

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 16.12.2020 18:55:30  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

«15»

2017 г.



**ПОСТРОЕНИЕ СИГНАЛЬНЫХ ДИАГРАММ СОЕДИНЕНИЙ  
В СЕТИ NGN НА БАЗЕ ПРОТОКОЛА SIP**

Методические указания по выполнению лабораторной работы №3  
для студентов, обучающихся по направлению подготовки  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
по курсу «Основы построения инфокоммуникационных систем и  
сетей ч.2»

Курск 2017

УДК 621.396

Составители: А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев

Рецензент

Доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
профессор кафедры *В.Г. Андронов*

**Построение сигнальных диаграмм соединений в сети NGN на базе протокола SIP: методические указания по выполнению лабораторной работы №3 по курсу «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей ч. 2» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев. Курск, 2017. 22 с.: ил. 6, табл. 1, прилож. 1. Библиогр.: с.22**

Методические указания по выполнению лабораторной работы содержат краткие теоретические сведения о форматах сообщений протокола SIP, принципах построения сигнальных диаграмм и заполнения полей заголовков запросов и ответов, задания для выполнения работы, а также перечень вопросов для самоконтроля.

Методические указания полностью соответствуют требованиям типовой программы, утвержденной УМО по направлениям подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», а также рабочей программе дисциплины «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей ч.2».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 11.03.02 очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.12.17. Формат 60x841/16.

Усл. печ. л. 1,395. Уч.-изд. л. 1,26. Тираж 100 экз. Заказ 3234. Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## Обозначения и сокращения

АТС	- автоматическая телефонная станция
ОКС	- общий канал сигнализации
ССОП	- сети связи общего пользования
ТФОП	- телефонная сеть общего пользования
УПАТС	- Учрежденческо-Производственная Автоматическая Телефонная Станция
AGW	- Access Gateway- шлюз доступа
IAD	- Integrated Access Devices- устройство интегрированного доступа
IP	- Internet Protocol – межсетевой протокол
ISDN	- Integrated Services Digital Network - цифровая сеть с интеграцией служб
LAN	- Local Area Network- локальная вычислительная сеть
MGCP	- Media Gateway Control Protocol– протокол контроля медиашлюзов
MPLS	- Multiprotocol Label Switching – многопротокольная коммутация по меткам
MSAN	- Multi-Service Access Node- мультисервисный узел доступа
NGN	- Next Generation Networks/ New Generation Networks – сети следующего/нового поколения
PRI	- Primary Rate Interface- Интерфейс первичного уровня
RAGW	- Resident Access Gateway- резидентный шлюз доступа
SIP	- Session Initiation Protocol – протокол установления сеанса
TCP	- Transmission Control Protocol — протокол управления передачей
TG	- Trunk Gateway- транзитивный шлюз

## 1 Цель работы

- изучение форматов сообщений протокола SIP и получение практических навыков построения сигнальных диаграмм и заполнения полей заголовков запросов и ответов.

## 2 Практическое задание

В соответствии с заданным вариантом (смотреть таблицу 1):

1. Изобразить стрелочную диаграмму установления успешного соединения и его разрушения между пользователями А и В в сети на базе протокола SIP с указанием используемых запросов и ответов протокола SIP.

2. Для каждого запроса и ответа заполнить поле заголовков.

Номер варианта студента определяется с помощью приложения А в зависимости от номера студента в журнале преподавателя.

Исходные данные:

1. Соединение между пользователями А и В в сети NGN на базе протокола SIP устанавливается через прокси-серверы, обслуживающих этих пользователей. Прокси-серверы знают текущее местоположение пользователей.

2. Пользователи А и В в сети NGN на базе протокола SIP характеризуются данными, приведенными в приложении А.

3. Адреса (имена) прокси-серверов пользователей А и В задать самостоятельно в том же домене, что и пользователь.

Возможные исходы вызова:

1 – Неуспешное соединение, прокси сервер В отказался обслуживать запрос;

2 – Успешное соединение, отбой пользователя А;

3 – Неуспешное соединение, пользователь В занят;

4 – Неуспешное соединение, прокси – сервер В не имеет возможности обслужить запрос;

5 – Неуспешное соединение, в прокси – сервере В не реализованы функции;

6 – Неуспешное соединение, запрос не понят прокси – сервером В из-за наличия в нем синтаксических ошибок;

7 – Неуспешное соединение, прокси-сервер В перегружен.

### 3 Краткие теоретические сведения

#### 3.1 Сценарии установления соединений

##### 3.1.1 Сценарий установления соединения через сервер переадресации

Вызывающему пользователю требуется вызвать другого пользователя. Он передает запрос INVITE (1) на известный ему адрес сервера переадресации и на порт 5060, используемый по умолчанию (рисунок 1).

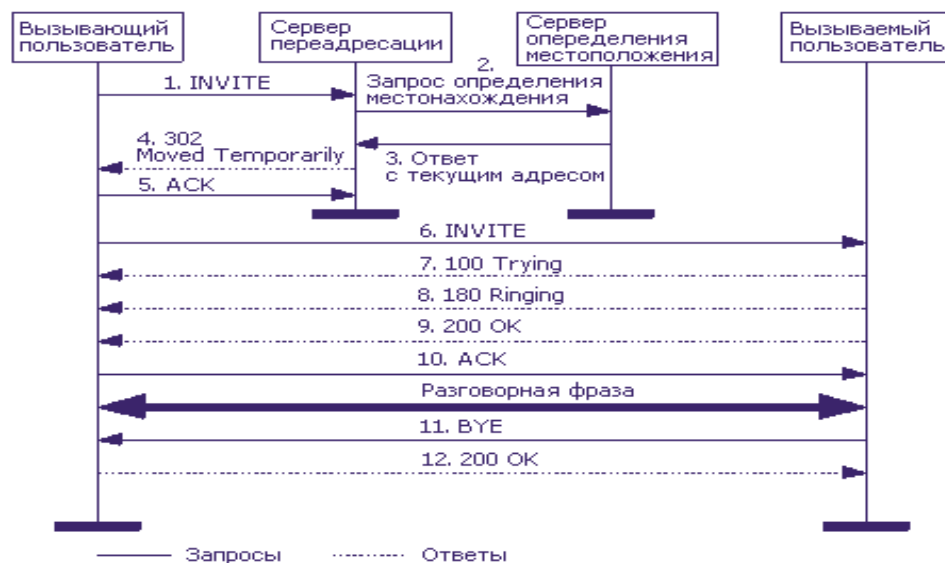


Рисунок 1 – Сценарий установления соединения через сервер переадресации

В запросе вызывающий пользователь указывает адрес вызываемого пользователя. Сервер переадресации запрашивает текущий адрес нужного пользователя у сервера определения местоположения (2), который сообщает ему этот адрес (3). Сервер переадресации в своем ответе 302 Moved temporarily передает вызывающей стороне текущий адрес вызываемого пользователя (4), или сообщает список зарегистрированных адресов вызываемого пользователя, предлагая вызывающему самому выбрать один из них. Вызывающая сторона подтверждает прием ответа 302 передачей сообщения ACK (5).

Теперь вызывающая сторона может связаться с вызываемой стороной. Для этого она передает новый запрос INVITE (6). В теле сообщения INVITE указываются данные о функциональных возможностях вызывающей стороны в формате протокола SDP. Вызываемая сторона принимает запрос INVITE и начинает его

обработку, о чем сообщает ответом 100 Trying (7) встречному оборудованию для перезапуска его таймеров.

После завершения обработки поступившего запроса оборудование вызываемой стороны сообщает своему пользователю о входящем вызове, а встречной стороне передает ответ 180 Ringing (8). После приема вызываемым пользователем входящего вызова встречной стороне передается сообщение 200 OK (9), в котором содержатся данные о функциональных возможностях вызываемого терминала в формате протокола SDP. Терминал вызывающего пользователя подтверждает прием ответа запросом ACK (10). На этом фаза установления соединения заканчивается, и начинается разговорная фаза.

По завершении разговорной фазы любая из сторон передает запрос BYE (11), который подтверждается ответом 200 OK (12).

Если пользователь А знает о текущем местоположении пользователя В, то он не обращается к серверу переадресации и серверу определения местоположения.

### **3.1.2 Сценарий установления соединения через прокси – сервер**

В этом случае действия (1), (2), (3) такие же, как и при использовании сервера переадресации. После выяснения адреса (на сервере определения местоположения) прокси-сервер пользователя А передает по этому адресу запрос INVITE (4) (рисунок 2). Вызываемый пользователь В оповещается акустическим или визуальным сигналом о том, что его вызывают (5); он поднимает трубку, и ответ 200 OK отправляется к прокси-серверу (6). Прокси-сервер переправляет этот ответ вызвавшему пользователю А (7), последний подтверждает правильность приема, передавая запрос ACK (8), который переправляется к вызванному пользователю В (9). Соединение установлено, идет разговор.

Вызванный пользователь В кладет трубку, передается запрос BYE (8), прием которого подтверждается ответом 200 OK (9).

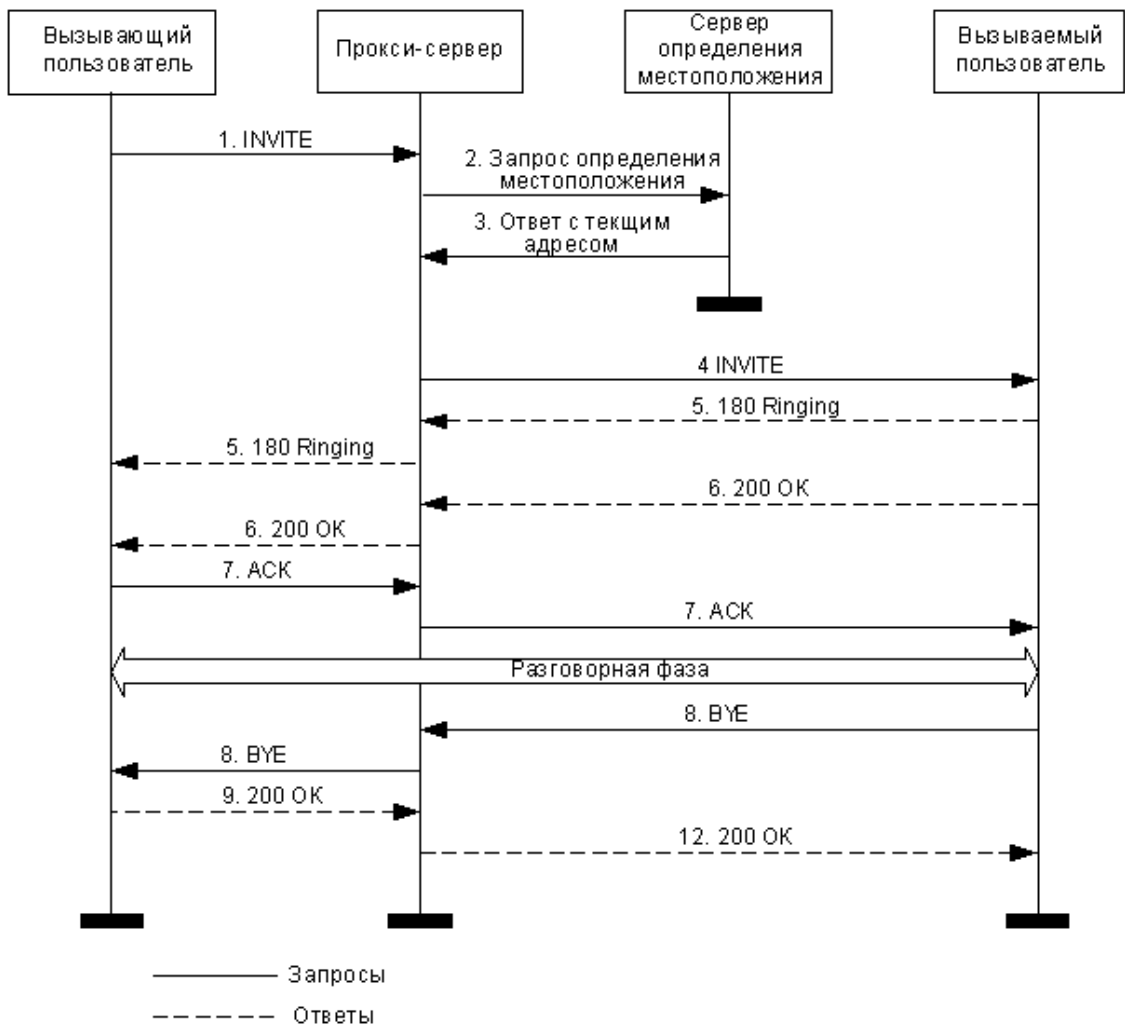


Рисунок 2 – Сценарий установления соединения через прокси – сервер

Если прокси-сервер пользователя А знает о текущем местоположении пользователя В, то он не обращается к серверу определения местоположения.

### 3.2 Создание запроса протокола SIP

Сообщения протокола SIP (запросы и ответы), представляют собой последовательности текстовых строк, закодированных в соответствии с документом RFC 2279. Структура и синтаксис сообщений SIP идентичны используемым в протоколе HTTP (рисунок 3).



Рисунок 3 – Структура сообщений протокола SIP

Запрос протокола SIP, составленный клиентом агента пользователя UAC (User Agent Client), должен *обязательно* включать:

- стартовую строку Request-Line;
- шесть полей заголовков: To, From, CSeq, Call-ID, Max-Forwards и Via.

Стартовая строка Request-Line состоит из названия типа запроса, адрес запроса Request-URI и номера версии протокола, разделённых пробелом (рисунок 4). Request-Line заканчивается символами возврата каретки и перевода строки (CRLF). Оба символа, вместе или по одиночке, не должны встречаться в других частях строки.

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

Рисунок 4 – Структура строки Request-Line

В базовой рекомендации IETF RFC 3261 определено 6 типов запросов: REGISTER – для регистрации контактной информации, INVITE, ACK и CANCEL – для установление сессий, BYE – для завершения сессий и OPTIONS – для запроса информации о функциональных возможностях сервера. В настоящее время число запросов в протоколе SIP увеличено до 14. Сервер определяет тип принятого запроса по названию, указанному в стартовой строке.

Поле Request-URI – это SIP URI, указывающий на пользователя или сервис, к которому адресован запрос. Исходное значение поля Request-URI сообщения устанавливается таким же,



как URI в поле To. При использовании предустановленного маршрута рекомендуется задавать один URI, соответствующий исходящему прокси-серверу. Поле Request-URI не должно содержать пробелов и управляющих символов, а также быть заключённым в угловые скобки «< >».

И запросы, и ответы содержат действующую версию SIP-протокола. Приложения, посылающие SIP-сообщения, должны в поле SIP-Version указывать SIP/2.0. Пример стартовой строки:

ACK sip:alex@psuti.ru SIP/2.0.

Ниже будет рассмотрено формирование заголовков SIP-запросов при работе UAC вне диалога. Примерами запросов, отсылаемых вне диалога, является запрос INVITE, устанавливающий сессию, и запрос OPTIONS для запроса информации о функциональных возможностях. SIP-запросы при работе UAC в режиме диалога должны содержать специальный параметр, определяющий конкретный терминал вызываемого пользователя.

### 3.2.1 Формирование заголовка To

Поле заголовка To устанавливает желаемого логического получателя запроса – публичный адрес получателя (address-of-record) или ресурс, на который отправляется запрос. Значение заголовка может как быть, так и не быть конечным получателем запроса. Поле To должно содержать SIP или SIPS URI. Схема SIPS означает, что ресурсы достижимы только при условии обеспечения безопасности (например, с помощью протокола TLS). Поле To позволяет также отображать имя пользователя (display name).

Обычно поле заголовка To заполняется через интерфейс пользователя вручную или с использованием адресной книги. Зачастую пользователь не вводит адреса полностью, а вместо этого вводит строку букв или цифр (например, «alex»); агент пользователя UA (User Agent) сам решает, как интерпретировать эту строку. Использование строки ввода для формирования пользовательской части SIP-адреса (user part) предполагает, что UA желает определить имя домена, находящееся по правую сторону от «@» SIP URI (например, sip: alex@psuti.ru).

Запросы вне диалога не должны содержать параметра «tag» в поле To. Параметр «tag» в заголовке To определяет конкретный

терминал вызываемого пользователя (например, домашний, рабочий или сотовый телефон) из терминалов, зарегистрированных под одним SIP адресом. «Tag» заголовка To в совокупности с «tag» заголовка From и значением поля Call-ID идентифицирует диалог между двумя его участниками. Поскольку диалог не был установлен, «tag» в запросе отсутствует.

Пример поля заголовка To:

To: Alex <sip:alex@psuti.ru>.

### 3.2.2 Формирование заголовка From

Поле заголовка From содержит логический идентификатор инициатора сообщения, как правило, публичный адрес вызывающего пользователя. Так же, как поле To, оно содержит URI и, опционально, отображаемое имя (display name), что удобно для вызываемого пользователя. Заголовок используется SIP-элементами для того, чтобы определить правила обработки, применимые к запросу (например, автоматическое отклонение вызова). Важно, чтобы URI в заголовке From не содержал IP-адреса хоста, с которым работает UA, так как это не логические имена.

Заголовок From предусматривает присутствие отображаемого имени (display name). UAC должен использовать отображаемое имя «Anonymous», если идентификационная информация пользователя (identity) неизвестна.

Обычно, поле заголовка From запросов, которые создаёт UA, заполняется на основании значения, предварительно определённого пользователем или администратором локального домена пользователя. Если конкретный UA используется несколькими пользователями, он может иметь переключаемые профили, которые содержат URI, соответствующий конкретным пользователям. Получатели запросов могут аутентифицировать инициатора запроса для того, чтобы убедиться, что они те, кого представляют заголовки From их запросов.

Поле From должно содержать новый параметр «tag», созданный клиентом UA. Этот параметр содержит произвольную буквенно-цифровую строку, которая добавляется к URI UAC. Она используется для идентификации сессии.

Примеры поля заголовка From:

From: "Bob" <sips:bob@biloxi.com> ;tag=a48s

From: sip: +12125551212@phone2net.com;tag=887s

From: Anonymous <sip:c8oqz84zk7z@privacy.org>;tag=hyh8.

### 3.2.3 Формирование заголовка Call-ID

Заголовок Call-ID – это уникальный идентификатор, объединяющий группу сообщений. Он должен совпадать для всех запросов и ответов, отправляемых любым из двух UA в процессе диалога. При создании нового диалога, заголовок Call-ID должен быть выбран UAC как уникальный идентификатор. Все SIP-агенты пользователя должны иметь средства, чтобы гарантировать, что Call-ID, созданный ими, не будет случайно генерирован другим UA.

При генерации значений Call-ID рекомендуется использовать случайные криптографические идентификаторы (по RFC 1750), их использование обеспечивает некоторую защиту от взлома сессий и уменьшает вероятность возникновения коллизий Call-ID. Значения заголовка Call-ID чувствительны к регистру и должны сравниваться побайтно.

Когда запросы отправляются повторно после получения ответа с кодом ошибки, требующего коррекции запроса, (например, запрос на предоставление отклика аутентификации), эти повторные запросы не рассматриваются как новые и они передаются со старым значением заголовка Call-ID.

Пример поля заголовка Call-ID:

Call-ID: f81d4fae-7dec-11d0-a765-00a0c91e6bf6@psuti.ru.

### 3.2.4 Формирование заголовка CSeq

Поле заголовка CSeq (Sequence Command) служит средством для идентификации и упорядочивания транзакций в диалоге. Поле заголовка CSeq содержит порядковый номер и тип запроса. Для запросов вне диалога, кроме REGISTER, значение порядкового номера может быть произвольным. Величина порядкового номера выражается 32-разрядным целым числом и должна быть меньше, чем  $2^{31}$ . Клиент может выбирать любой механизм для создания значений заголовка CSeq.

Пример поля заголовка CSeq:

CSeq: 456 INVITE.

### 3.2.5 Формирование заголовка Max-Forwards

Заголовок Max-Forwards используется в любом типе SIP-запросов, чтобы ограничить число серверов или шлюзов, через которые проходит запрос на пути к месту назначения. Значение заголовка должно быть целым числом в пределах от 0 до 255, отражающим оставшееся количество пересылок, которое разрешено для сообщения. Это число уменьшается каждым сервером на единицу, который пересылает запрос дальше. В качестве первоначального значения рекомендуется брать 70. Величина выбрана достаточно большой, чтобы гарантировать, что запрос не будет отброшен сетью SIP при отсутствии петель, но и не слишком большой, чтобы не загружать ресурсы прокси-сервера при возникновении петли. Меньшие величины рекомендуется использовать с осторожностью и только в сетях, где агенту пользователя известна топология сети.

Пример поля заголовка Max-Forwards:

Max-Forwards:6.

### 3.2.6 Формирование заголовка Via

Поле заголовка Via указывает один из узлов, используемых для проведения транзакции и идентифицирует местоположение (location), куда должен быть отправлен ответ. SIP элемент, добавляет собственное значение заголовка Via только после выбора следующего узла, которому будет передан запрос.

Когда UAC создает запрос, он должен вставить в него поле Via. Также необходимо указать название протокола – SIP, и его версию - 2.0. Поле заголовка Via должно содержать параметр «branch». Этот параметр используется для идентификации транзакции, созданной данным запросом. Он используется и клиентом, и сервером.

Значение параметра «branch» должно быть уникальным для всех запросов, отправляемых UA. Исключения составляют запрос CANCEL и запрос ACK на ответы, отличные от класса 2xx. Запрос CANCEL будет иметь то же значение параметра «branch», что и запрос, который он отменяет. Запрос ACK на ответ, отличный от класса 2xx также будет иметь тот же параметр «branch», что и

INVITE, ответ на который он подтверждает. Уникальность этого параметра облегчает его использование в качестве идентификатора транзакции. Параметр «branch», вставляемый элементом сети SIP, должен всегда начинаться с "z9hG4bK". Эти семь символов, называемых «magic cookie» («волшебное печенье»), используют для того, чтобы серверы, получившие запрос, могли определить, что идентификатор транзакции уникален в мировом масштабе. Содержимое куки, как правило, не значимо для получателя и не интерпретируется до тех пор, пока получатель не вернёт куки обратно отправителю. В реальной жизни куки можно сравнить с номерком в гардеробе: номерок не имеет собственной ценности, но он позволяет получить взамен правильное пальто.

Пример заголовка Via:

Via:SIP/2.0/UDP12.26.17.91:5060;

branch=z9hG4bK3af7.0abe92f4

v: SIP/2.0/UDP server10.itep.com

Укажем назначение некоторых других заголовков, часто встречающихся в сообщениях SIP:

В заголовок **Record route (Хранимый маршрут)** прокси-сервер вписывает свой адрес – SIP URL, – если хочет, чтобы последующие запросы прошли через него.

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

Заголовок **Content Length (Длина тела сообщения)** указывает в десятичном виде размер тела сообщения в байтах.

Следует обратить внимание на то, что запросы и ответы на них могут включать в себя лишь определенный набор заголовков (рисунок 5). Здесь буква «M» означает обязательное присутствие заголовка в сообщении, буква «O» – необязательное присутствие, буква «F» запрещает присутствие заголовка. \* – поле необходимо только в случае, когда тело сообщения содержит какую-либо информацию, т.е. не является пустым.

Название заголовка	Место использования заголовка	ACK	BYE	CAN	INV	OPT	REG
Accept	Заголовок в запросах	F	F	F	O	O	O
Accept	Заголовок в ответе 415	F	F	F	O	O	O
Accept-Encoding	Заголовок в запросах	F	F	F	O	O	O
Accept-Encoding	Заголовок в ответе 415	F	F	F	O	O	O
Accept-Language	Заголовок в запросах	F	O	O	O	O	O
Accept-Language	Заголовок в ответе 415	F	O	O	O	O	O
Allow	Заголовок в ответе 200	F	F	F	F	M	F
Allow	Заголовок в ответе 405	O	O	O	O	O	O
Authorization	Заголовок в запросах	O	O	O	O	O	O
Call-ID	Общий заголовок - копируется из запросов в ответы	M	M	M	M	M	M
Contact	Заголовок в запросах	O	F	F	O	O	O
Contact	Заголовок в ответах 1xx	F	F	F	O	O	F
Contact	Заголовок в ответах 2xx	F	F	F	O	O	O
Contact	Заголовок в ответах 3xx	F	O	F	O	O	O
Contact	Заголовок в ответе 485	F	O	F	O	O	O
Content-Encoding	Заголовки содержания	O	F	F	O	O	O
Content-Length	Заголовки содержания	O	F	F	O	O	O
Content-Type	Заголовки содержания	*	F	F	*	*	*
Cseq	Общий заголовок - копируется из запросов в ответы	M	M	M	M	M	M
Date	Заголовок в ответах	O	O	O	O	O	O
Encryption	Заголовок в ответах	O	O	O	O	O	O
Expires	Заголовок в ответах	F	F	F	O	F	O
From	Общий заголовок - копируется из запросов в ответы	M	M	M	M	M	M
Hide	Заголовок в запросах	O	O	O	O	O	O
Max-Forwards	Заголовок в запросах	O	O	O	O	O	O
Organization	Общий заголовок	F	F	F	O	O	O
Proxy-Authenticate	Заголовок в ответе 407	O	O	O	O	O	O
Proxy-Authorization	Заголовок в запросах	O	O	O	O	O	O
Proxy-Require	Заголовок в запросах	O	O	O	O	O	O
Priority	Заголовок в запросах	F	F	F	O	F	F
Require	Заголовок в запросах	O	O	O	O	O	O
Retry-After	Заголовок в запросах	F	F	F	F	F	O
Retry-After	Заголовок в ответах 404, 480, 486, 503, 600 и 603	O	O	O	O	O	O
Response-Key	Заголовок в запросах	F	O	O	O	O	O
Record-Route	Заголовок в запросах	O	O	O	O	O	O
Record-Route	Заголовок в ответах 2xx	O	O	O	O	O	O
Route	Заголовок в запросах	O	O	O	O	O	O
Server	Заголовок в ответах	O	O	O	O	O	O
Subject	Заголовок в запросах	F	F	F	O	F	F
Timestamp	Общий заголовок	O	O	O	O	O	O
To	Общий заголовок - копируется из запросов в ответы	M	M	M	M	M	M
Unsupported	Заголовок в ответе 420	O	O	O	O	O	O
User-Agent	Общий заголовок	O	O	O	O	O	O
Via	Общий заголовок - копируется из запросов в ответы	M	M	M	M	M	M
Warning	Заголовок в ответах	O	O	O	O	O	O
WWW-Authenticate	Заголовок в ответе 401	O	O	O	O	O	O

Рисунок 5 – Связь заголовков с запросами и ответами протокола SIP v 2.0

### 3.3 Создание ответа протокола SIP

Характерное отличие SIP-ответов от запросов – это наличие строки состояния Status-Line (рисунок 6), в состав которой входят версия протокола и код ответа (Status-Code) со связанной с ним текстовой расшифровкой (Reason-Phrase), разделённые пробелом. Символы возврата каретки (CR) и перевода строки (LF) могут

использоваться только совместно в завершающей строку последовательности CRLF.

Версия протокола	Пробел	Код ответа	Пробел	Расшифровка ответа	CRLF
------------------	--------	------------	--------	--------------------	------

Рисунок 6 – Структура строки Status – Line

Код ответа – это целое трёхзначное число, отражающее результат обработки запроса сервером. Расшифровка ответа (Reason-Phrase) дает краткое описание кода ответа и предназначена для визуального восприятия пользователем в отличие от кода ответа (Status-Code), который служит для оповещения технических устройств. К формулировке расшифровки ответа (Reason-Phrase) не предъявляется жестких требований.

Определено шесть типов ответов, несущих разную функциональную нагрузку. Тип ответа кодируется трехзначным числом. Самой важной является первая цифра, которая определяет класс ответа, остальные две цифры лишь дополняют первую. В некоторых случаях оборудование даже может не знать все коды ответов, но оно обязательно должно интерпретировать первую цифру ответа.

Все ответы делятся на две группы: информационные и финальные.

Информационные ответы кодируются трехзначным числом, начинающимся с единицы, **1xx** и показывают, что запрос находится в стадии обработки. Информационные ответы показывают, что запрос находится в стадии обработки. Некоторые информационные ответы, например, 100 Trying, предназначены для установки на нуль таймеров, которые запускаются в оборудовании, передавшем запрос. Если к моменту срабатывания таймера ответ на запрос не получен, то считается, что этот запрос потерян и может (по усмотрению производителя) быть передан повторно. Один из распространенных ответов – 180 Ringing; по назначению он идентичен сигналу «Контроль посылки вызова» в ТфОП и означает, что вызываемый пользователь получает сигнал о входящем вызове.

Финальные ответы кодируются трехзначными числами, начинающимися с цифр **2, 3, 4, 5 и 6**. Они означают завершение обработки запроса и содержат, когда это нужно, результат обработки запроса.

**Ответы 2xx** означают, что запрос был успешно обработан. В настоящее время из всех ответов типа 2xx определен лишь два - 200 OK и 202 Accepted.

Значение ответа 200 OK зависит от того, на какой запрос он отвечает:

- ответ 200 OK на запрос INVITE означает, что вызываемое оборудование согласно на участие в сеансе связи; в теле ответа указываются функциональные возможности этого оборудования;

- ответ 200 OK на запрос BYE означает завершение сеанса связи, в теле ответа никакой информации не содержится;

- ответ 200 OK на запрос CANCEL означает отмену поиска, в теле ответа никакой информации не содержится;

- ответ 200 OK на запрос REGISTER означает, что регистрация прошла успешно;

- ответ 200 OK на запрос OPTIONS служит для передачи сведений о функциональных возможностях оборудования, эти сведения содержатся в теле ответа.

Ответ 202 Accepted означает, что запрос был принят для обработки, но обработка еще не завершена.

**Ответы 3xx** информируют оборудование вызывающего пользователя о новом местоположении вызываемого пользователя или переносят другую информацию, которая может быть использована для нового вызова:

- в ответе 300 Multiple Choices указывается несколько SIP-адресов, по которым можно найти вызываемого пользователя, и вызывающему пользователю предлагается выбрать один из них;

- ответ 301 Moved Permanently означает, что вызываемый пользователь больше не находится по адресу, указанному в запросе, и направлять запросы нужно на адрес, указанный в поле Contact;

- ответ 302 Moved Temporarily означает, что пользователь временно (промежуток времени может быть указан в поле Expires) находится по другому адресу, который указывается в поле Contact.

**Ответы 4xx** информируют о том, что в запросе обнаружена ошибка. После получения такого ответа пользователь не должен передавать тот же самый запрос без его модификации:

- ответ 400 Bad Request означает, что запрос не понят из-за наличия в нем синтаксических ошибок;



– ответ 401 Unauthorized означает, что запрос требует проведения процедуры аутентификации пользователя. Существуют разные варианты аутентификации, и в ответе может быть указано, какой из них использовать в данном случае;

– ответ 403 Forbidden означает, что сервер понял запрос, но отказался его обслуживать. Повторный запрос посылать не следует. Причины могут быть разными, например, запросы с этого адреса не обслуживаются и т.д.;

– ответ 485 Ambiguous означает, что адрес в запросе не определяет вызываемого пользователя однозначно;

– ответ 486 Busy Here означает, что вызываемый пользователь в настоящий момент не может принять входящий вызов по данному адресу. Ответ не исключает возможности связаться с пользователем по другому адресу или, к примеру, оставить сообщение в речевом почтовом ящике.

**Ответы 5xx** информируют о том, что запрос не может быть обработан из-за отказа сервера:

– ответ 500 Server Internal Error означает, что сервер не имеет возможности обслужить запрос из-за внутренней ошибки. Клиент может попытаться повторно послать запрос через некоторое время;

– ответ 501 Not Implemented означает, что в сервере не реализованы функции, необходимые для обслуживания этого запроса. Ответ передается, например, в том случае, когда сервер не может распознать тип запроса;

– ответ 502 Bad Gateway информирует о том, что сервер, функционирующий в качестве шлюза или прокси-сервера, принял некорректный ответ от сервера, к которому он направил запрос;

– ответ 503 Service Unavailable говорит о том, что сервер не может в данный момент обслужить вызов вследствие перегрузки или проведения технического обслуживания.

**Ответы 6xx** информируют о том, что соединение с вызываемым пользователем установить невозможно:

– ответ 600 Busy Everywhere сообщает, что вызываемый пользователь занят и не может принять вызов в данный момент ни по одному из имеющихся у него адресов. Ответ может указывать время, подходящее для вызова пользователя;

– ответ 603 Decline означает, что вызываемый пользователь не может или не желает принять входящий вызов. В ответе может быть указано подходящее для вызова время;

– ответ 604 Does Not Exist Anywhere означает, что вызываемого пользователя не существует.

Пример ответа 200 ОК:

SIP/2.0 200 ОК

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

t=3149329600 0

SIP=IN IP4 boston.bell-tel.com

m=audio 5004 RTP/AVP 0 3

a=rtpmap:0 PCMU/8000

a=rtpmap:3 GSM/8000

В ответе пользователя Watson на запрос Bell сообщается, что он может принимать аудиоинформацию на порт 5004, понимает кодеки PCMU, GSM. Поля From, To, Via, Call-ID взяты из запроса. Поле Cseq показывает, что это – ответ на INVITE с Cseq: 1.

### 3.4 Пример запросов и ответов SIP при установлении соединения с использованием двух прокси-серверов

1. Пользователь U1 посылает запрос INVITE прокси-серверу P1 для связи с пользователем callee в домене domain.com:

INVITE sip:callee@domain.com SIP/2.0

Contact: sip:caller@u1.example.com

2. Прокси-сервер P1 не отвечает за домен domain.com, он обращается к серверу DNS и получает от него доменное имя получателя. Он также добавляет в запрос заголовок Record-Route:

INVITE sip:callee@domain.com SIP/2.0

Contact: sip:caller@u1.example.com

Record-Route: <sip:p1.example.com;lr>

Параметр `lr` в SIP заголовке `Record-Route` указывает, что SIP прокси-сервер является маршрутизатором со свободным выбором маршрутов.

3. Прокси-сервер P2 получает запрос INVITE. Так как он отвечает за домен `domain.com`, то он может реализовать услугу и обработать запрашиваемый адрес `Request-URI`. Он также добавляет в заголовок строку `Record-Route` со своим именем и определяет новый `Request-URI`, по которому следует передать запрос:

```
INVITE sip:callee@u2.domain.com SIP/2.0
```

```
Contact: sip:caller@u1.example.com
```

```
Record-Route: <sip:p2.domain.com;lr>
```

```
Record-Route: <sip:p1.example.com;lr>
```

5. Вызываемый пользователь U2 с именем `callee` и адресом `u2.domain.com` принимает запрос INVITE и высылает ответ 200 OK:

```
SIP/2.0 200 OK
```

```
Contact: sip:callee@u2.domain.com
```

```
Record-Route: <sip:p2.domain.com;lr>
```

```
Record-Route: <sip:p1.example.com;lr>
```

6. Вызываемый пользователь U2 также устанавливает состояние диалога с удаленным адресом URI `sip:caller@u1.example.com` и его маршрут включает:

```
(<sip:p2.domain.com;lr>,<sip:p1.example.com;lr>)
```

7. Далее ответ маршрутируется к прокси-серверу P2, а затем к пользователю U1. Пользователь, U1 устанавливает состояние диалога с удаленным адресом URI `sip:callee@u2.domain.com` и его маршрут включает:

```
(<sip:p1.example.com;lr>,<sip:p2.domain.com;lr>)
```

8. Так как все компоненты маршрута содержат параметр `lr`, пользователь передает запрос BYE следующего вида:

```
BYE sip:callee@u2.domain.com SIP/2.0
```

```
Route: <sip:p1.example.com;lr>,<sip:p2.domain.com;lr>
```

#### 4 Содержание отчета

Лабораторная работа рассчитана на 8 часов для очной формы обучения направления подготовки 11.03.02 и выполняется во 2й контрольной точке.

По результатам выполненной работы представляется отчет, в котором должны содержаться следующие пункты:

1. Цель работы;
2. Индивидуальное задание;
3. Ход выполнения работы;
4. Стрелочная диаграмма установления успешного соединения и его разрушения между пользователями А и В в сети NGN на базе протокола SIP.
5. Заполненные поля заголовков всех использованных в соединении запросов и ответов протокола SIP.
6. Выводы о проделанной работе с анализом полученных результатов;
7. Ответы на контрольные вопросы.

Минимальный балл за лабораторную работу составляет 0.5 балла (выполнил работу, но не защитил). Максимальный балл – 6 (выполнил работу и защитил без замечаний).

Примерные критерии оценки качества отчётов по лабораторной работе:

- оформление отчёта не соответствует предъявляемым требованиям – минус 1 балл;
- полученные экспериментальные материалы не обработаны (осциллограммы, спектрограммы и т. п.) – минус 1 балл;
- выводы не соответствуют результатам работы – минус 1 балл;
- работа защищена не вовремя (после окончания 2й контрольной точки) – минус 1 балл.

## 5 Контрольные вопросы

- 1) Зачем нужен протокол SIP? Какие принципы положены в основу протокола SIP?
- 2) Какое место занимает протокол SIP в стеке протоколов TCP/IP?
- 3) С помощью какого протокола терминалы обмениваются информацией о своих функциональных возможностях?
- 4) Перечислите основные элементы SIP-сети, укажите их функции.
- 5) Из каких элементов состоит Агент пользователя? Когда они используются?
- 6) Перечислите типы серверов SIP-сети, укажите их функции
- 7) Привести пример SIP-сети. Описать на нем в общем виде процесс установления соединения между терминалами.
- 8) Какой тип адресации используется в протоколе SIP. Перечислить типы SIP-адресов, что значат их элементы?
- 9) Сообщения протокола SIP. Какой формат сообщений и их структура?
- 10) Назначение запросов и ответов протокола SIP.
- 11) Пояснить назначение основных заголовков сообщений.
- 12) Описать процесс установления соединения с участием сервера переадресации.
- 13) Описать процесс установления соединения с участием прокси-сервера.
- 14) В чем разница двух сценариев?
- 15) Какое минимальное число сообщений необходимо для установления соединения?

**6 Список используемых источников**

- 1) Гольдштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г. Г. Сети связи. [Текст]/ Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский – СПб.: БХВ – Петербург, 2010. – 302 с.
- 2) Росляков А. В. Сети следующего поколения. Часть II [Текст]/ А. В. Росляков – Самара.: ПГАТИ, 2008. – 148 с.
- 3) Росляков А. В. Основы IP-телефонии. Учебное пособие [Текст]/ А. В. Росляков – М.: ИРИАС, 2007. – 88 с.
- 4) Росляков А. В. Система общеканальной сигнализации ОКС№7. Учебное пособие [Текст]/ А. В. Росляков – М.: ИРИАС, 2007. – 68 с
- 5) Семенов Ю. В. Проектирование сетей связи следующего поколения. [Текст]/ Ю. В. Семенов – СПб.: Наука и техника, 2005 – 183 с.

## Приложение А

Таблица 1 – Индивидуальные задания

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Имя польз. А	User	Operat	Guest	Privacy	Client	Managr	People	Chief	Boss	Clerk
Отображаемое имя польз.А	Vladimir	Olga	Peter	Ivan	Lena	David	Sofia	Sasha	Nina	Sergei
Домен польз. А	prim.ru	darts.ru	doc.com	ant.org	guk.ru	mtusi.ru	force.int	astan.kz	mins.bu	kiev.ua
IP-адрес польз. А	192.168.0.1	196.14.1.12	207.12.2.51	212.1.0.3	198.1.1.3	195.2.3.11	211.11.1.1	195.0.2.4	199.1.0.32	193.24.1.0
Номер пред. послед-сти команд	25486	3648	31975	593173	2132456	553547	4358	23787	5867	67867
Имя пользователя В	Guest	Privacy	User	Operat	People	Boss	Client	Managr	Clerk	Chief
Отображаемое имя польз.В	Olga	Peter	Lena	Vladimir	Sofia	Nina	Sergei	David	Sasha	Ivan
Домен польз. В	darts.ru	doc.com	prim.ru	mtusi.ru	ant.org	doc.com	guk.ru	guk.ru	astan.kz	docum.com
IP-адрес польз. В	192.130.1.0	193.23.1.2	223.2.0.1	202.14.3.91	197.12.1.3	194.26.2.11	191.3.12.3	211.0.2.1	196.35.0.3	194.32.5.1
Исход вызова	2	3	2	4	2	5	2	6	7	1

