в агентах пользователя и прокси-серверах с сохранением состояний (stateful).

клиентской и серверной транзакции.



КТ - клиентская транзакция
СТ - серверная транзакция

Функционирование клиентских транзакций

- Когда **TU** нужно инициировать новую транзакцию, он создает клиентскую транзакцию и передает ей:
 - SIP-запрос, предназначенный для отправки,
 - IP-адрес,
 - номер порта,
 - тип транспортного протокола, на которые должен быть передан запрос.

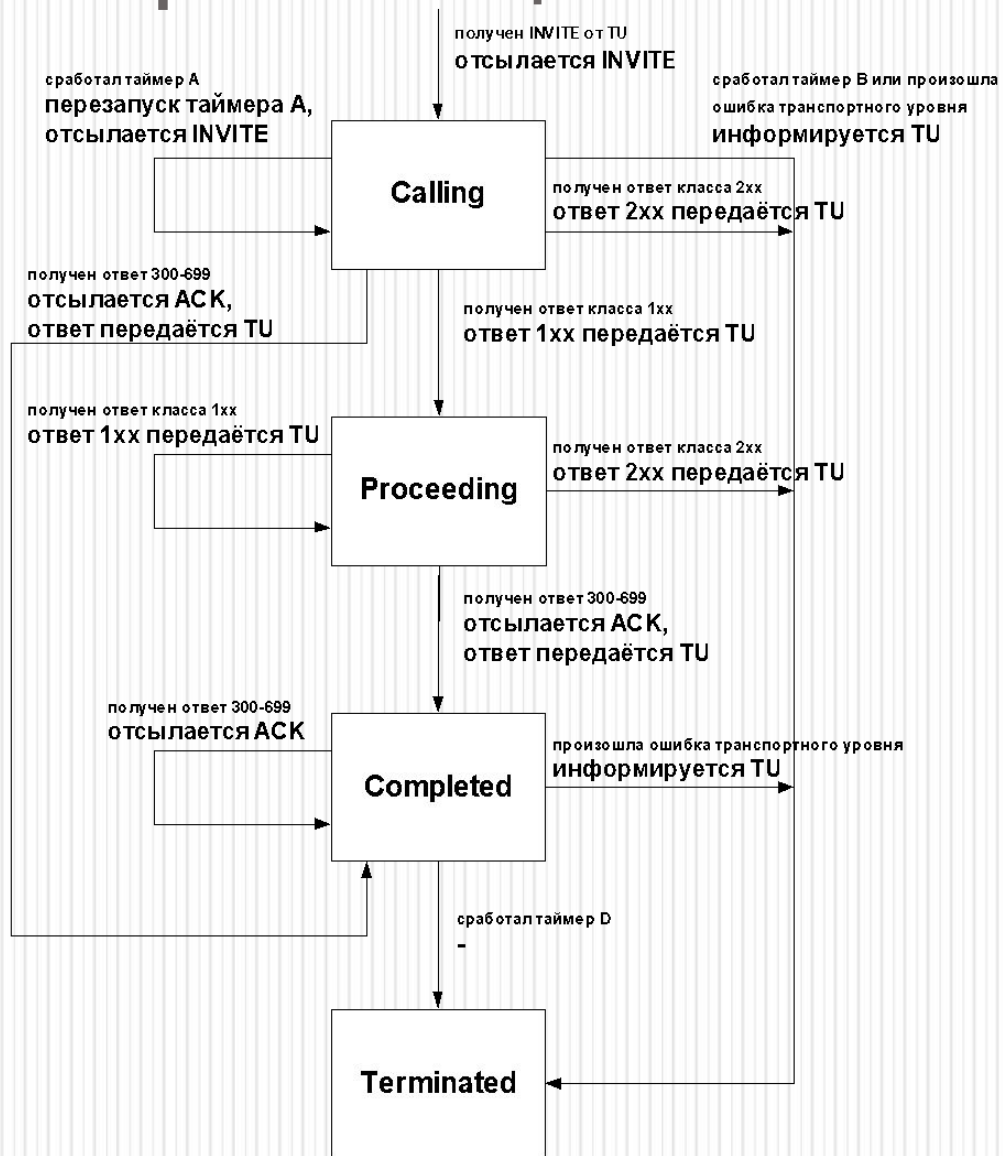
Функционирование клиентских транзакций

Существует два конечных автомата клиентских транзакций в зависимости от типа запроса, который передаёт TU:

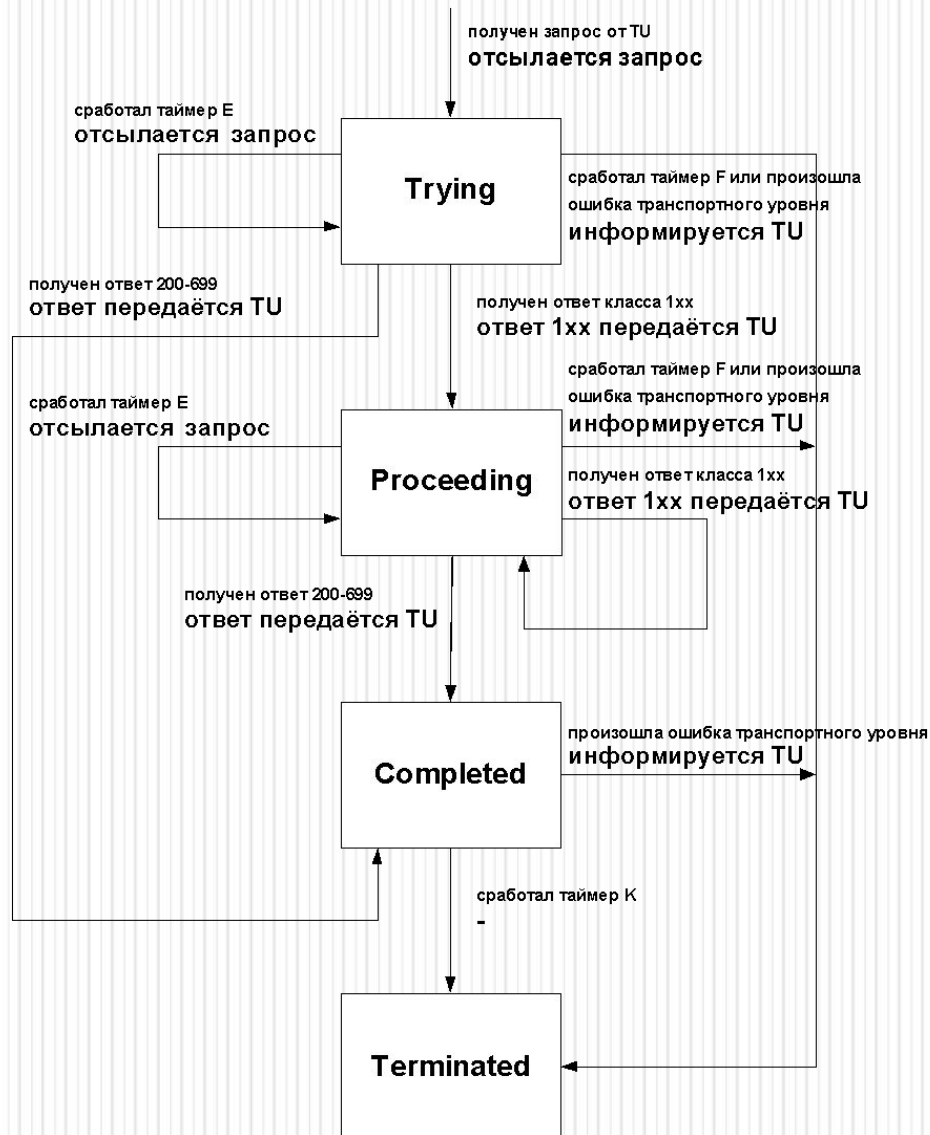
- Один из них поддерживает клиентские транзакции для запросов INVITE (клиентская INVITE-транзакция)
- Второй тип поддерживает клиентские транзакции всех типов запросов, исключая INVITE и ACK

Не существует отдельной клиентской транзакции для запроса ACK: когда у TU возникает необходимость передать этот запрос (при подтверждении ответа класса 2xx на запрос INVITE), он отправляет его напрямую транспортному уровню SIP для доставки по сети.

Конечный автомат клиентской INVITE-транзакции



Конечный автомат клиентской не-INVITE-транзакции



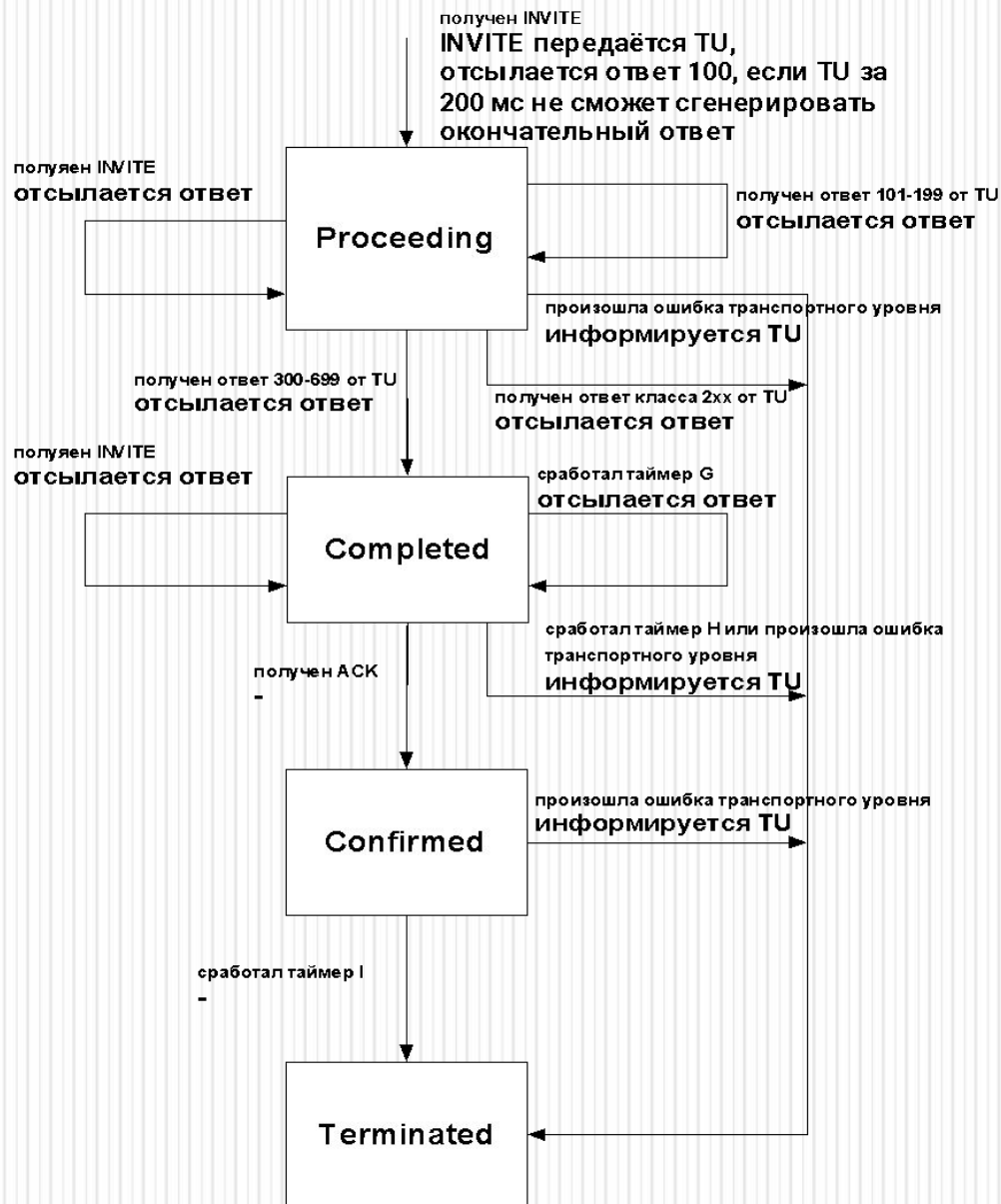
Соответствие ответов клиентским транзакциям

- Когда транспортный уровень клиента принимает ответ, он должен выяснить, какой клиентской транзакции он принадлежит.
- Для этой цели существует параметр «branch» в верхнем заголовке *Via*.
- Ответ соответствует клиентской транзакции при выполнении двух условий:
 - Верхний заголовок *Via* ответа имеет то же значение параметра «branch», что и аналогичный верхний заголовок запроса, инициировавшего транзакцию.
 - Поле типа запроса в заголовке *CSeq* соответствует типу запроса, создавшему транзакцию.

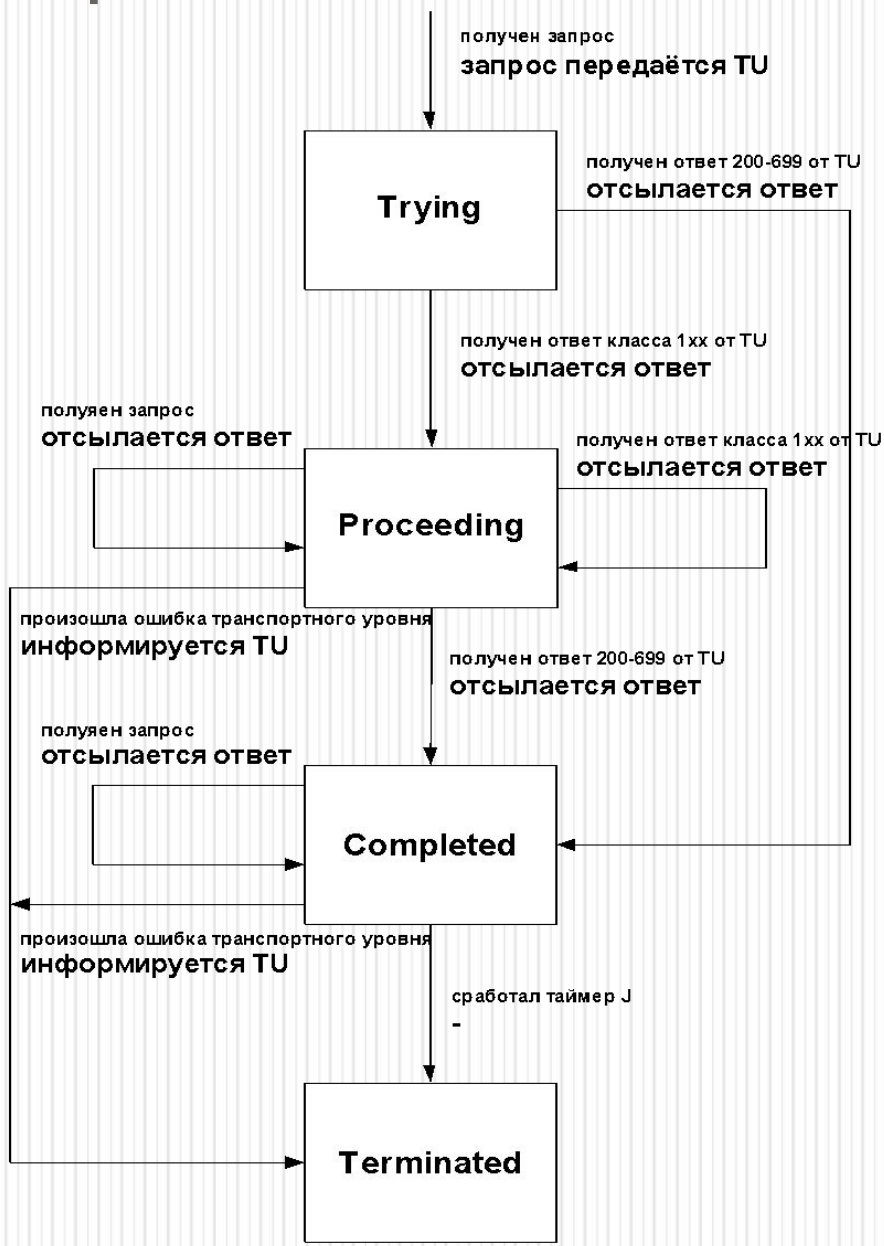
Функционирование серверных транзакций

- Серверная транзакция отвечает за доставку запросов ТУ и надёжную передачу ответов.
- Серверные транзакции создаются при получении запросов при условии, что создание транзакции желаемо для запроса.
- Как в клиентских транзакциях механизм функционирования зависит от типа запроса.

Серверная Invite-транзакция



Серверная не-TCVCE-транзакция

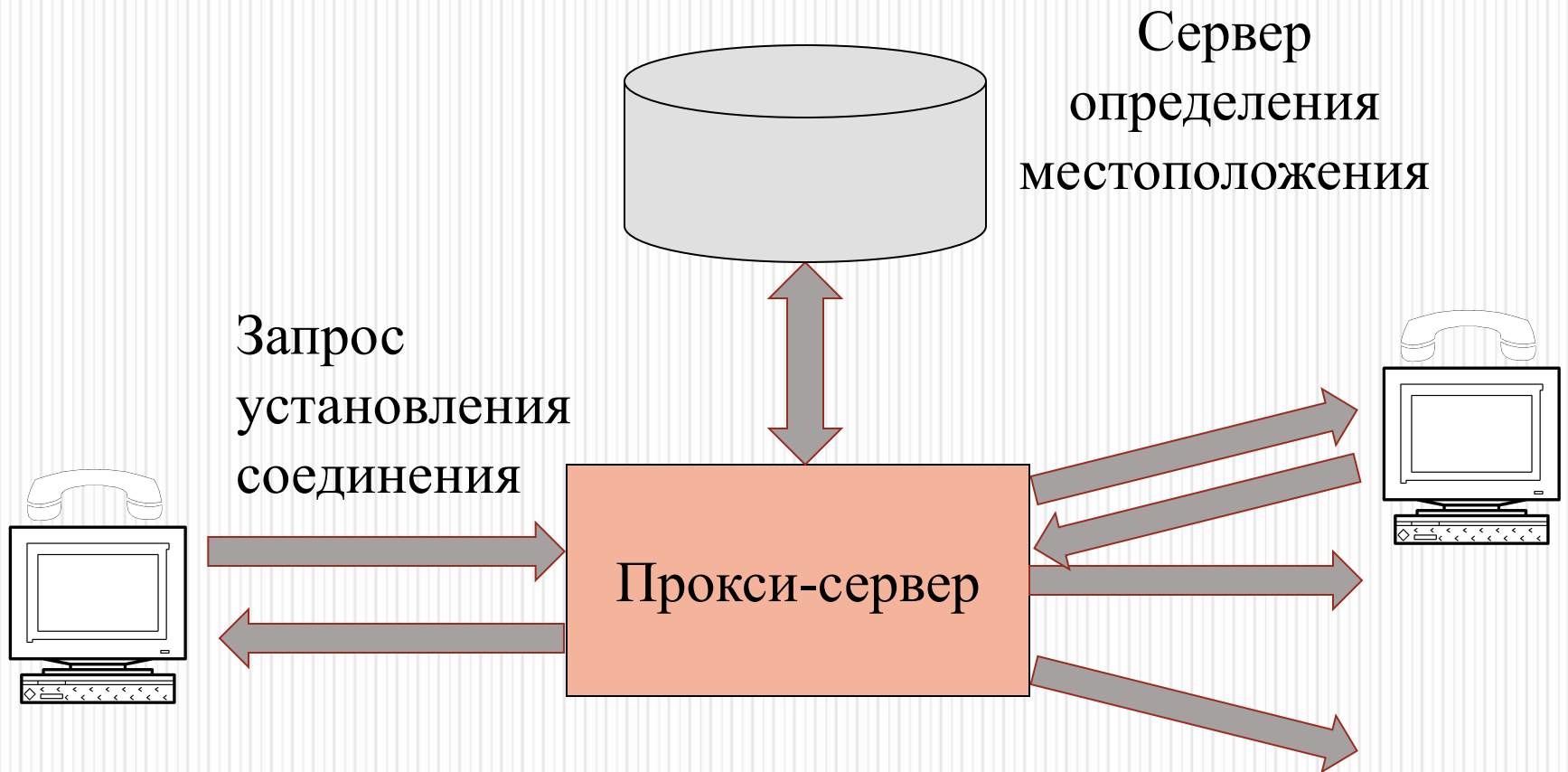


Соответствие запросов серверным транзакциям

Запрос соответствует транзакции, когда:

- параметр «branch» запроса совпадает с аналогичным параметром в первом заголовке *Via* запроса, создавшего транзакцию.
- имя хоста и номер порта в первом значении заголовка *Via* совпадают с аналогичными в первом значении заголовка *Via* запроса, создавшего транзакцию.
- тип запроса соответствует типу запроса, создавшего транзакцию, за исключением запроса АСК, для которого тип запроса, создавшего транзакцию, будет INVITE.

Прокси-сервер



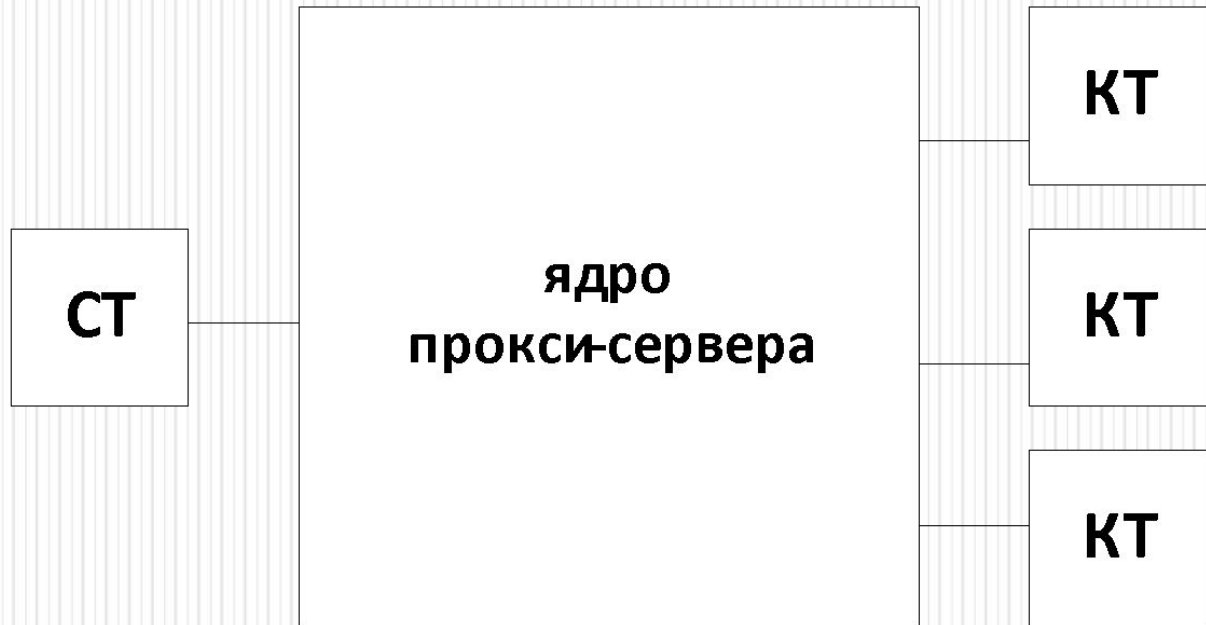
Прокси-сервер

- это элементы сети SIP, которые маршрутизируют SIP-запросы серверам агента пользователя и SIP-ответы – клиентам агента пользователя.
- Запрос может проходить несколько прокси-серверов на пути к UAS.
- Каждый из них будет принимать решения о дальнейшей маршрутизации, внося изменения в запрос перед его пересылкой следующему элементу сети.
- Ответы будут маршрутизироваться через ту же группу прокси-серверов, которая была пройдена запросами, но в обратном порядке.

Прокси-сервер с сохранением состояний

- В режиме с сохранением состояний прокси-сервер действует как механизм обработки SIP-транзакций.
- При функционировании прокси-сервер задействует серверную транзакцию и одну или несколько клиентских транзакций
- Входящие запросы обрабатываются серверной транзакцией.
- От серверной транзакции запросы направляются ядру прокси-сервера.
- Ядро прокси-сервера определяет, куда маршрутизировать запрос, выбирая один или несколько мест назначения для следующей пересылки запроса.

Прокси-сервер с сохранением состояний



КТ - клиентская транзакция

СТ - серверная транзакция

Функции прокси-сервера с сохранением состояния

- Для каждого запроса элемент, выполняющий роль прокси-сервера, должен осуществлять следующие функции:
 - Проверка правильности составления запроса
 - Предварительная обработка маршрутной информации
 - Определение адреса (адресов) для пересылки
 - Пересылка запроса
 - Обработка всех ответов

Сервер без сохранения состояния

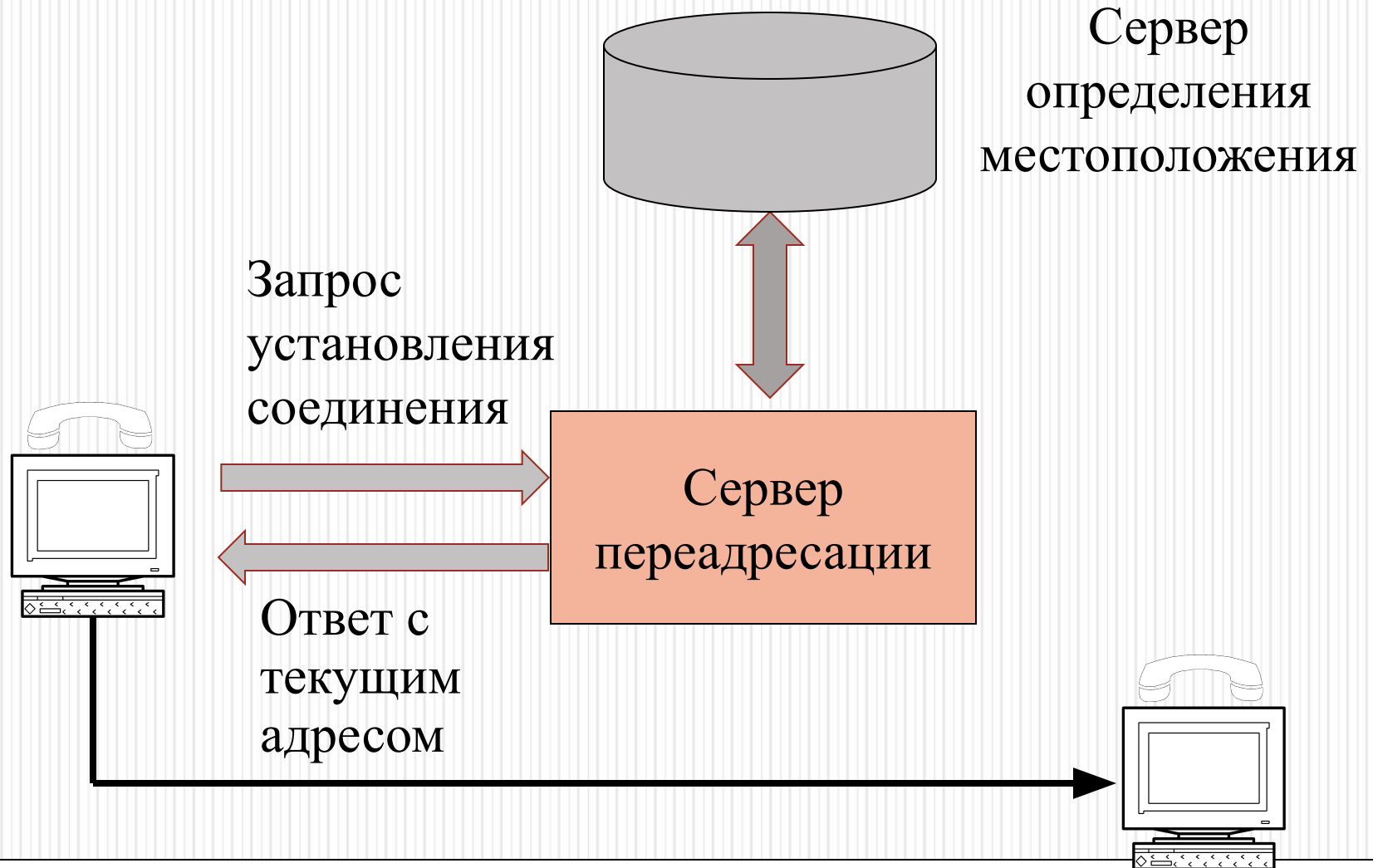
- Работает как ретранслирующий узел сети
- Он пересылает каждый запрос следующему элементу, принимая решения о маршрутизации исходя из информации, содержащейся в запросе.
- Полученные ответы он просто пересылает обратно.
- Он удаляет информацию о прошедшем сообщении, как только сообщение было ретранслировано.

Сервер переадресации

Сервер переадресации предназначен для определения текущего адреса пользователя

- Не генерирует своих запросов
- Не терминирует вызовы
- Не содержит клиентскую часть программного обеспечения

Сервер переадресации

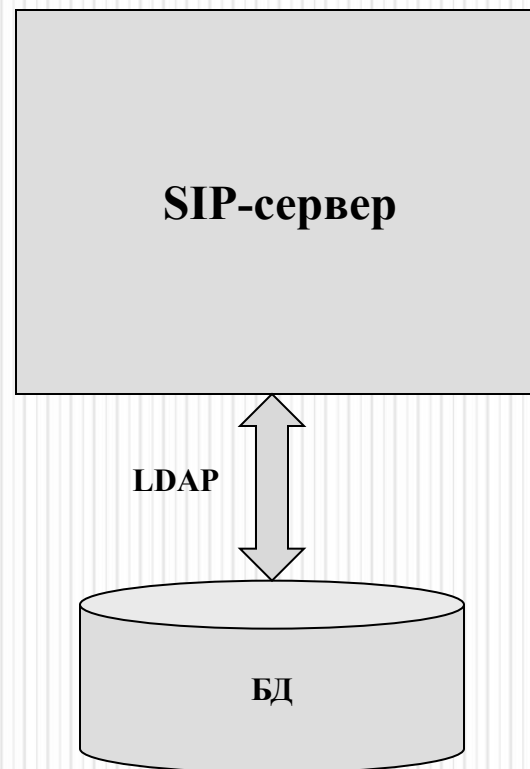
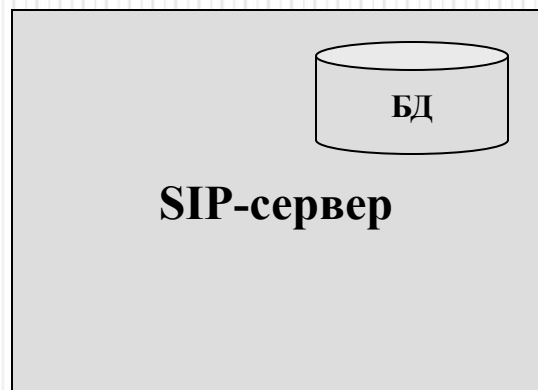


Сервер определения местоположения

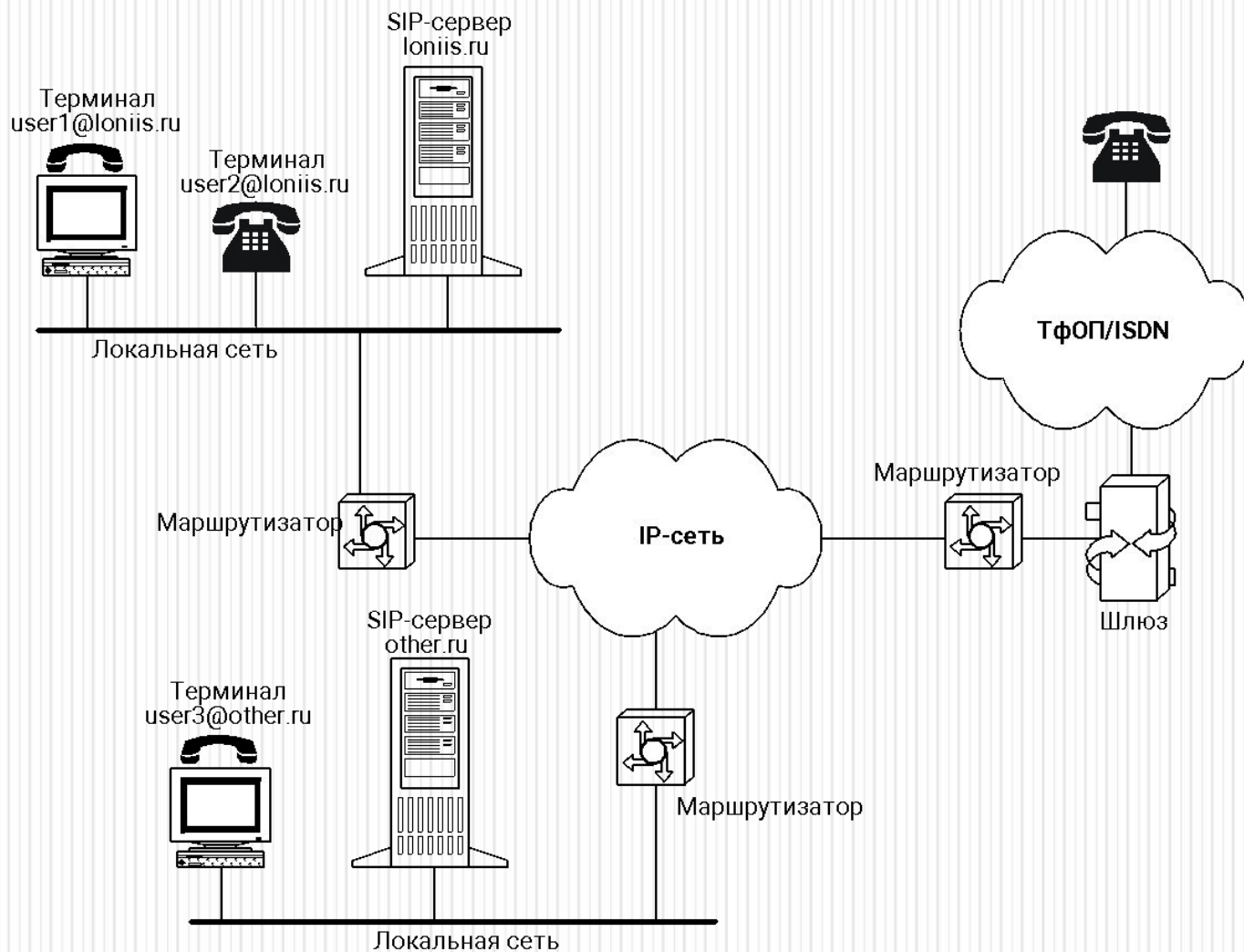
- Служит для хранения текущего адреса пользователя.
- Позволяет агентам регистрировать свое местоположение , обеспечивая тем самым мобильность пользователя
- Может быть совмещен с прокси-сервером
- О своем местоположении пользователь информирует сервер при помощи сообщения REGISTER. 2 режима регистрации:
 - Новый адрес сообщается один раз
 - Новый адрес сообщается через определенные промежутки времени

Сервер определения местоположения

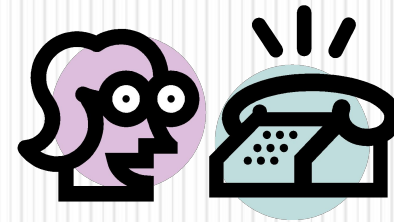
Локальная Удаленная



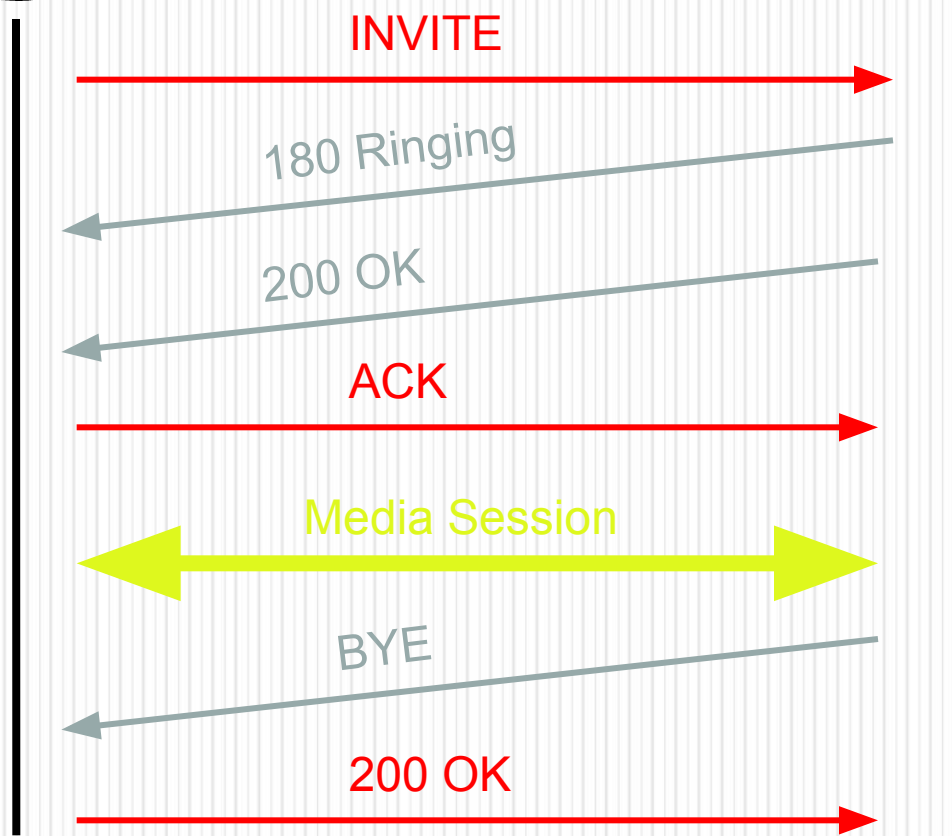
Пример построения SIP-сети



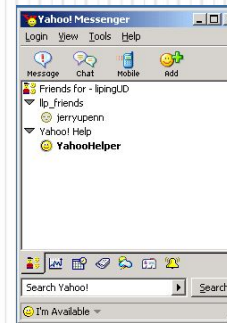
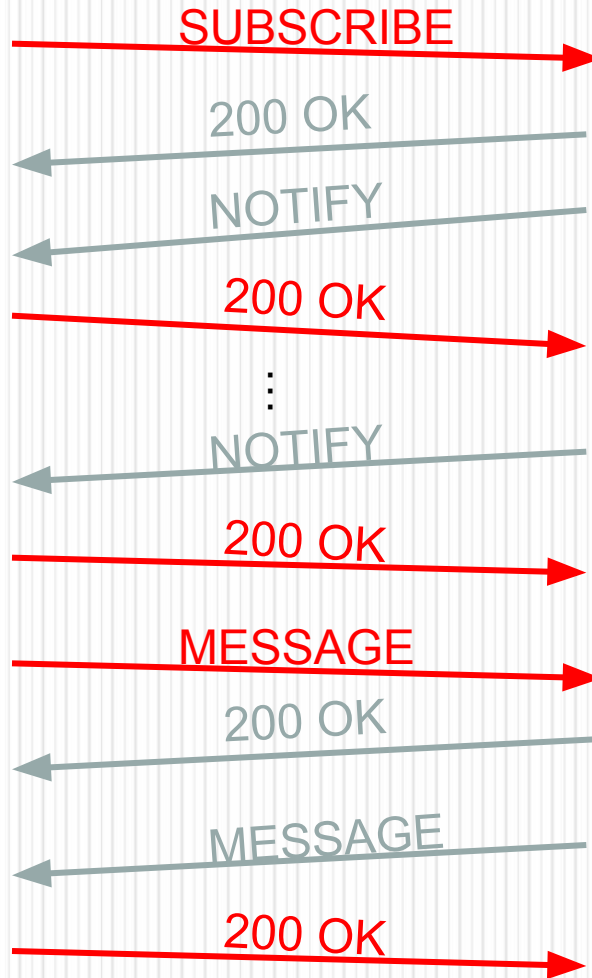
Tesla



Marconi



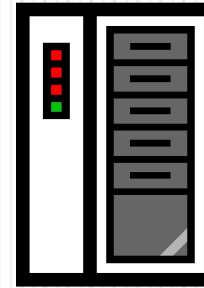
Пример установления соединения в SIP сети



Пример услуги «мгновенного обмена сообщениями»



Alice



Registrar Server



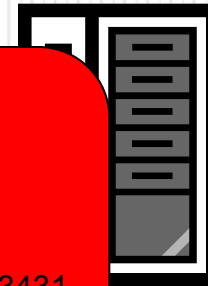
Пример регистрации в сети SIP

Регистрация в сети SIP



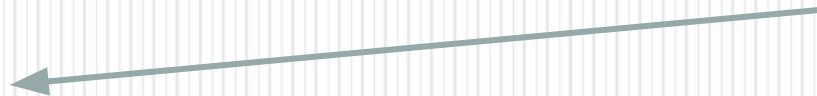
Alice

```
REGISTER sip:registrar.udel.edu
Via: SIP/2.0/UDP 128.175.13.50:5060;
    branch=z9hG4bKus19
Max-Forwards: 70
To: Alice <sip:alice@eecis.udel.edu>
From: Alice <sip:alice@eecis.udel.edu>;tag=3431
Call-ID: 23@128.175.13.50
CSeq: 1 REGISTER
Contact: sip:alice@128.175.13.50
Content-Length: 0
```



Registrar Server

```
To: Alice <sip:alice@eecis.udel.edu>
From: Alice <sip:alice@eecis.udel.edu>;tag=3431
Call-ID: 23@128.175.13.50
CSeq: 1 REGISTER
Contact: <sip:alice@128.175.13.50>;expires=3600
Content-Length: 0
```

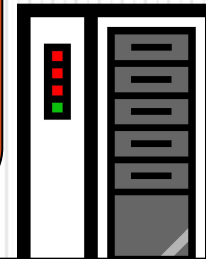


SIP Redirect Server

INVITE sip:bob@yahoo.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060
branch=z9hG4bKmp17a
To: Bob <sip:bob@yahoo.com>
From: Alice <sip:alice@udel.edu>;tag=
Subject: Where are you exactly?
Contact: <sip:alice@pc.udel.edu>

ACK

SIP/2.0 302 Moved Temporarily
Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060;
branch=z9hG4bKmp17a
To: Bob <sip:bob@yahoo.com>;tag=64
From: Alice <sip:alice@udel.edu>;tag=42
Subject: Where are you exactly?
Contact: sip:alice@200.201.202.203

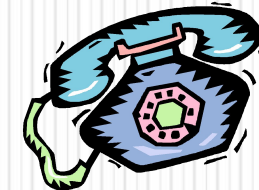


Redirect Server



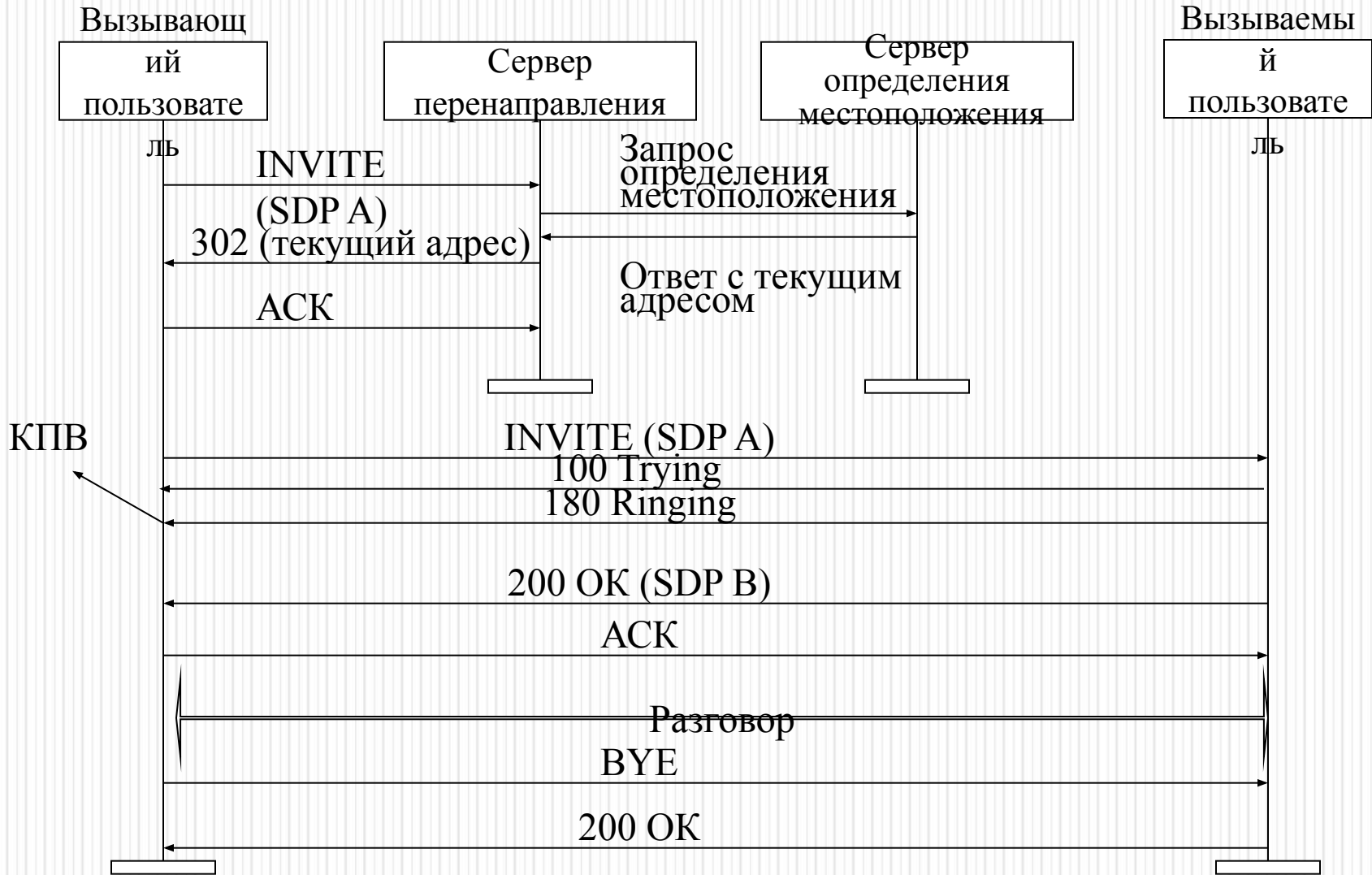
Alice

INVITE sip:bob@200.201.202.203 SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060;
branch=z9hG4bKmp17a
To: Bob <sip:bob@yahoo.com>
From: Alice <sip:alice@udel.edu>;tag=13473
Subject: Where are you exactly?
Contact: <sip:alice@pc.udel.edu>

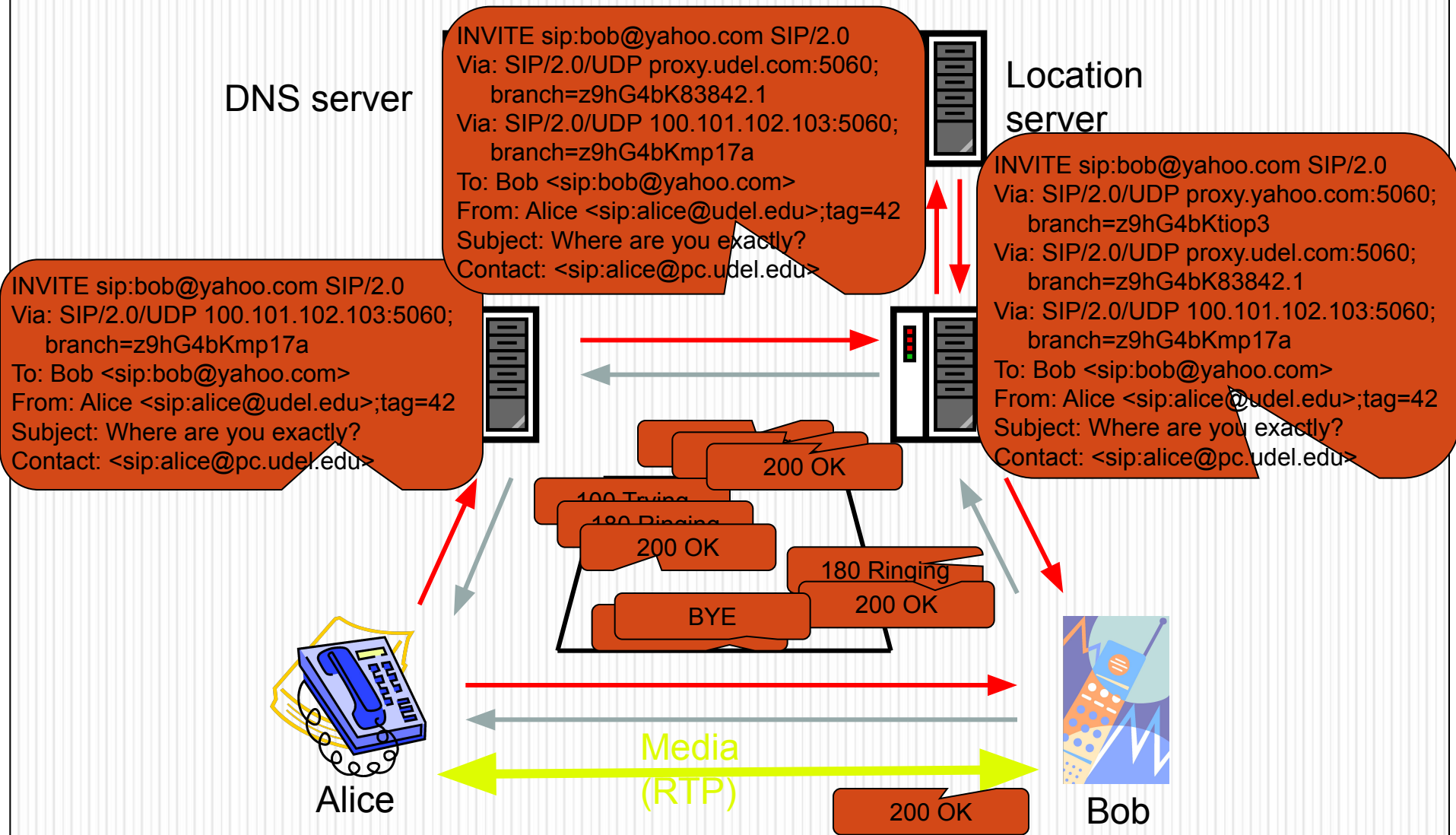


Bob

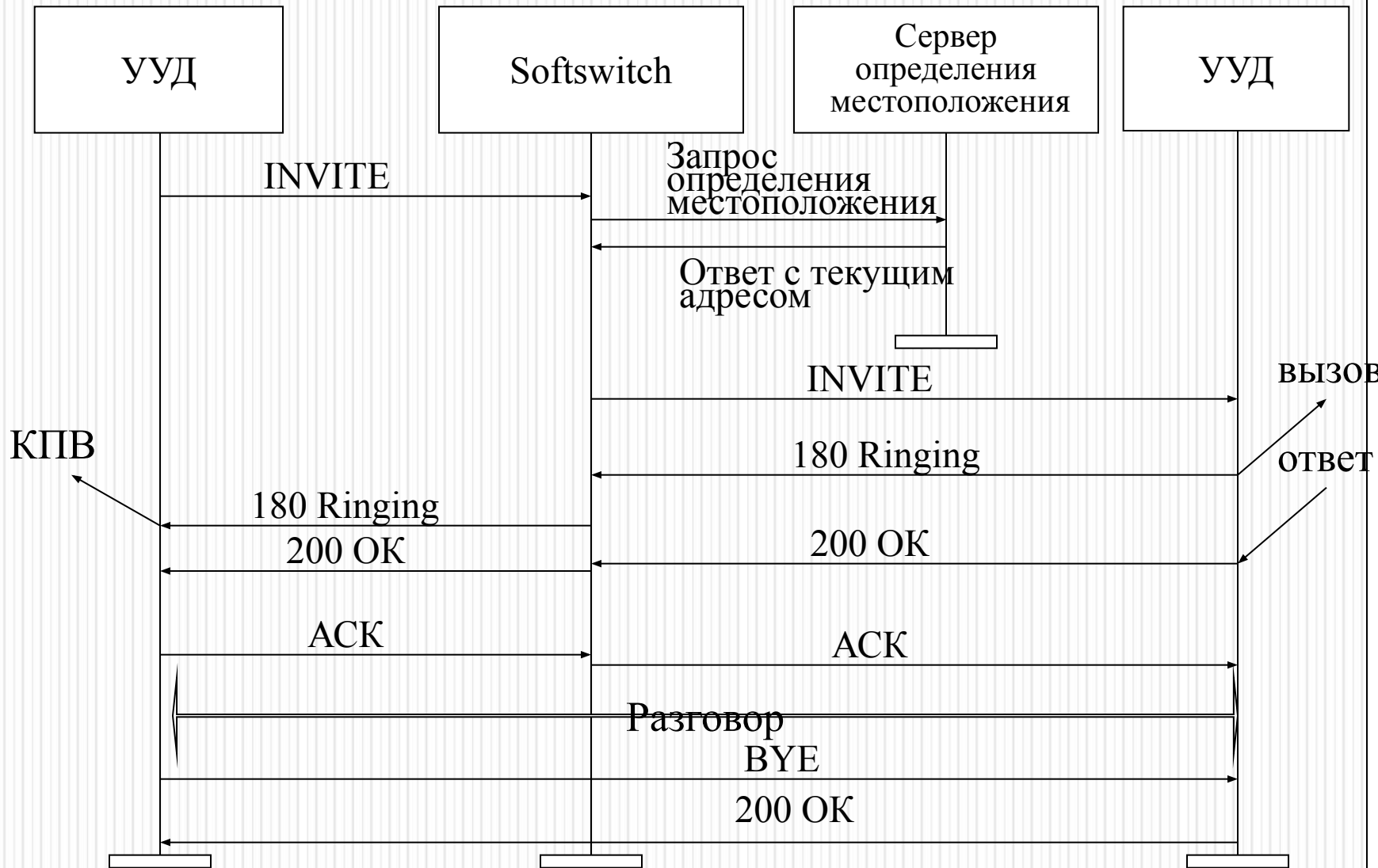
Алгоритм работы сервера перенаправления



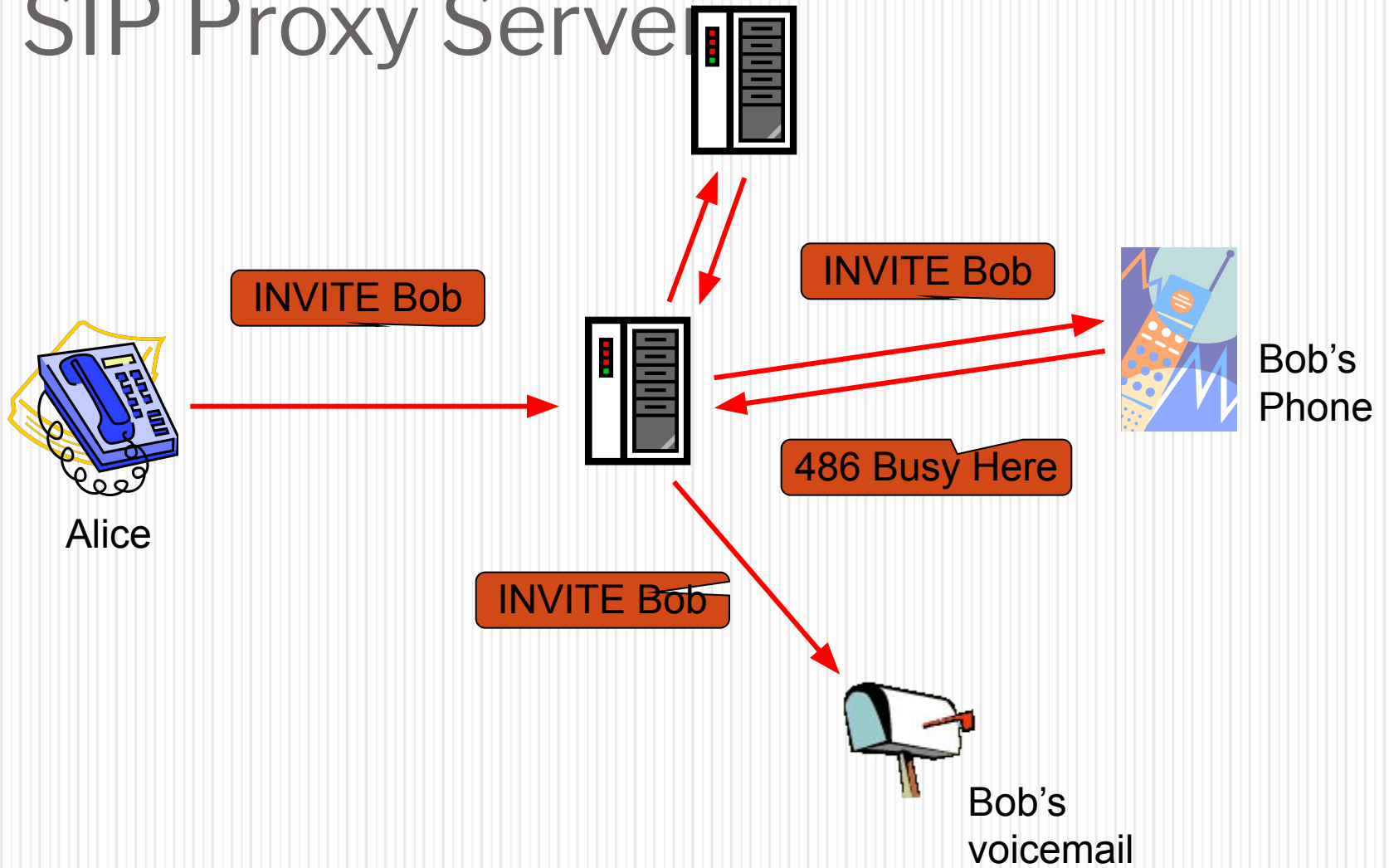
Алгоритм работы прокси-сервера



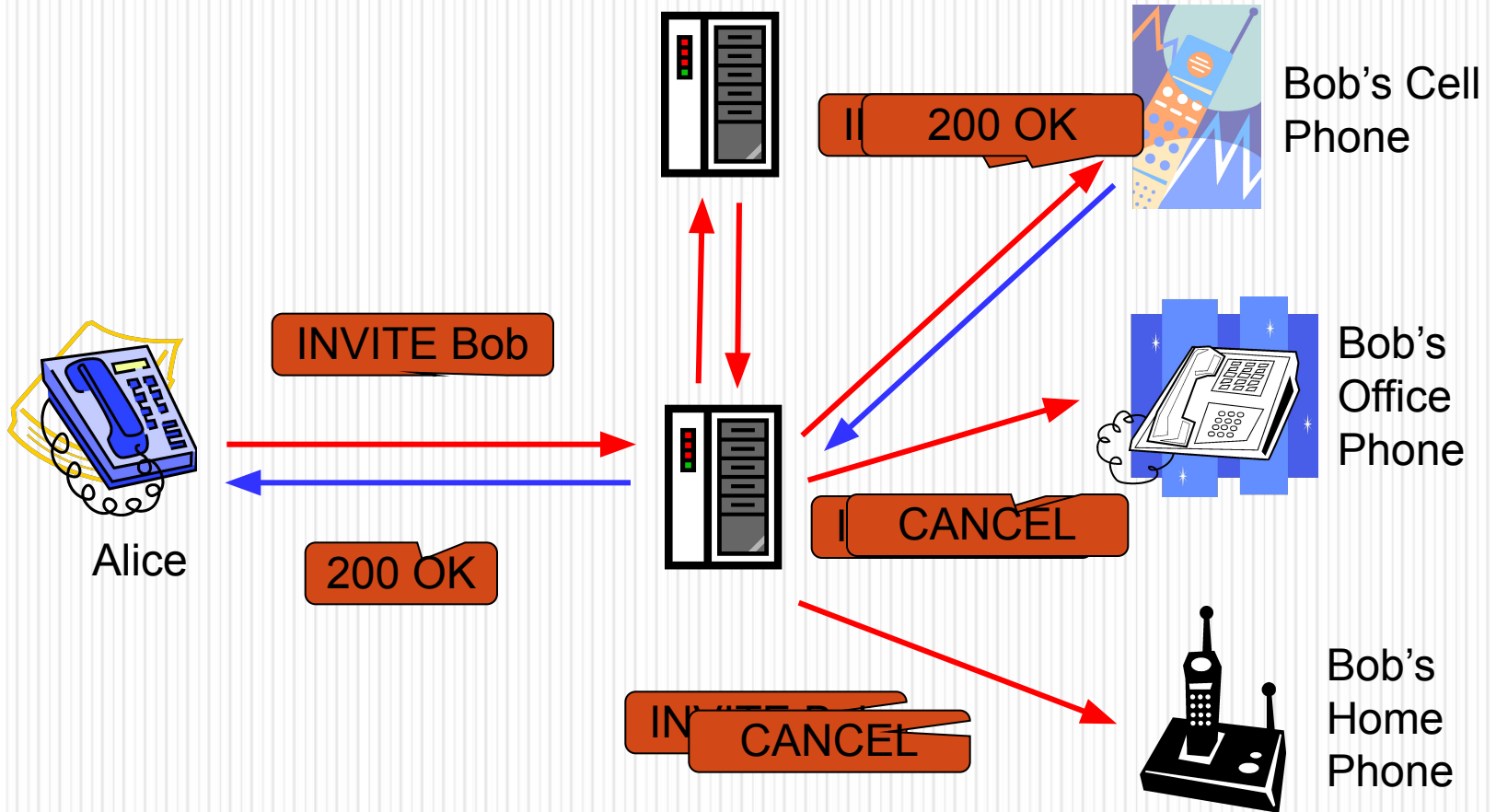
Алгоритм работы прокси-сервера или Softswitch NGN



SIP Proxy Server



SIP Proxy Server



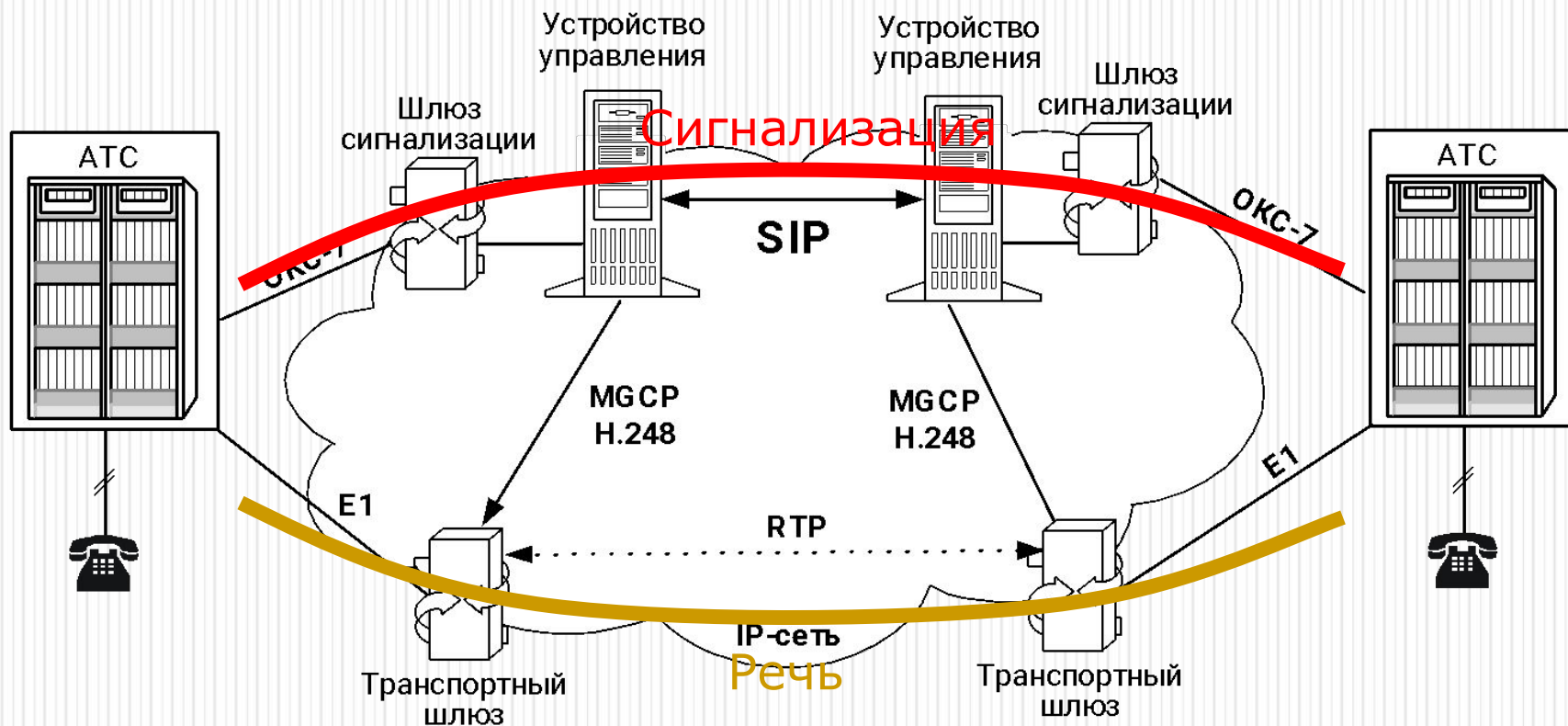
Транспортный уровень протокола SIP

- Отвечает за перенос запросов и ответов через сеть с использованием ее транспортных протоколов
- Отвечает за управление соединениями таких протоколов как TSP и SCTR
- Имеет клиентскую и серверную стороны
- Соединение контролируется как на клиентской так и на серверной стороне

Транспортный уровень протокола SIP

- Соединения идентифицируются указателем, состоящим из:
 - Адреса
 - Порта
 - Транспортного протокола на удаленном конце
- Соединение должно сохраняться в течение некоторого интервала времени после того, как последнее сообщение было передано или получено через это соединение

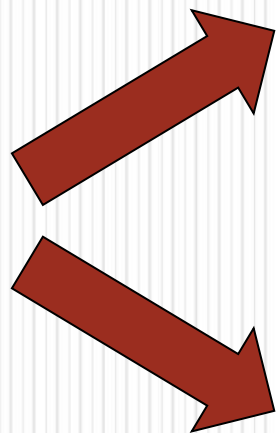
Передача речи и команд управления



SIP-T (SIP for Telephony)

Требование к сети IP-телефонии это возможность так называемой **прозрачности** услуг относительно ТфОП. Традиционные телефонные услуги, такие как call waiting, услуга 800 и т.д. реализуются с помощью системы сигнализации №7.

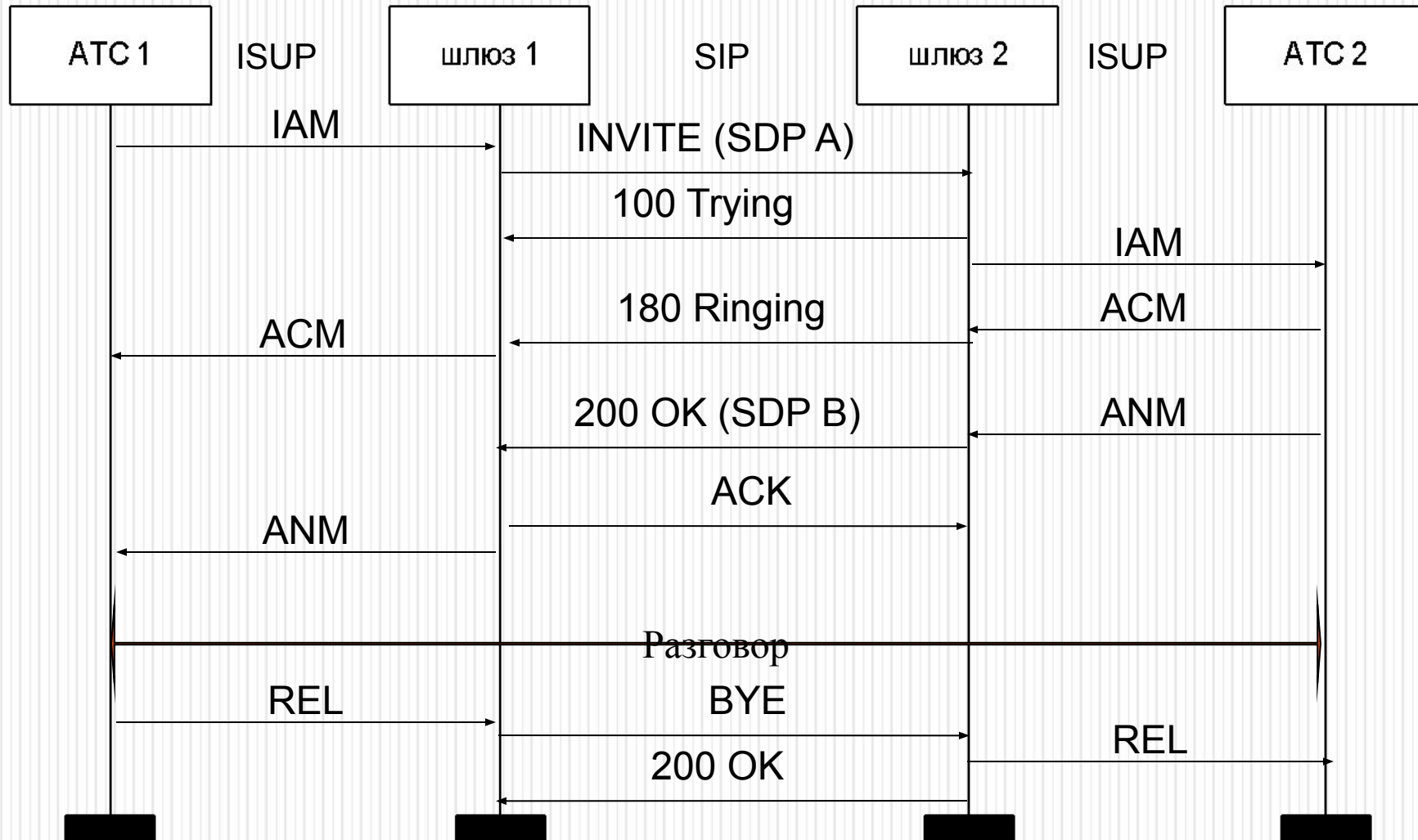
SIP-T



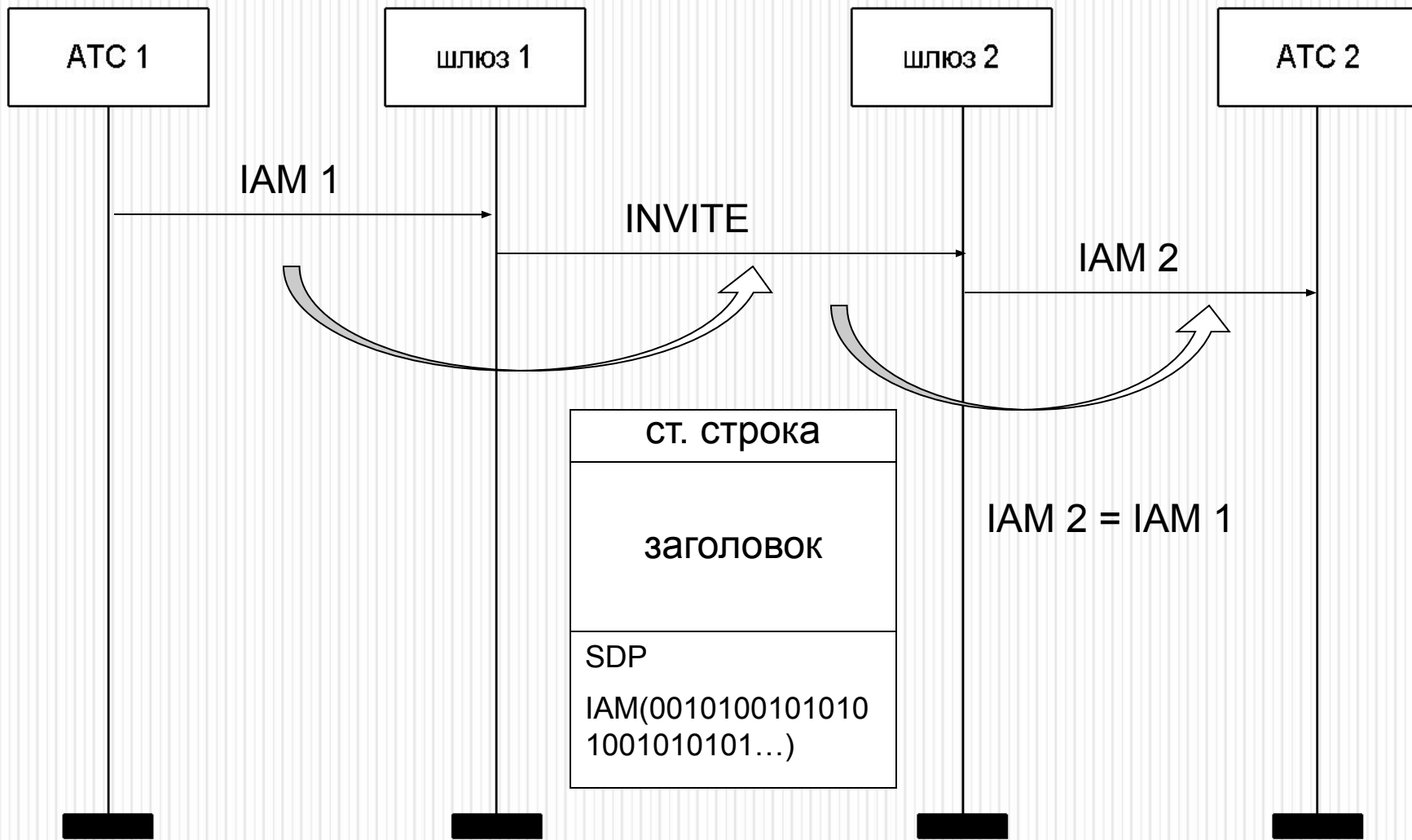
Инкапсуляция сообщений ОКС7/DSS-1 в сообщения SIP

Использование информации из сообщений ОКС7/DSS-1

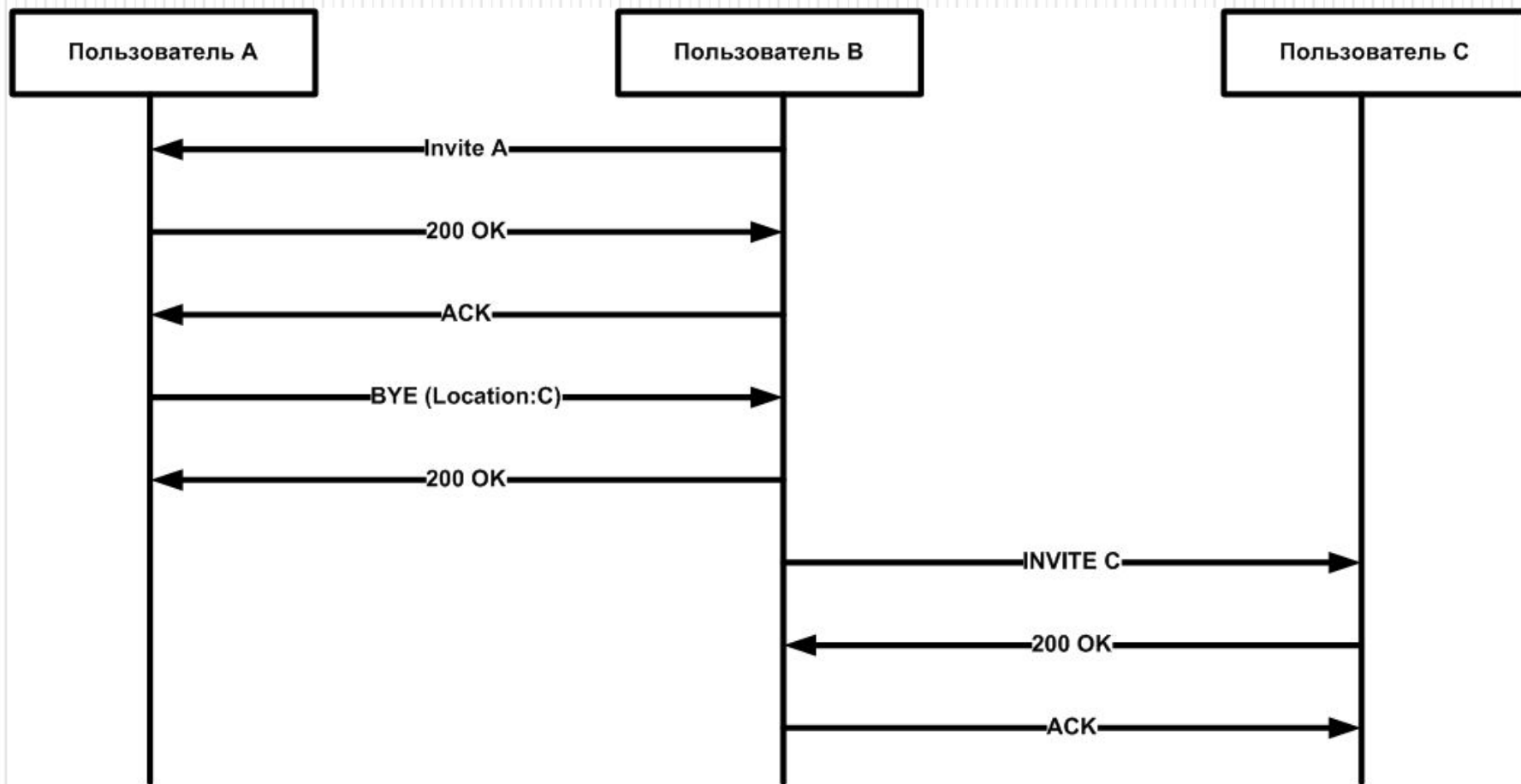
Взаимодействие с ТфОП



Инкапсуляция

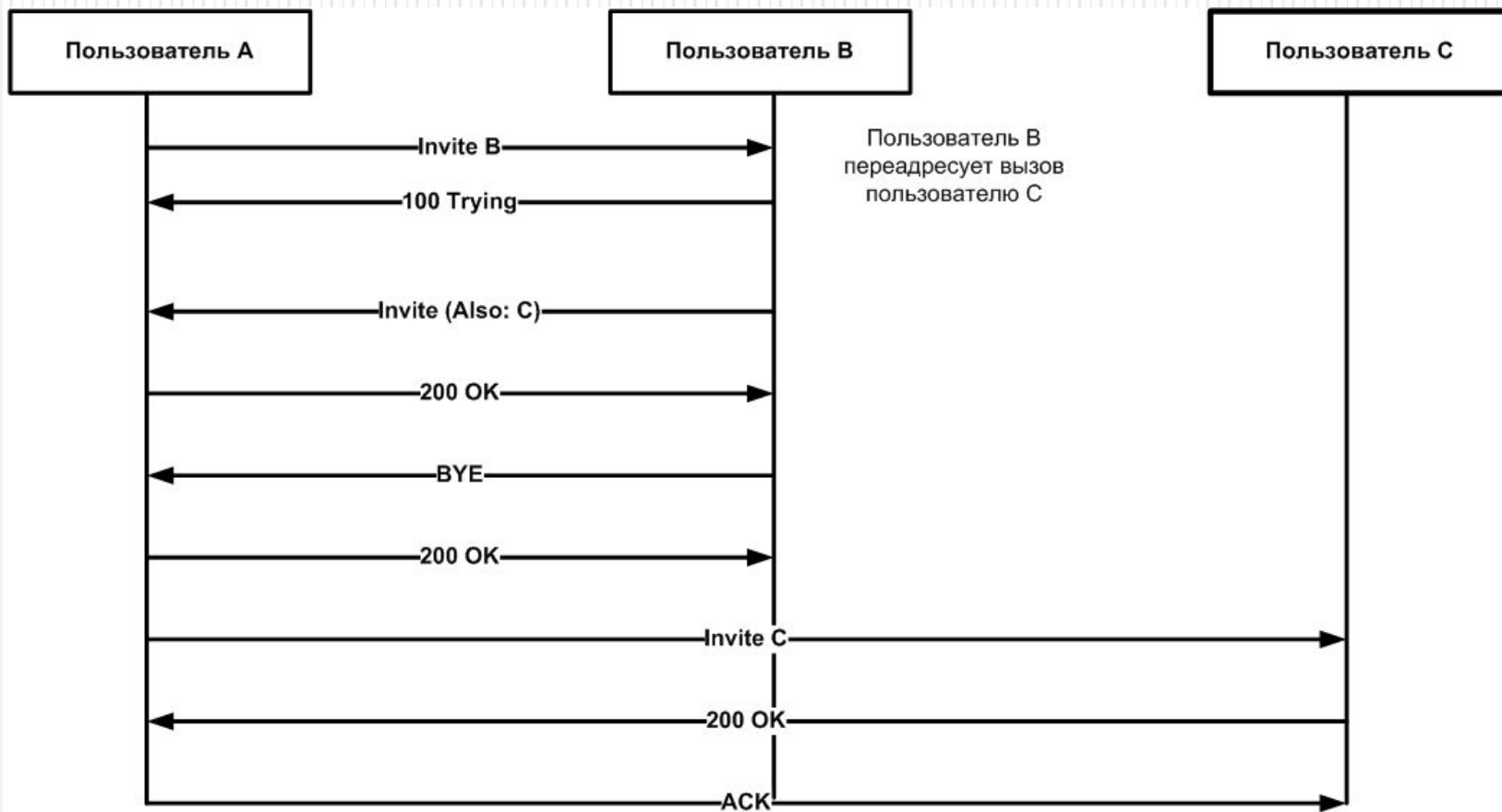


Дополнительные услуги:



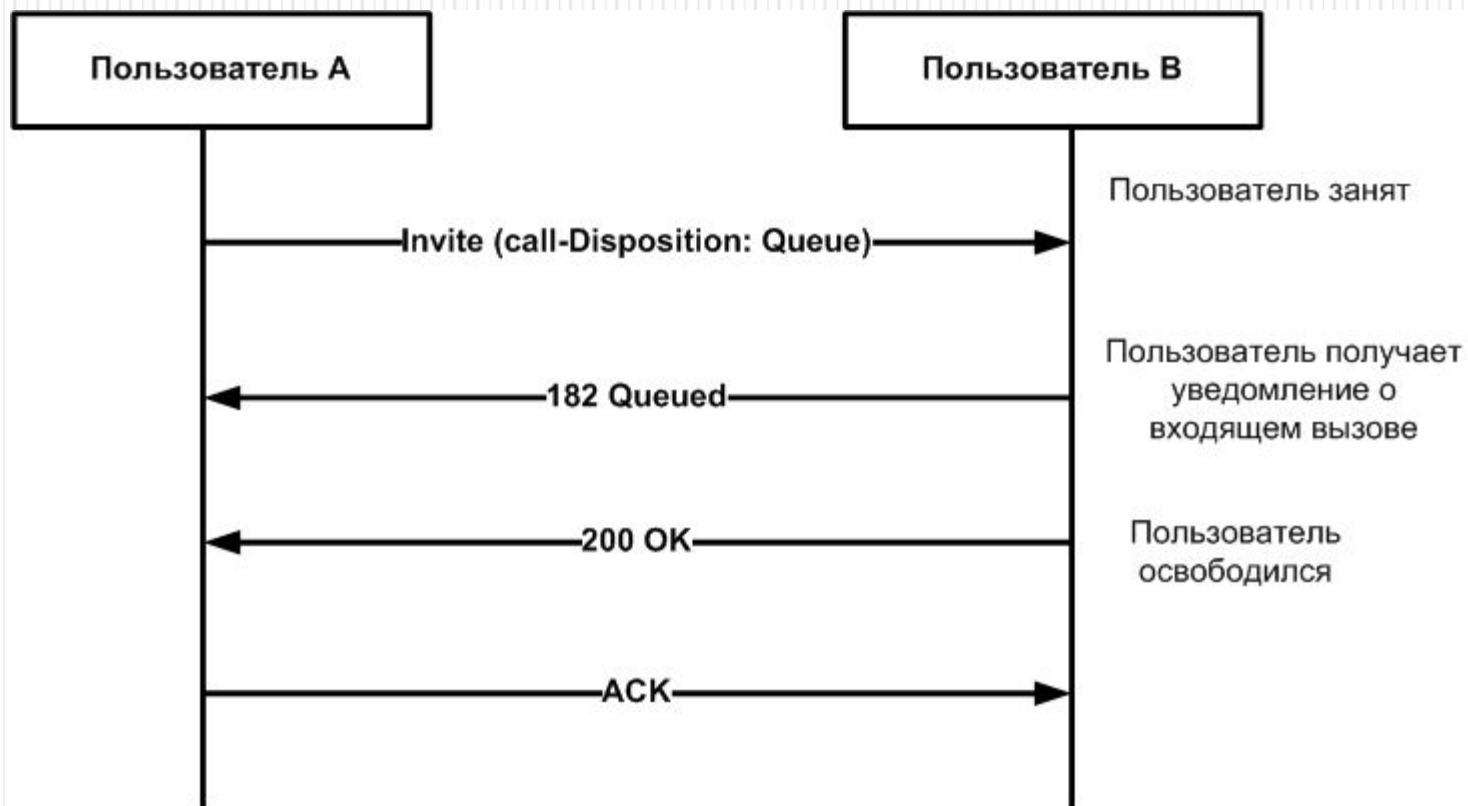
- Услуга «Переключение связи»

Дополнительные услуги:



- Услуга «Переадресация вызова»

Дополнительные услуги:



- Услуга «Уведомление о вызове во время связи»

Применения SIP

- 1. Сотовые сети нового поколения 3G**
- 2. SIP для установления мультимедийных сессий**
- 3. SIP for Telephony (SIP-T)**

Заключение

- SIP – перспективный современный подход к построению сетей IP-телефонии
- SIP – удобный и простой для реализации и техобслуживания
- SIP легко интегрируем в существующий стек протоколов Интернет
- SIP выбран в качестве протокола установления соединения в сотовых сетях поколения 3G
- SIP начинает использоваться в программных продуктах современных компаний (напр., Microsoft)
- SIP стремятся поддержать почти все производители оборудования IP-телефонии (Cisco, 3Com, Alcatel-Lucent)