ПРОТЕЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
www.protei.ru

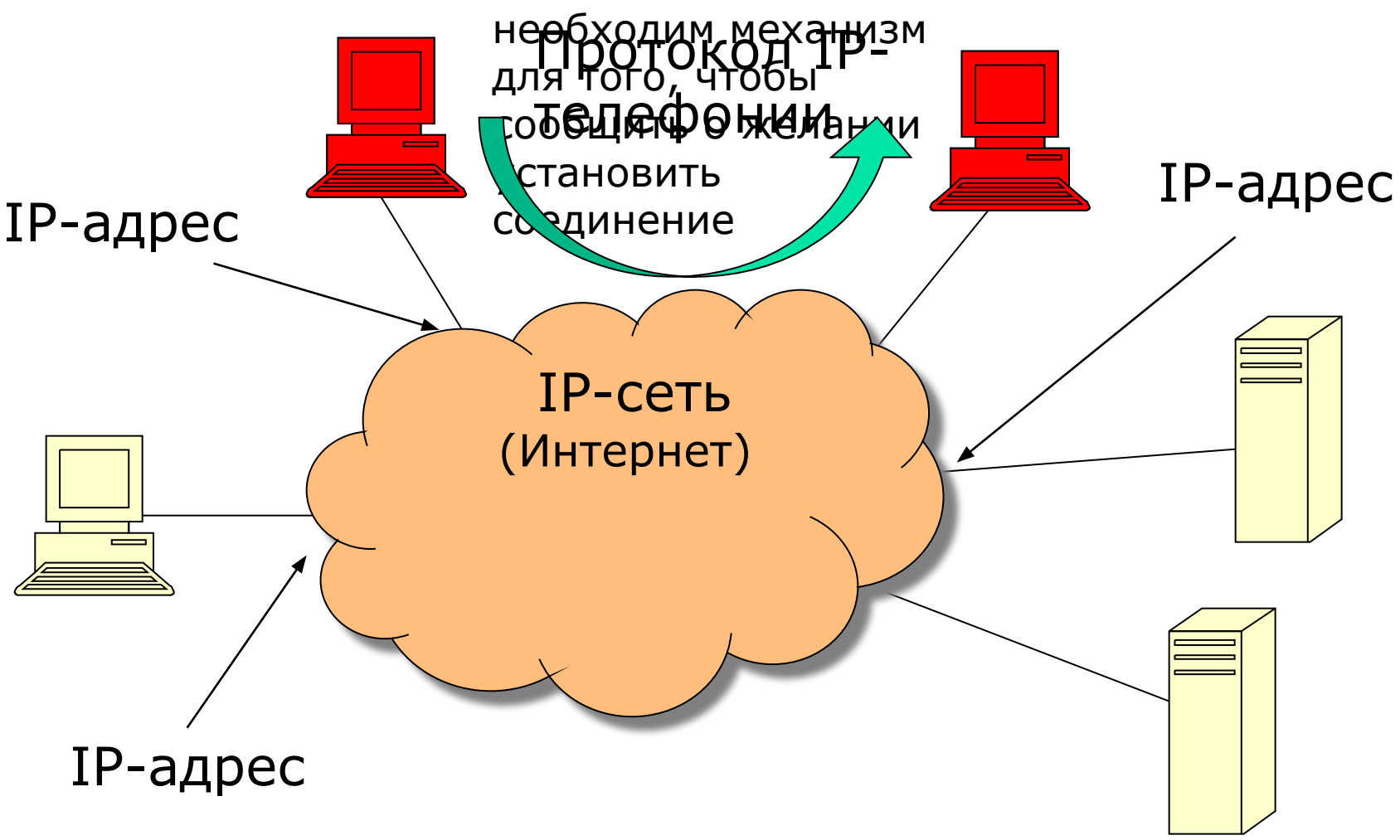
Архитектура и технологии NGN

Елагин Василий Сергеевич
Руководитель аналитического отдела NGN
elagin@protei.ru

Протокол сигнализации

SIP

Основы IP-телефонии



Основные принципы

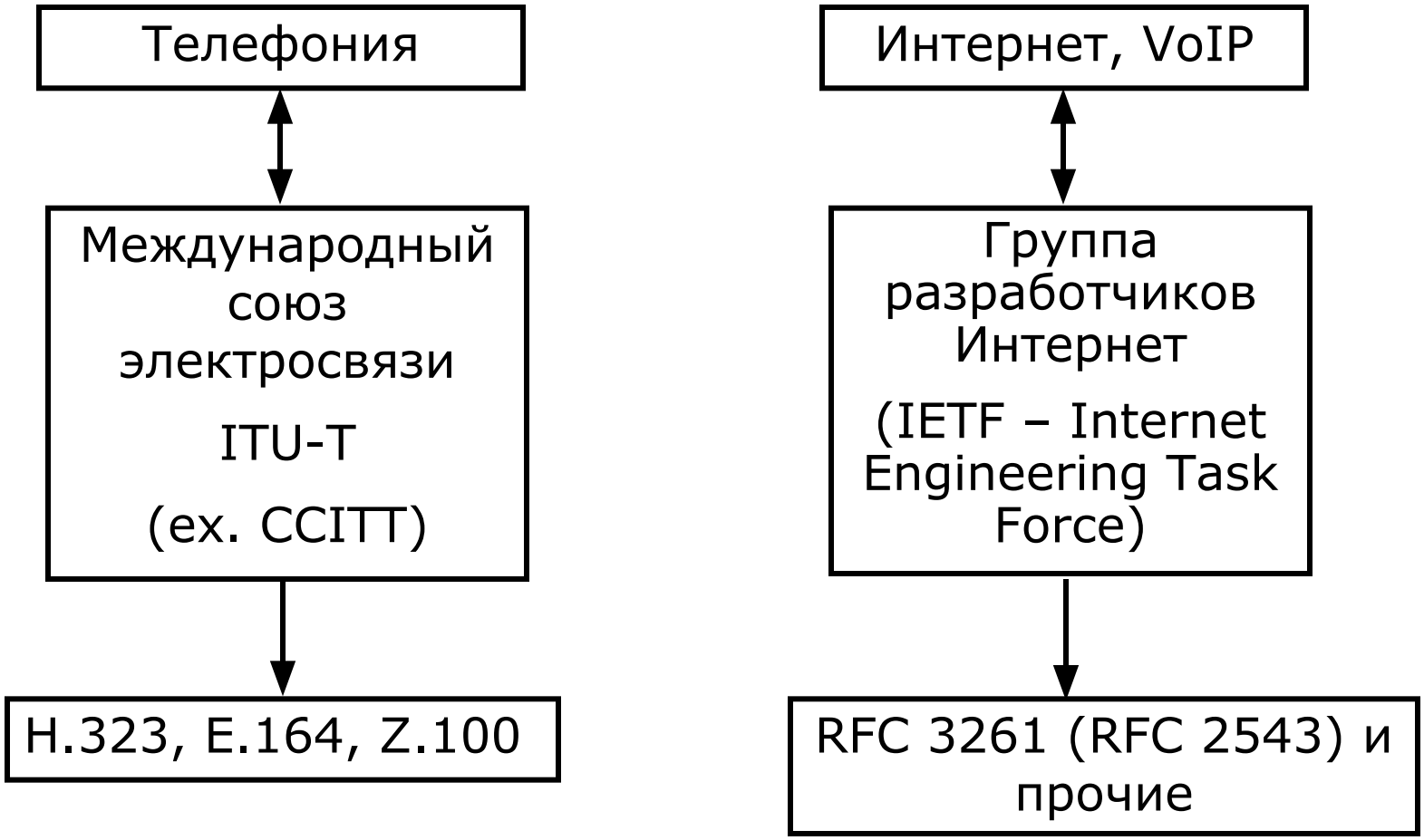
- Терминалы имеют IP-адреса, но более удобно использовать E.164 номера, псевдонимы или текстовые адреса ⇒ необходимо преобразование IP-адресов в эти новые адреса
- Терминалы имеют различные функциональные характеристики (кодек, скорость передачи, тип информации и т.д.) ⇒ необходим механизм оповещения удаленной стороны об этих характеристиках (H.245, SDP)
- Наличие некоторых отличий в типах сессий (передача текста, изображений, смена типа соединения во время сеанса и т.д.)

Установление соединения

Делится на две части (как правило, используются разные протоколы):

1. **Уведомление о вызове, передача сигнала «контроль посылки вызова (КПВ), ответ, разъединение и т.д. (как в традиционной телефонии)**
2. **Соглашение о типе сессии и ее параметрах. (подобный механизм есть в ISDN)**

Стандартизация 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 3261)

SIP – Session Initiation Protocol – Протокол инициализации сессии (сеанса связи), Протокол установления соединений

Принципы, заложенные в основу SIP при его разработке

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

Адресация в SIP

В Интернет – URL (Uniform Resource Location)
(http://www.protei.ru/index.html)

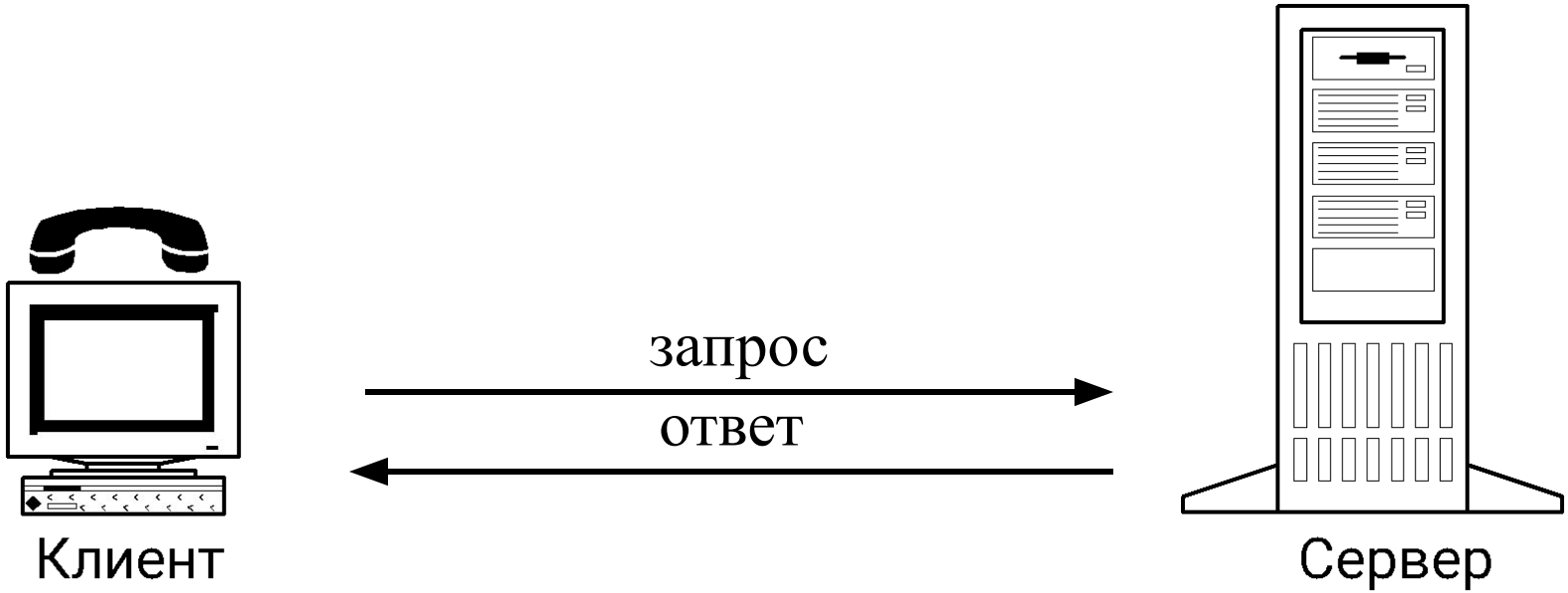
В SIP – SIP URL *(sip:name@host)*

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

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 (zarubin@protei.ru)**
- **Текстовый формат сообщений → простота и удобство техобслуживания и программирования**
- **Высокая информативность сообщений → минимальное время установления соединения**

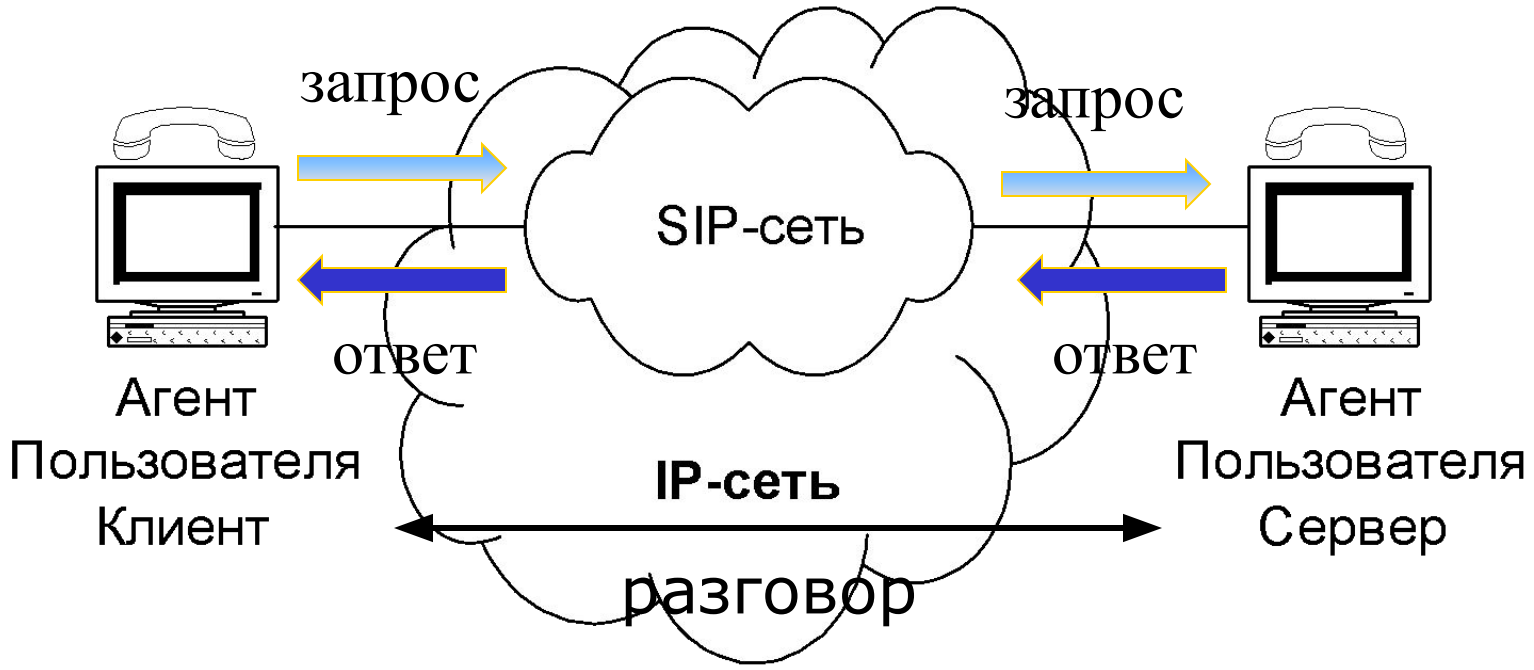
Архитектура «клиент-сервер»



Элементы сети SIP

- **Агент пользователя (UA – User Agent)**
  - **Клиент агента пользователя (UAC)**
  - **Сервер агента пользователя (UAS)**
- **Прокси-сервер (proxy server)**
- **Сервер переадресации (redirect server)**
- **Сервер определения местоположения (location server), не стандартизирован SIP RFC**

Агент пользователя



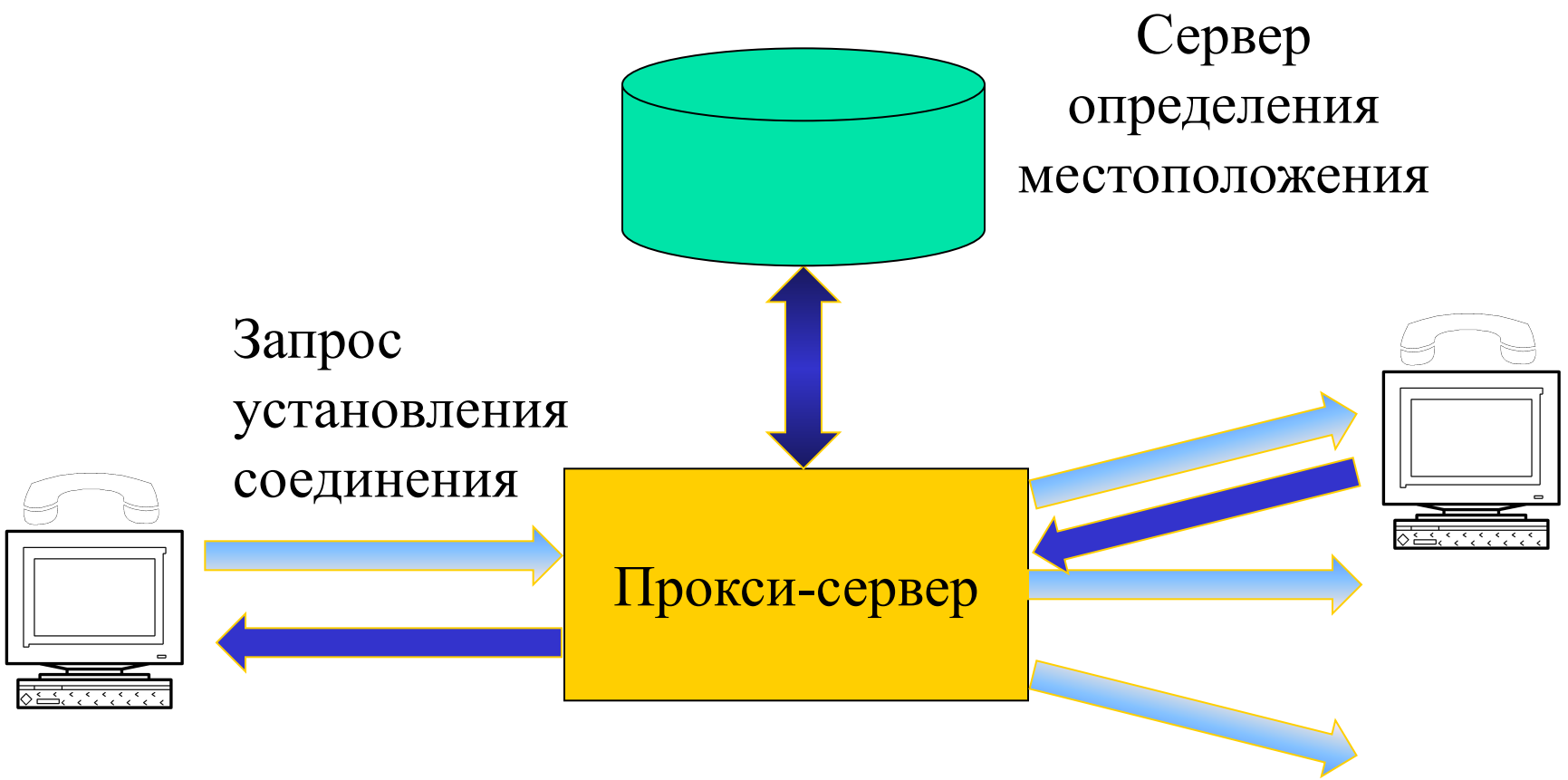
Прокси-сервер

Прокси-сервер принимает запросы и «берет» их обслуживание на себя

Бывает двух типов:

- **Stateless – принимает запросы, перенаправляет их дальше и забывает**
- **Stateful – принимает запросы, перенаправляет их и ждет ответы**

Прокси-сервер

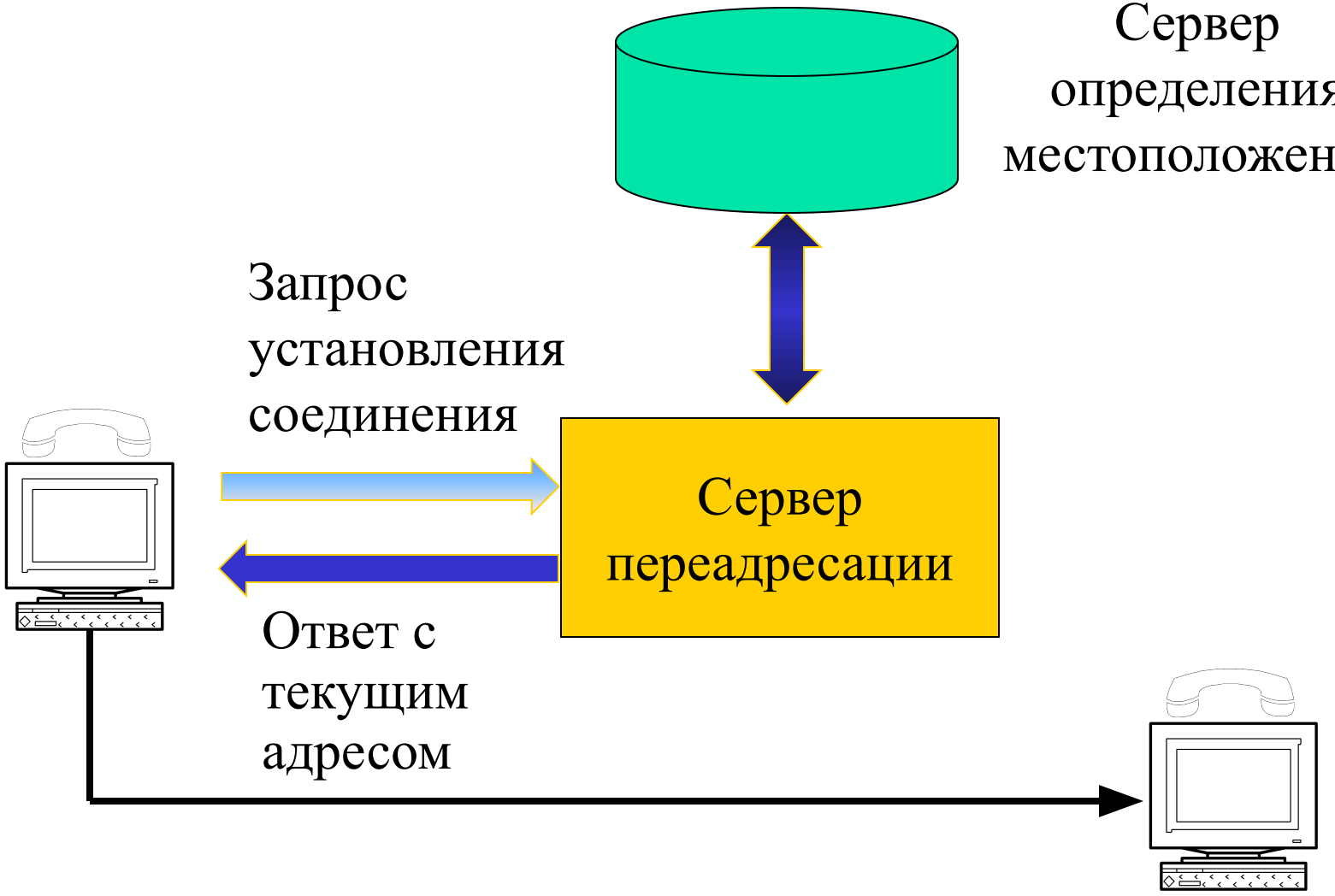


Сервер переадресации

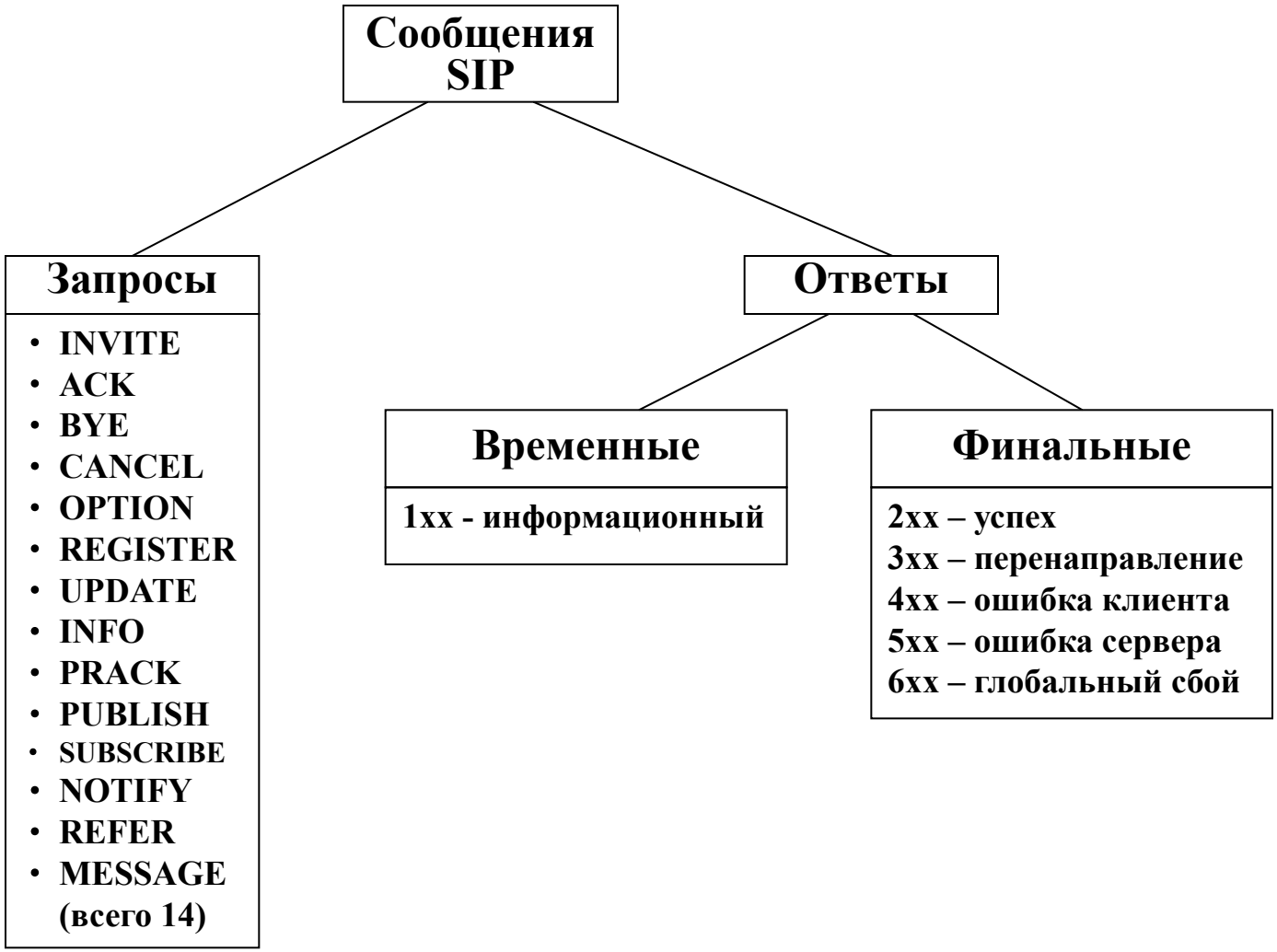
Сервер переадресации предназначен для определения текущего адреса пользователя

Не генерирует своих запросов

Сервер переадресации



Сообщения SIP



Структура сообщений

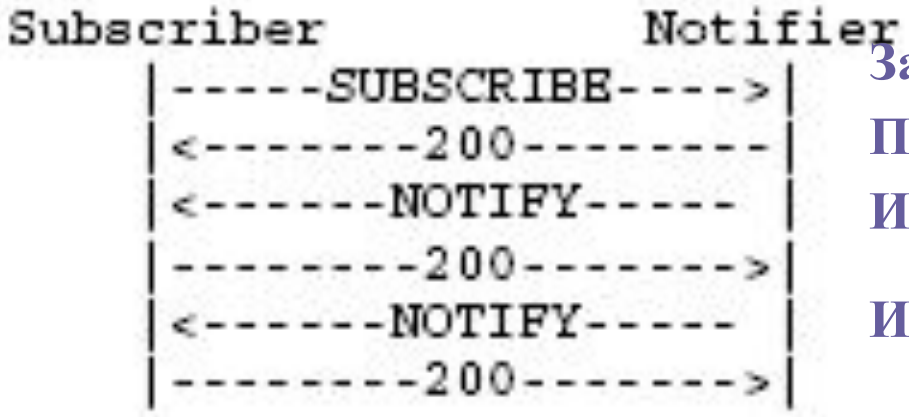
Запросы (1)

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 (2)

Тип запроса	Описание запроса
UPDATE	Предлагает новый 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 информирования об изменении состояния сервера
REFER	Команда перевода вызова
MESSAGE	Обеспечивает передачу пользовательской информации без установления сеанса связи
PUBLISH	Обеспечивает передачу информации о состоянии агента пользователя.

Пример сценария Subscribe/Notify



Запрос на подписку о передаче состояний

Подтверждение подписки

Информация о текущем состоянии

Информация о текущем состоянии

Ответы

Шесть групп ответов:

1xx – информационные

2xx – успех

3xx – перенаправление

4xx – ошибка клиента

5xx – ошибка сервера

6xx – глобальная ошибка

Ответы 1xx

- **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**

Ответы 2xx

200 OK - Команда успешно выполнена

Ответы 3xx

- **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**

Ответы 5xx

- **500 Internal Server Error - Внутренняя ошибка сервера**

Ответы 6xx

- **600 Busy Everywhere**
  Вызываемый пользователь занят и не желает принимать вызов в данный момент. Ответ может указывать подходящее для вызова время.

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 loniis.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 loniis.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

Пример запроса и ответа

Запрос

INVITE sip: watson@boston.bell-tel.com SIP/2.0

Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com

From: A. Bell <sip: a.g.bell@bell-tel.com>

To: T. Watson <sip: watson@bell-tel.com>

Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com

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.bell-tel.com

m=audio 3456 RTP/AVP 0 3 4 5

Ответ

SIP/2.0 200 OK

Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com

From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>

To: <sip:watson@bell-tel.com>;

Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com

Cseq: 1 INVITE

Content-Type: application/sdp

Content-Length: ...

v=0

o=watson 4858949 4858949 IN IP4 192.1.2.3

c=IN IP4 boston.bell-tel.com

m=audio 5004 RTP/AVP 0 3

Сравнение с сообщением H.323

```
{
    q931pdu = {
      protocolDiscriminator = 8
      callReference = 4039
      from = originator
      messageType = Setup
      IE: Bearer-Capability = {
        88 80 a5                                          ...
      }
      IE: Display = {
        76 6f 76 61 00                                    vova.
      }
      IE: Called-Party-Number = {
        81 39 37 36 33 37                                 .97637
      }
      IE: User-User = {
        20 b8 06 00 08 91 4a 00  02 01 40 03 00 76 00 6f   .....J...@..v.o
        00 76 00 61 22 c0 09 00  00 3d 16 45 71 75 69 76  .v.a"....=.Equiv
        61 6c 65 6e 63 65 20 4f  70 65 6e 50 68 6f 6e 65  alence OpenPhone
        00 00 06 31 2e 32 2e 30  00 00 00 01 02 00 ca 96  ...1.2.0........
        a0 c0 a8 64 68 06 b8 00  40 7e f5 64 ad e9 18 10  ...dh...@~.d....
        80 5f 00 20 18 3a bf c6  00 5d 1d 80 07 00 c0 a8  ._. .:...]......
        64 b4 04 63 11 00 40 7e  f5 64 ad e9 18 10 80 60  d..c..@~.d.....`
        00 20 18 3a bf c6 79 04  1d 40 00 00 06 04 01 00  . .:..y..@......
        4c 20 13 80 11 1c 00 01  00 c0 a8 64 b4 13 88 00  L .........d....
        c0 a8 64 b4 13 89 13 00  00 64 0c 20 13 80 0b 0d  ..d......d. ....
        00 01 00 c0 a8 64 b4 13  89 80 22 40 00 00 06 04  .....d...."@....
        01 00 48 71 03 51 00 80  01 00 80 11 1c 00 02 00  ..Hq.Q..........
        c0 a8 64 b4 13 8a 00 c0  a8 64 b4 13 8b 22 40 00  ..d......d..."@.
        00 06 04 01 00 48 6b 03  51 00 80 01 00 80 11 1c  .....Hk.Q.......
        00 02 00 c0 a8 64 b4 13  8a 00 c0 a8 64 b4 13 8b  .....d......d...
        01 00 01 00 01 00 01 00  02 80 01 80              ............
```

Сравнение с сообщением H.323 (продолжение)

```
h225pdu = {
      h323_uu_pdu = {
        h323_message_body = setup {
          protocolIdentifier = 0.0.8.2250.0.2
          sourceAddress = 1 entries {
            [0]=h323_ID  4 characters {
              0076 006f 0076 0061                          vova
            }
          }
          sourceInfo = {
            vendor = {
              vendor = {
                t35CountryCode = 9
                t35Extension = 0
                manufacturerCode = 61
              }
              productId =  23 octets {
                45 71 75 69 76 61 6c 65 6e 63 65 20 4f 70 65 6e   Equivalence Open
                50 68 6f 6e 65 00 00                              Phone
              }
              versionId =  7 octets {
                31 2e 32 2e 30 00 00                              1.2.0
              }
            }
            terminal = {
            }
            mc = FALSE
            undefinedNode = FALSE
          }
          destinationAddress = 1 entries {
            [0]=dialedDigits "97637"
          }
          destCallSignalAddress = ipAddress {
            ip =  4 octets {
              c0 a8 64 68                                     dh
            }
```

Протокол SDP

SDP (Session Description Protocol) - это протокол описания параметров сеанса для передачи потоковых данных.

Первое описание протокола было опубликовано Инженерной проблемной группой Интернета (IETF) как RFC 2327 в апреле 1998 года, а на сегодняшний день актуален RFC 4566.

Протокол SDP

Описание сеанса состоит из описаний уровня сеанса (детали, относящиеся к сеансу в целом и ко всем медиа-потокам) и нескольких необязательных описаний уровня медиа-носителя (детали, относящиеся к отдельному медиа-потоку).

Элементы протокола SDP

Описание сеанса связи:

v= (версия протокола)
o= (параметры вызывающего абонента и идентификатор сеанса связи)
s= (наименование сеанса связи)
i=* (информация о сеансе связи)
u=* (URI описания сеанса связи)
e=* (адрес электронной почты)
p=* (телефонный номер)
c=* (информация для соединения – не вставляется, если присутствует в медиа параметрах)
b=* (ноль или более информационных строк о полосе пропускания)
z=* (корректировка временной зоны)
k=* (ключ шифрования)
a=* (ноль или более атрибутов сеанса связи)

Элементы протокола SDP

Временные параметры:
t= (время активности сеанса связи)
r=* (количество повторений времени)

Описание медиа носителя
m= (наименование медиа-потока и адрес транспортировки)
i=* (медиа заголовок)
c=* (информация соединения)
b=* (ноль или более информационных строк о полосе пропускания)
k=* (ключ шифрования)
a=* (количество медиа атрибутов)

Пример SDP

```
v=0
o=jdoe 2890844526 2890842807 IN IP4 10.47.16.5
s=SDP Seminar
i=A Seminar on the session description protocol
u=http://www.example.com/seminars/sdp.pdf
e=j.doe@example.com (Jane Doe)
c=IN IP4 224.2.17.12/127
t=2873397496 2873404696
a=recvonly
m=audio 49170 RTP/AVP 0
m=video 51372 RTP/AVP 99
a=rtpmap:99 h263-1998/90000
```

Особенности SDP

- **Вызывающий абонент включает SDP-описание в запросы INVITE или ACK. Вызываемый абонент обязан включить SDP-описание в тело отклика «200 OK» или промежуточных откликов 180/183.**

- **Модель взаимодействия налагает жёсткие ограничения на использование и изменение потоков. В частности, новые потоки могут порождаться в новых запросах, но потоки не могут удаляться.**

- **Принимающая сторона, если она приняла описание потоков в виде SDP, должна использовать тот же состав потоков.**

Процедура регистрации

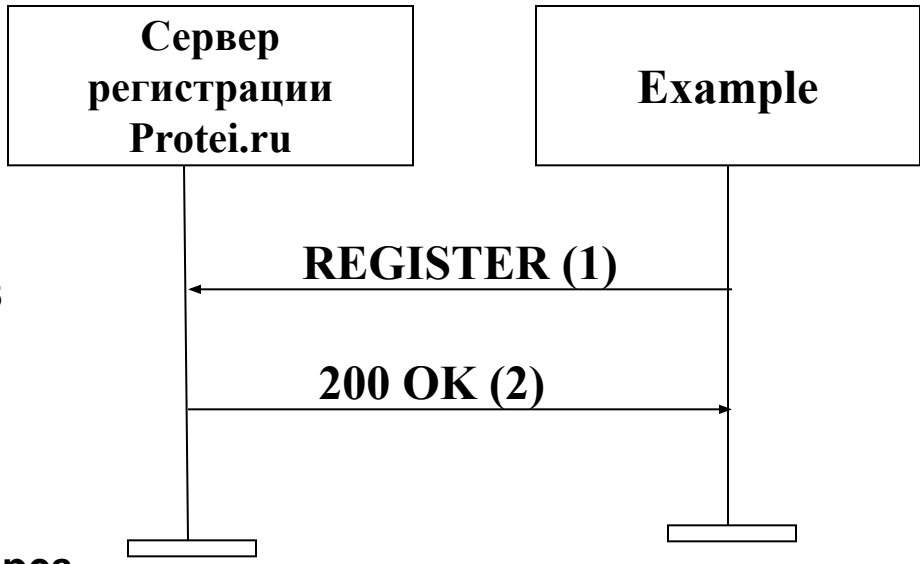
- **Запрос REGISTER:**

Заголовок	Описание
Request-URI	Имя домена в котором проходит регистрация
To	Адрес того, в отношении которого проводится процедура регистрации
From	Адрес лица ответственного за регистрацию . Обычно совпадает с **To.**
Call-ID	Идентификатор процедуры регистрации
CSeq	Гарантирует правильную очередность обработки запросов
Contact	Содержит контактные адреса пользователя
action	Описывает предпочтения в действиях сервера, необходим для поддержания предыдущих версий
expires	Время действия регистрации или другого параметра.

Процедура регистрации

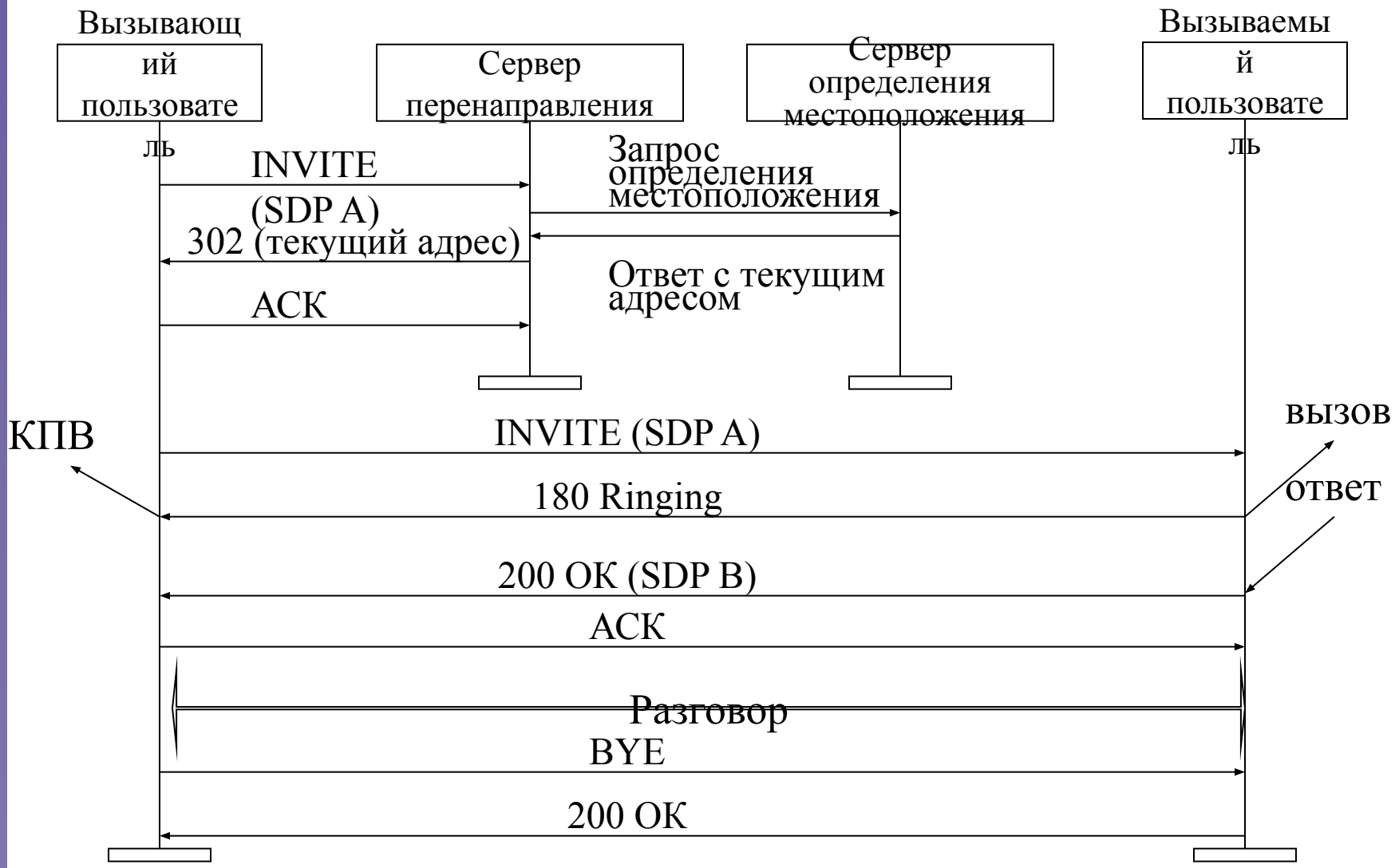
Запрос REGISTER (1)
REGISTER sip:registrar.protei.ru SIP/2.0
Via:SIP/2.0/UDP
serv3.protei.ru:5060;branch=z9hG4bKnashds7
Max-Forwards:70
To:Bob <sip:example@protei.ru>
From:Bob <sip:example@protei.ru>;tag=456248
Call-ID:843817637684230@998sdasdh09
CSeq:1826 REGISTER
Contact:<sip:example@192.0.2.4>
Expires:7200
Content-Length:0

Срок действия регистрации истекает через два часа.

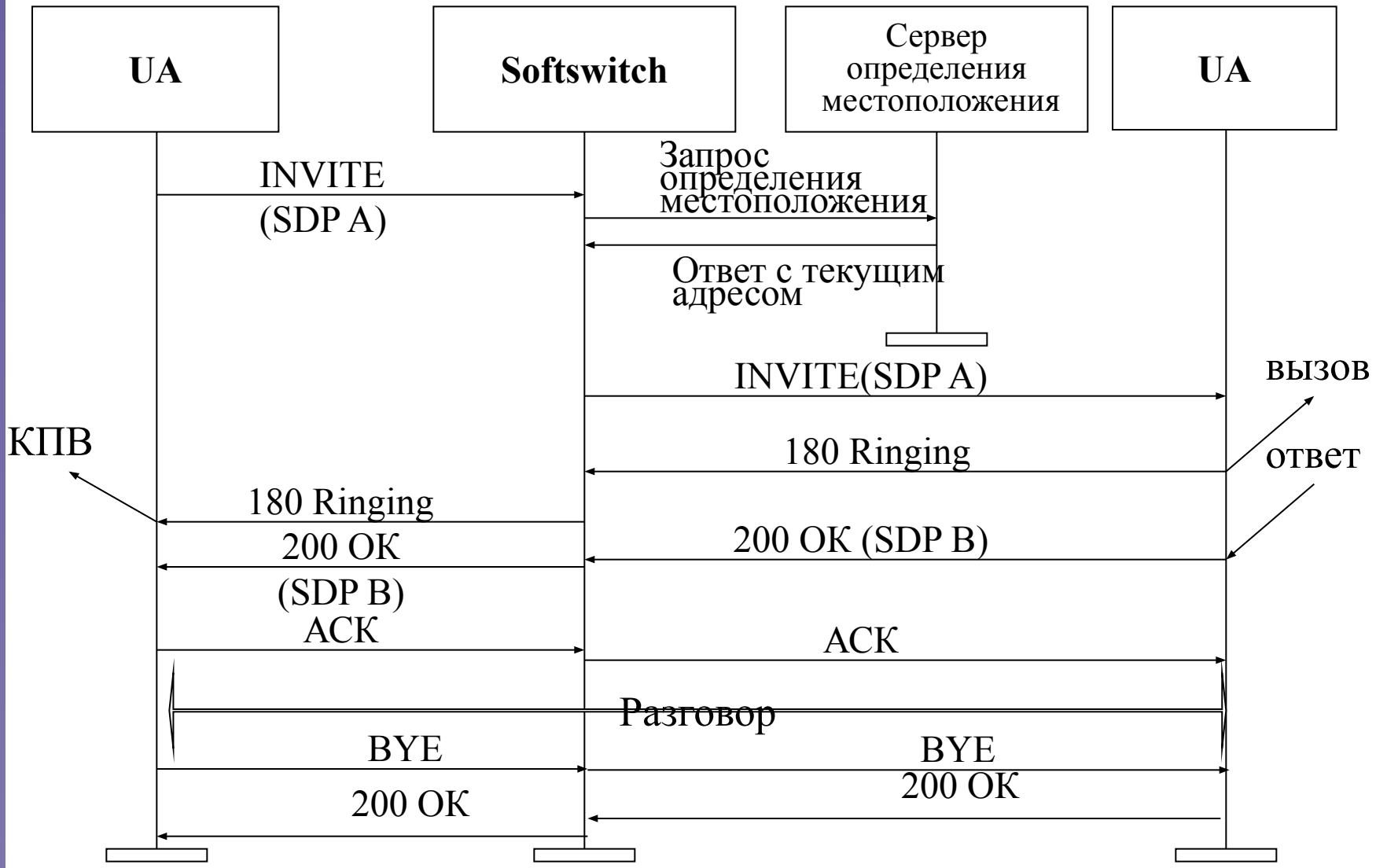


Ответ 200 OK (2)
SIP/2.0 200 OK
Via:SIP/2.0/UDP
serv3.protei.ru:5060;branch=z9hG4bKnashds7
;received=192.0.2.4
To: Bob <sip:example@protei.ru>;tag=2493k59kd
From: Bob <sip:example@protei.ru>;tag=456248
Call-ID: 843817637684230@998sdasdh09
CSeq: 1826 REGISTER
Contact: <sip:example@192.0.2.4>
Expires: 7200
Content-Length: 0

Алгоритм работы сервера перенаправления

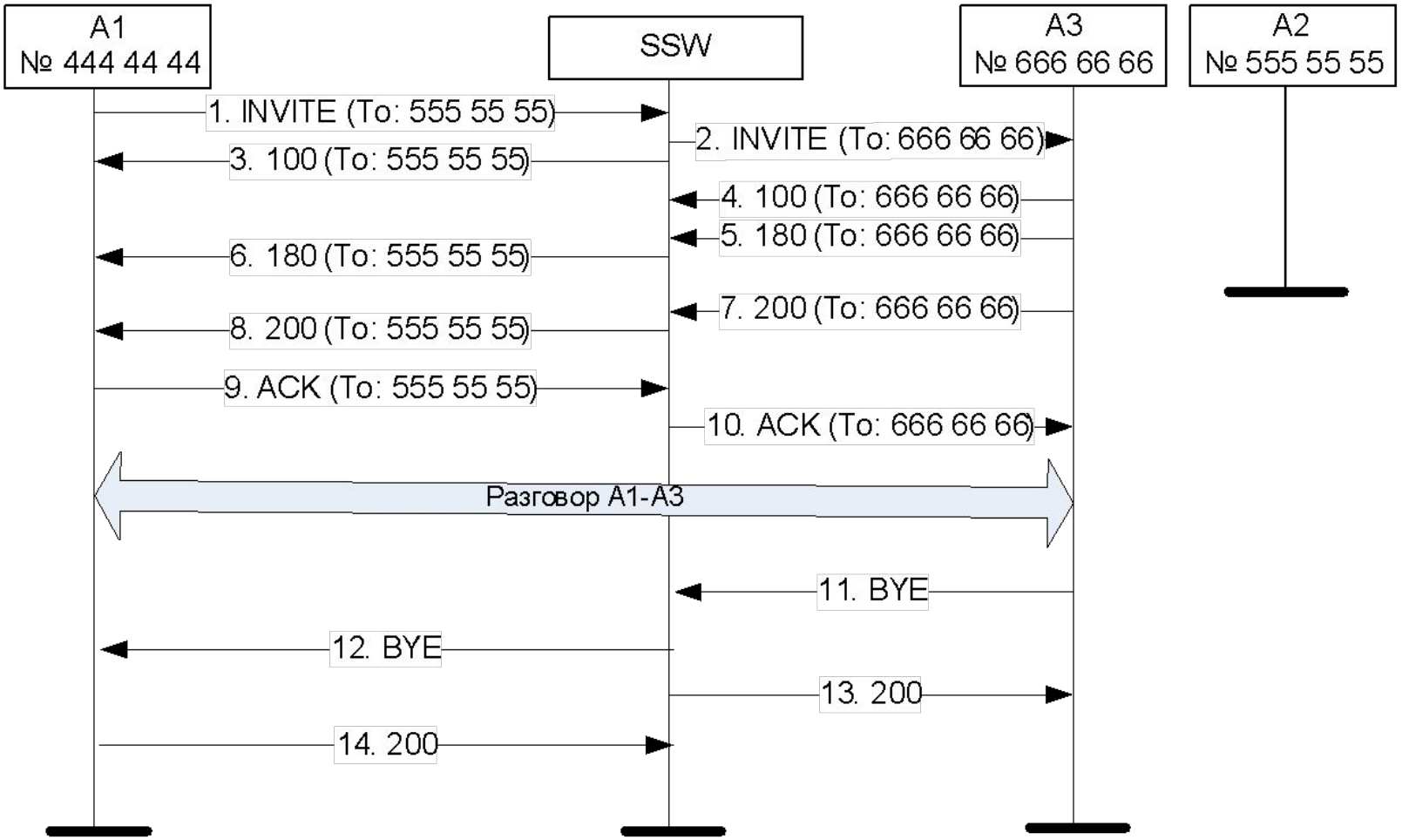


Алгоритм работы прокси-сервера или Softswitch NGN

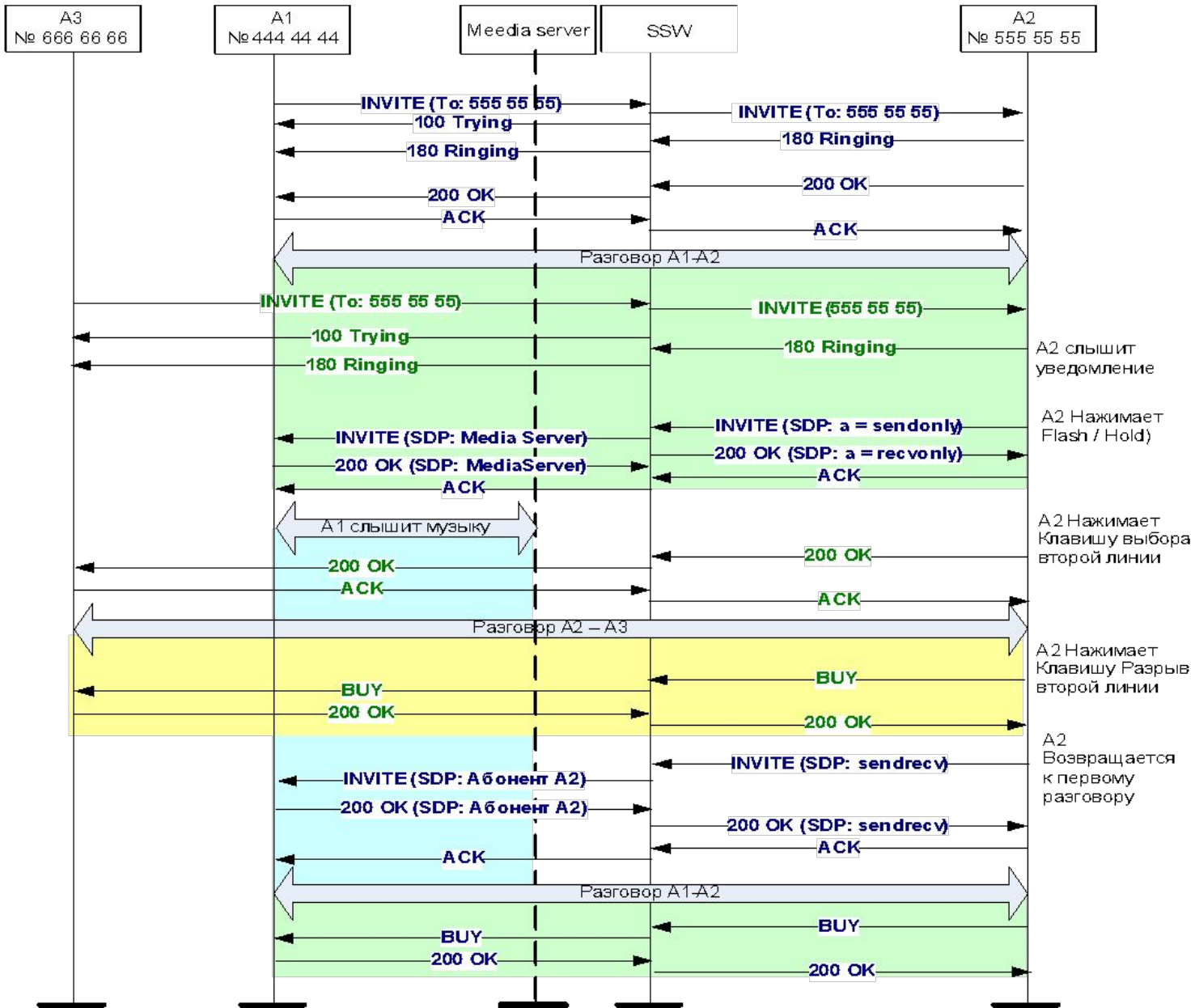


Особенности реализации ДВО в SIP

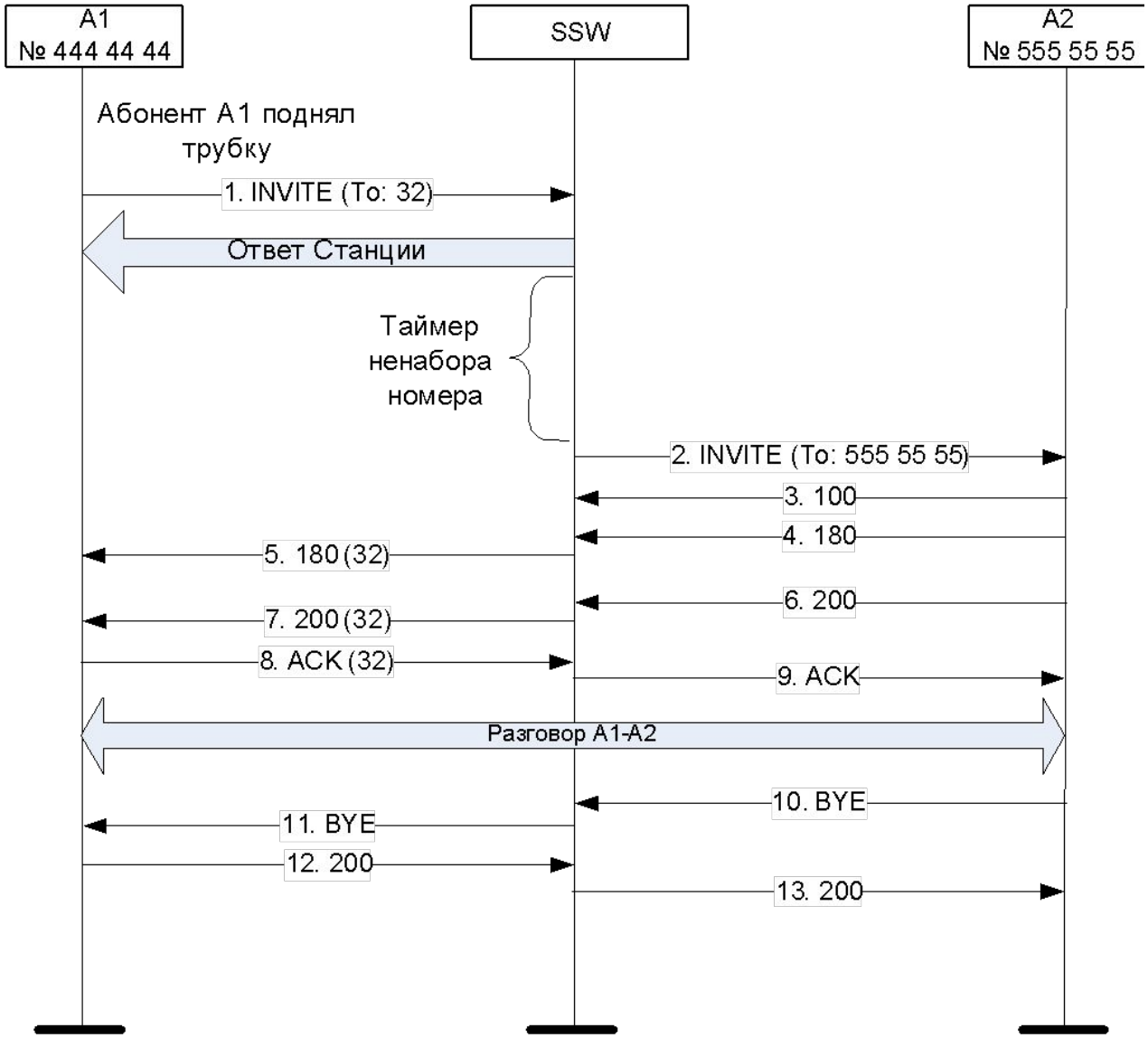
Безусловная переадресация



Удержание вызова



Горячая линия



Применения SIP

- **Сотовые сети нового поколения 3G**
- **SIP для установления мультимедийных сеансов связи**
- **SIP for Telephony (SIP-T)**

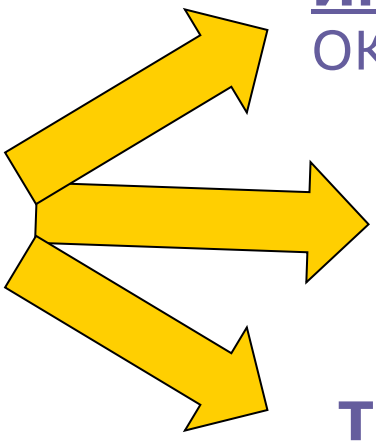
Особенности взаимодействия SIP с протоколами управления ТфОП

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. должны иметь возможность реализации с помощью системы сигнализации №7.

SIP-T
(SIP-I)



Инкапсуляция сообщений ОКС7/DSS-1 в сообщения SIP

Один протокол SIP

Трансляция информации из сообщений ОКС7/DSS-1

Отличия SIP-T от SIP-I

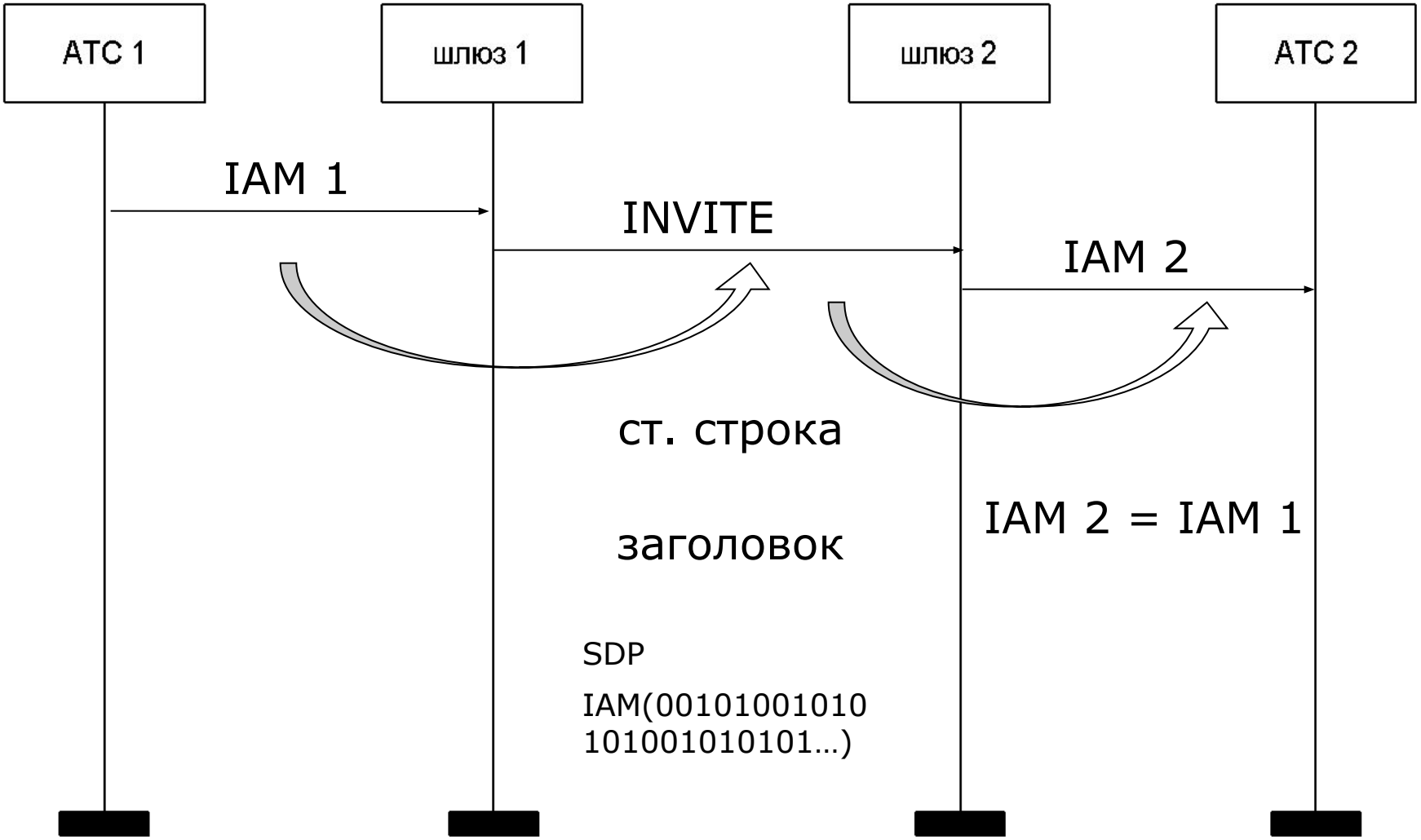
SIP-T	SIP-I
Разработан IETF в 2002г	Разработан ITU в 2004 г.
RFC 3372, RFC 3398, RFC 3578, RFC 3204	ITU-T Q.1912.5
Описывает взаимодействие с ISUP	Кроме всего описывает взаимодействие с BICC
Разработан для работы с оконечными SIP терминалами	Предназначен для работы со шлюзами (gateways)

* - Кроме того у протоколов есть незначительные несоответствия в интерпретации различных параметров сообщений

Процедуры при взаимодействии ТфОП и сети VoIP

ТРЕБОВАНИЯ К ИНТЕРФЕЙСУ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ТФОП-SIP	ФУНКЦИИ ПРОТОКОЛА SIP – T
Прозрачность сети SIP для сигнализации ISUP	Инкапсуляция сообщений ISUP в тело запросов SIP
Маршрутизация запросов SIP по информации, содержащейся в сообщениях ISUP	Трансляция параметров сообщений ISUP в заголовки запросов SIP
Передача сигнальной информации ISUP во время мультимедийной сессии	Использование запроса INFO

Инкапсуляция



Пример сообщения INVITE (содержит информацию SDP и инкапсулированное сообщение IAM)

```
INVITE sip:78123877658@max.loniis.ru SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP anton.loniis.ru
From: sip:78124513355@anton.loniis.ru
To: sip:78123877658@max.loniis.ru
Call-ID: MAX123199902171209550099@max.loniis.ru
CSeq: 8348 INVITE
Contact: <sip:anton@loniis.ru>
Content-Length: 436
Content-Type: multipart/mixed; boundary=unique-boundary-1
MIME-Version: 1.0

--unique-boundary-1
Content-Type: application/SDP; charset=ISO-10646

v=0
o=jpeterson 2890844526 2890842807 IN IP4 126.16.64.4
s=SDP seminar
c=IN IP4 MG122.loniis.ru
t= 2873397496  2873404696
m=audio 9092 RTP/AVP 0 3 4
--unique-boundary-1
Content-Type: application/ISUP; version=nxv3;
base=etsi121
Content-Disposition: signal; handling=optional

01 00 49 00 00 03 02 00 07 04 10 00 33 63 21
43 00 00 03 06 0d 03 80 90 a2 07 03 10 03 63
53 00 10 0a 07 03 10 27 80 88 03 00 00 89 8b
0e 95 1e 1e 1e 06 26 05 0d f5 01 06 10 04 00
--unique-boundary-1
```

Трансляция

Трансляция включает в себя два компонента:

1. Преобразование сигнализации ISUP в SIP на уровне сообщений. В SIP – Т предполагается использование MGC, которые создают сообщения ISUP из поступающих сообщений SIP и наоборот. Для этого необходимо точное определение правил преобразования между сообщениями ISUP и SIP, каждое сообщение ISUP должно быть транслировано в конкретное сообщение SIP. Например, IAM в INVITE, REL в BYE и т.д.

2. Преобразование параметров сообщения ISUP в заголовок SIP сообщения: Запрос SIP, который используется для установки соединения, должен содержать необходимую для маршрутизации прокси-серверами информацию, например это может быть телефонный номер, набранный вызывающим абонентом.

Поддержка передачи сигнальной информации во время сеанса

- **SIP INFO**
- **RTP**

Обеспечение безопасности

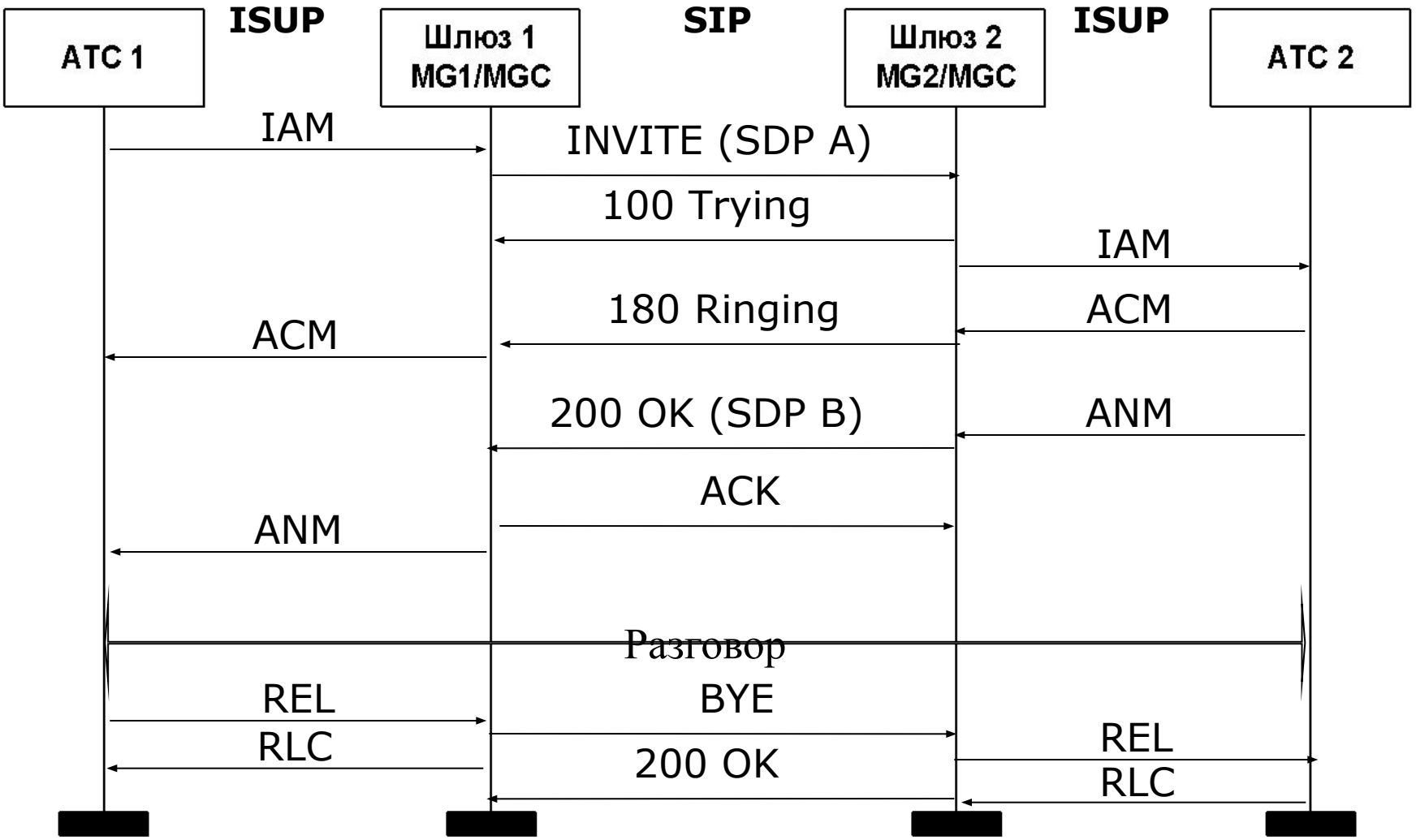
- Аутентификация
- Шифрование частей тела сообщения SIP

Взаимодействие 2-х сетей

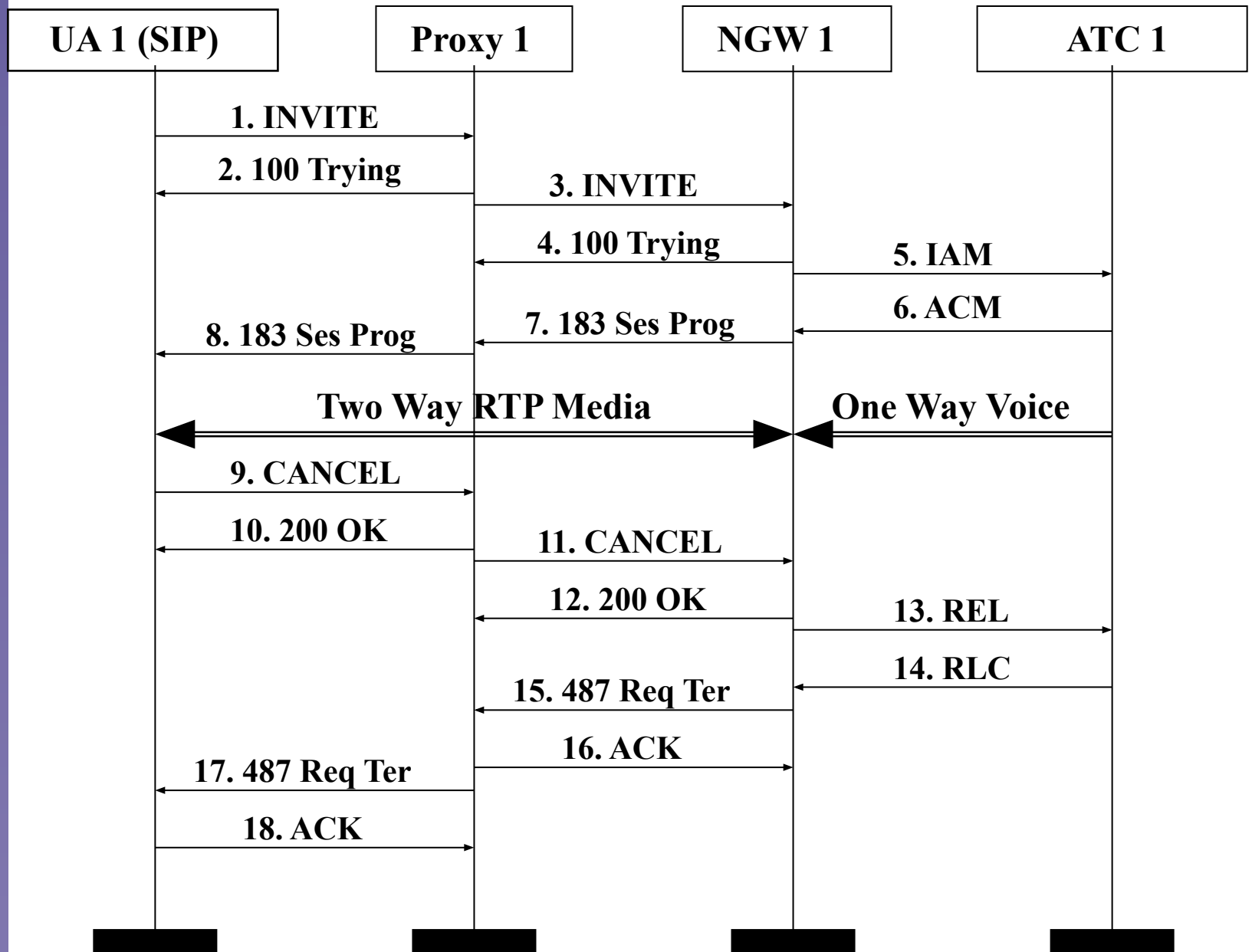
Основа взаимодействия:

- **инкапсуляции сообщений ISUP в тело запросов SIP**
- **трансляция части информации сообщения ISUP, необходимой для правильной маршрутизации, в заголовок запроса SIP**
  - **позволяет элементам в сети SIP правильно маршрутизировать сообщение**

Взаимодействие с ТфОП



Взаимодействие с ТфОП. Неуспешное установление соединения



Преобразование сообщений

INVITE <-> IAM

Преобразование сообщений

Пришедший ответ	Сообщение, посылаемое шлюзом
180 Ringing	ACM (BCI = subscriber free)
181 Call is being forwarded	Early ACM and CPG, event=6
182 Queued	ACM (BCI = no indication)
183 Session progress message	ACM (BCI = no indication)

Преобразование сообщений

Пришедший ответ	Сообщение, посылаемое шлюзом
200 OK	ACM, ACK

Преобразование сообщений

Полученный ответ	Код значения в сообщении REL
400 Bad Request	41 Temporary Failure
401 Unauthorized	21 Call rejected (*)
402 Payment required	21 Call rejected
403 Forbidden	21 Call rejected
404 Not found	1 Unallocated number
405 Method not allowed	63 Service or option unavailable
406 Not acceptable	79 Service/option not implemented (+)

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**

Литература

Б.С. Гольдштейн, А.А. Зарубин, В.В. Саморезов
СПРАВОЧНИК
ПО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ ПРОТОКОЛАМ
Протокол SIP

Спасибо за внимание.

Елагин Василий Сергеевич
elagin@protei.ru