

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный университет»

О. Л. Курилова

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ в интерактивном лабораторно-учебном классе телекоммуникационных протоколов и технологий COTСБИ-NGN
Часть 1

Учебно-методическое пособие



Ульяновск 2017

УДК 621.39:004.7(075.8)

ББК 32.882-057 я73+32.971.35я73

К 93

Печатается по решению Ученого совета
Факультета математики, информатики и авиационных технологий
Ульяновского государственного университета
(протокол № ____ от 20.06.2017 г.)

Рецензенты – профессор, доктор технических наук, зав. каф. «Прикладная математика и информатика» УлГТУ Крашенинников В.Р.
профессор, доктор технических наук, зав. каф. «Телекоммуникационные технологии и сети» УлГУ Смагин А.А.

Курилова О. Л.

К 93 Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ в интерактивном лабораторно-учебном классе телекоммуникационных протоколов и технологий СОТСБИ-NGN: учебно-методическое пособие / О. Л. Курилова - Ульяновск: УлГУ, 2017- 98 с.

Учебное пособие предназначено для студентов очного обучения, направления бакалавриата «Информационные системы и технологии», «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», «Прикладная информатика», а также студентов специальности «Компьютерная безопасность», изучающих дисциплину «Инфокоммуникационные системы и сети», «Компьютерные сети», «Основы сетевых технологий в инфокоммуникационных системах и сервисах» на полигоне СОТСБИ-NGN. Также лабораторный практикум будет интересен и полезен для студентов вузов, обучающихся по специальностям в области информационных технологий и сетей, преподавателям и специалистам в области построения компьютерных сетей, сетей связи и IP-телефонии.

© Курилова О. Л. 2017

© Ульяновский государственный университет, 2017

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
ЧАСТЬ 1. «СЕТИ NGN. ОБОРУДОВАНИЕ SIP».....	6
1.1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 «СЕТИ NGN. ОБОРУДОВАНИЕ SIP. ПРОТОКОЛ СИГНАЛИЗАЦИИ SIP»	6
<i>Базовый вызов в режиме «точка-точка» (без участия SIP-сервера)</i>	<i>6</i>
<i>Базовый вызов через SIP-сервер</i>	<i>12</i>
<i>Отбой вызывающего абонента в предответном состоянии</i>	<i>15</i>
<i>Постановка вызова на удержание</i>	<i>16</i>
<i>Услуга «Не беспокоить» (Do not Disturb, DND)</i>	<i>20</i>
<i>Услуга «Перевод вызова» (Explicit Call Transfer, ECT)</i>	<i>20</i>
1.2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 «СЕТИ NGN. ОБОРУДОВАНИЕ SIP. ПРОТОКОЛЫ ПЕРЕДАЧИ АУДИО И ВИДЕО ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛОВ RTP, RTCP»	24
<i>Базовый вызов через SIP-сервер Asterisk</i>	<i>24</i>
<i>Видео вызов в режиме «точка-точка» (без участия SIP-сервера).....</i>	<i>27</i>
<i>Видео вызов через SIP-сервер Asterisk.....</i>	<i>32</i>
1.3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 «АНАЛИЗ ПРОЦЕДУРЫ РЕГИСТРАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕТИ»	36
<i>Регистрация.....</i>	<i>36</i>
<i>Отказ в регистрации</i>	<i>41</i>
<i>Алгоритм аутентификации.</i>	<i>41</i>
<i>Параметры регистрации</i>	<i>42</i>
ЧАСТЬ 2. «СЕТИ NGN. АДМИНИСТРИРОВАНИЕ IP PBX ASTERISK».....	50
2.1 ФАЙЛЫ КОНФИГУРАЦИИ IP PBX ASTERISK. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ НАСТРОЙКА IP PBX ASTERISK	50
<i>Предварительная настройка IP PBX Asterisk</i>	<i>50</i>
<i>Создание абонента и настройка маршрутизации</i>	<i>51</i>
<i>Последовательность создания пользователей в web-интерфейсе:.....</i>	<i>53</i>
2.2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 «СОЗДАНИЕ АБОНЕНТА И НАСТРОЙКА МАРШРУТИЗАЦИИ»	55
2.3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 «УСЛУГА “ТОЧНОЕ ВРЕМЯ».....	62
2.4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 «НАСТРОЙКА МАРШРУТИЗАЦИИ МЕЖДУ ДВУМЯ IP PBX ASTERISK».....	65
2.5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 «НАСТРОЙКА МАРШРУТИЗАЦИИ МЕЖДУ ДВУМЯ IP PBX ASTERISK (АТС И УПАТС)».....	70
2.7 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА №1 «АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ РЕЧИ ПО IP-СЕТИ»	73
<i>Настройка маршрутизации между двумя IP PBX Asterisk.....</i>	<i>73</i>
<i>Анализ качества передачи речи по IP-сети.</i>	<i>79</i>
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	84
<i>Создание пользователя в программном телефоне Twinkle.....</i>	<i>84</i>
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	86
<i>Создание пользователя в программном телефоне Linphone.....</i>	<i>86</i>
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.	90
<i>Копирования нескольких строчек из Wireshark</i>	<i>90</i>
<i>Копирование информации о запросе из Wireshark полностью.....</i>	<i>92</i>
<i>Копирование свойств выбранного сообщения из Wireshark полностью.....</i>	<i>94</i>
<i>Копирование определенной области свойств выбранного сообщения из Wireshark</i>	<i>96</i>
<i>Копирование определенной строчки свойств выбранного сообщения из Wireshark.....</i>	<i>96</i>
<i>Копирование имени пункта свойств выбранного сообщения из Wireshark.....</i>	<i>96</i>
<i>Копирование только значения свойств выбранного сообщения из Wireshark</i>	<i>96</i>
Список информационных источников.	98

Введение

В интерактивном лабораторном классе телекоммуникационных протоколов и технологий используется аппаратно-программный комплекс (АПК) СОТСБИ, в котором реализован комплексный подход к системе обучения.

Аппаратно-программный комплекс состоит из:

- сервера учебных курсов СОТСБИ-У;
- сервера для выполнения лабораторных работ СОТСБИ-NGN;
- рабочих мест учащихся;
- рабочего места преподавателя.

Этапы обучения в АПК СОТСБИ включают в себя:

- изучение теоретического материала, состоящего из анимированных слайдов с текстовым пояснением в СОТСБИ-У;
- тестирование в СОТСБИ-У;
- моделирование – практические работы в СОТСБИ-У;
- зачет в СОТСБИ-У;
- выполнение лабораторных работ в СОТСБИ-NGN.

Целью методических рекомендаций является формирование у студентов системы знаний по выполнению лабораторных работ в СОТСБИ-NGN.

Изучение учебно-методического пособия базируется на успешно усвоенных базовых понятиях дисциплин математического и естественно-научного цикла и дисциплин профессионального цикла: «Информатика», «Операционные системы и среды», «Архитектура информационных систем».

Настоящее издание содержит методические рекомендации с подробными объяснениями по выполнению лабораторных работ в АПК СОТСБИ-NGN для студентов, изучающих такие дисциплины, как «Инфокоммуникационные системы и сети», «Компьютерные сети», «Основы сетевых технологий в инфокоммуникационных системах и сервисах», входящих в образовательную программу направления бакалавриата «Информационные системы и технологии», «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», «Прикладная информатика», а также для студентов специальности «Компьютерная безопасность».

Каждая лабораторная работа включает подробное описание последовательности действий исполнителя с множеством рисунков.

Лабораторные работы можно разделить на несколько частей:

Первая часть «Сети NGN. Оборудование SIP» включает в себя три лабораторных работы:

- Лабораторная работа №1 «Сети NGN. Оборудование SIP. Протокол сигнализации SIP».
- Лабораторная работа №2 «Сети NGN. Оборудование SIP. Протоколы передачи аудио и видео информации на основе протоколов RTP, RTCP».
- Лабораторная работа №3 «Анализ процедуры регистрации пользователя в сети».

Вторая часть «Сети NGN. Администрирование IP PBX Asterisk» включает в себя:

- Работа по предварительной настройке IP PBX Asterisk.
- Лабораторная работа №1 «Создание абонента и настройка маршрутизации»
- Лабораторная работа №2 «Услуга “Точное время».
- Лабораторная работа №3 «Настройка маршрутизации между двумя IP PBX Asterisk».

- Лабораторная работа №4 «Настройка маршрутизации между двумя IP PBX Asterisk (АТС и УПАТС)».
- Исследовательская работа №1 «Анализ качества передачи речи по IP-сети».

Учебно-методическое пособие содержит три приложения:

- Создание пользователя в программном телефоне Twinkle.
- Создание пользователя в программном телефоне Linphone.
- Работа с информацией в сетевом анализаторе Wireshark.

Учебно-методическое пособие подготовлено на кафедре «Телекоммуникационных технологий и сетей».

Также методические рекомендации по выполнению лабораторных работ будут интересны и полезны для студентов вузов, обучающихся по специальностям в области информационных технологий и сетей, преподавателям и специалистам в области построения компьютерных сетей, сетей связи и IP-телефонии.

Часть 1. «Сети NGN. Оборудование SIP»

Задания выполняются с использованием программных телефонов Twinkle, Ekiga и Linphone.

Перед выполнением заданий рекомендуется ознакомиться с пользовательским интерфейсом программы мониторинга сетевого трафика Wireshark, программных телефонов, используемых на полигоне СОТСБИ-ngn [11].

Все изменения, внесенные в работу рабочего места (РМ), действует только в течение сессии. После перезагрузки система возвращается в исходное состояние.

Программные телефоны, используемые на полигоне СОТСБИ-NGN, могут работать в двух режимах: с регистрацией на SIP-сервере и в режиме «точка-точка».

При работе телефона через SIP-сервер, сервер занимается обслуживанием входящих и исходящих вызовов, осуществленных с помощью этого телефона. В этом случае все сообщения протокола SIP, сгенерированные в процессе обслуживания вызова, обрабатываются SIP-сервером. Данные о SIP-сервере должны быть указаны в настройках телефона. Информация об абоненте может быть представлена либо непосредственно в виде номера абонента, либо в виде имени пользователя, либо в виде URI пользователя (в формате *имя_пользователя@адрес_sip-сервера*).

В режиме «точка-точка» связь с удаленным терминалом осуществляется напрямую. В этом случае все сообщения протокола транслируются непосредственно между телефонами. Для организации вызова в режиме «точка-точка» необходимо знать текущие IP-адреса терминалов. В качестве данных вызываемого абонента в этом случае будет использоваться IP-адрес вызываемого абонента.

Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо настроить звуковые устройства (см. раздел «Настройка звука» в [11]).

Если между двумя программными телефонами установлено соединение, но звук отсутствует, необходимо проверить в настройках программы используемые кодеки (для некоторых программных телефонов не все типы кодеков совместимы друг с другом) и выбранное звуковое устройство.

Настоятельно рекомендуется запускать другой программный телефон только после полного закрытия предыдущего. При одновременном запуске двух программных телефонов, последний может выдать сообщение о том, что порт 5060 для сигнализации SIP занят другим приложением, и тогда требуется корректно завершить работу всех запущенных программных телефонов или перезагрузить РМ.

Также перед началом выполнения лабораторной работы необходимо подключить пользовательский каталог (см. Приложении 2 к [11]) для возможности сохранений файлов в личную папку.

1.1. Лабораторная работа №1 «Сети NGN. Оборудование SIP. Протокол сигнализации SIP»

Базовый вызов в режиме «точка-точка» (без участия SIP-сервера)

Для осуществления вызова напрямую между SIP-терминалами необходимо знать текущий IP-адрес вызываемого терминала.

1. Настроить терминалы (Twinkle или LinPhone) на РМ 1, 2 (для примера разобраны РМ 9 и РМ10) для работы в режиме без регистрации на SIP-сервере («точка-точка»).

В программе *Twinkle*:

- выбор настройки терминала с помощью "Мастера";
- ввести имя профиля на обоих компьютерах "student9";
- задать поля "Ваше имя", "Имя пользователя", записать в них "student9";

- задать поле "Домен", записать в нем "172.16.119.9";
- выбрать стандартный профиль пользователя "student9".

2. Запустить Wireshark и задать необходимый фильтр.

Запустить приложение Wireshark. В разделе "Capture" выбрать "eth0". Задать в строке фильтра "SIP".

3. Установить соединение от абонента РМ 1 к абоненту РМ 2.

Абонент РМ 1 набирает в строке позвонить "student10@172.16.119.10". Жмет клавишу "Набрать".

4. Ответ абонента РМ 2, разговор, отбой абонента РМ 1.

Абонент РМ 2, в тот момент когда ему звонит абонент РМ 1, жмет на кнопку "Ответ". После соединения абонентов и разговора между ними, абонент РМ 1 нажимает на кнопку "Заверш", для завершения звонка.

5. Сохранить сигнальную информацию, полученную с помощью программы мониторинга сетевого трафика Wireshark, в пользовательском каталоге. Открыть скрытый Wireshark и нажать на кнопку "Stop capturing packets". Открыть выпадающий список "File", затем нажать на "Save As" и сохранить полученный файл в свой пользовательский каталог.

6. Определить сообщения SIP (запросы и ответы), отправленные для установления соединения, по сигнальной информации, полученной с помощью программы Wireshark.

Звонок от абонента student9 к абоненту student10

19	12.590732870	172.16.119.9	172.16.119.10	SIP/SDP	851	Request:	INVITE
sip:student10@172.16.119.10							
20	12.592880366	172.16.119.10	172.16.119.9	SIP	334	Status: 100 Trying	
21	12.596289049	172.16.119.10	172.16.119.9	SIP	385	Status: 180 Ringing	
33	19.010409766	172.16.119.10	172.16.119.9	SIP/SDP	725	Status: 200 OK	
46	19.141817914	172.16.119.9	172.16.119.10	SIP	357	Request:	ACK
sip:student10@172.16.119.10							
2355	43.701283472	172.16.119.10	172.16.119.9	SIP	356	Request:	BYE
sip:student9@172.16.119.9							
2356	43.705111160	172.16.119.9	172.16.119.10	SIP	339	Status: 200 OK	

Ответ абонента student9 на звонок абонента student10

27	10.514197992	172.16.119.10	172.16.119.9	SIP/SDP	855	Request: INVITE	
sip:student9@172.16.119.9							
28	10.515740760	172.16.119.9	172.16.119.10	SIP	337	Status: 100 Trying	
29	10.515901428	172.16.119.9	172.16.119.10	SIP	386	Status: 180 Ringing	
39	13.282711327	172.16.119.9	172.16.119.10	SIP/SDP	725	Status: 200 OK	
41	13.325805563	172.16.119.10	172.16.119.9	SIP	357	Request: ACK	
sip:student9@172.16.119.9							

641 19.304670065 172.16.119.10 172.16.119.9 SIP 357 Request: BYE
sip:student9@172.16.119.9 |

642 19.306444348 172.16.119.9 172.16.119.10 SIP 340 Status: 200 OK |

7. Провести анализ участвовавших в соединении запросов и ответов SIP и оформить ответы в виде отчета.

На рис. 1 представлено окно Wireshark с сигнальной информацией вызова «точка-точка».

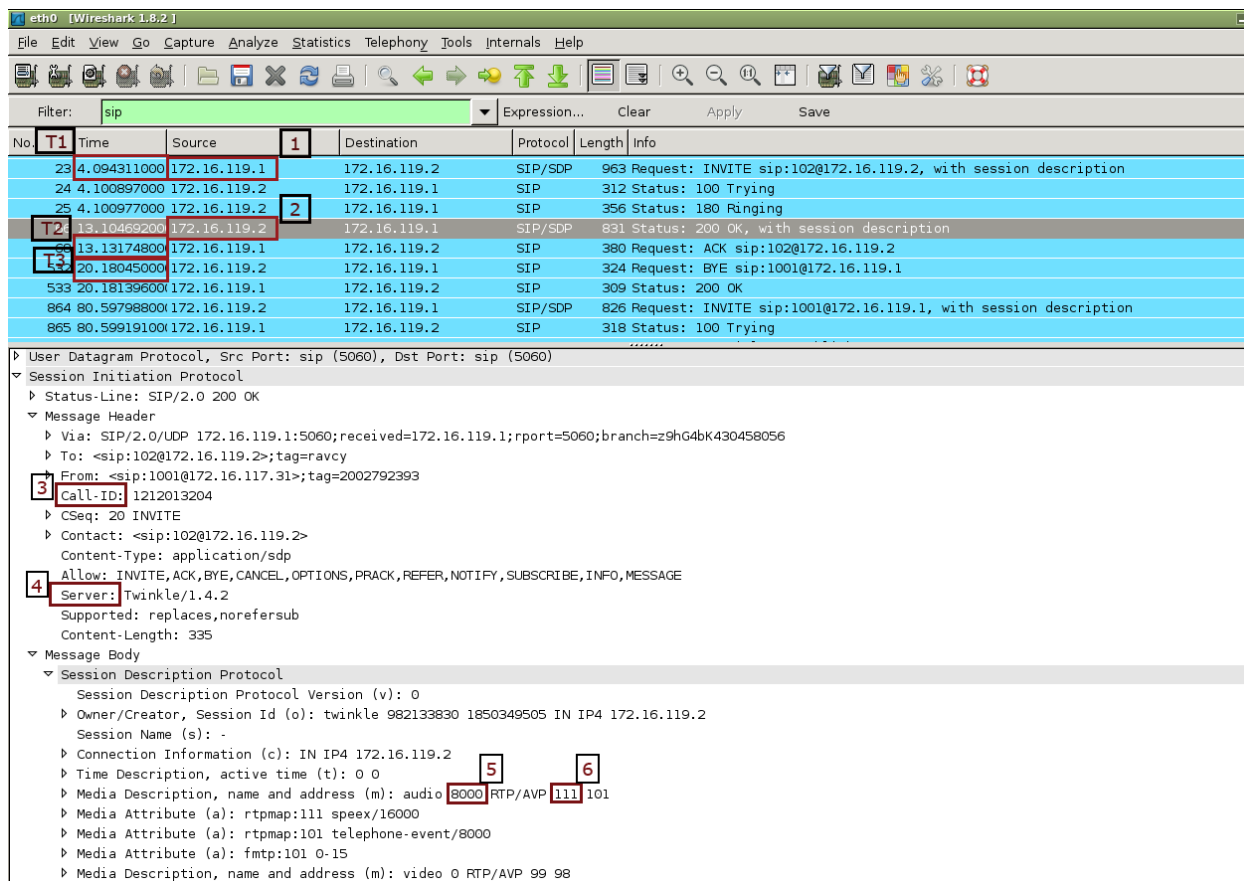


Рис. 1. Окно Wireshark с сигнальной информацией вызова «точка-точка».

- Определить IP-адрес вызывающего абонента и указать сообщение SIP и заголовок, в котором он содержится;

Пересечение строки с запросом INVITE и столбца Source (см. 1 на Рис. 1).

Ответ: 172.16.119.9

19 12.590732870 172.16.119.9 172.16.119.10 SIP/SDP 851 Request: INVITE
sip:student10@172.16.119.10 |

- Определить IP-адрес вызываемого абонента и указать сообщение SIP и заголовок, в котором он содержится;

Пересечение строки с ответом 200OK и столбца Source (см. 2 на Рис. 1).

Ответ: 172.16.119.10

33 19.010409766 172.16.119.10 172.16.119.9 SIP/SDP 725 Status: 200 OK |

- Определить транспортный протокол для сигнализации SIP;

Ответ: User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)

Source Port: 5060

Destination Port: 5060

Length: 691

Checksum: 0xb9f0 [validation disabled]

[Stream index: 0]

- Определить порт, используемый по умолчанию для сигнализации SIP. Можно ли его изменить?

За протоколом SIP закреплён стандартный порт 5060, по умолчанию все программные телефоны полигона СОТСБИ-ngn используют его. В настройках телефонов можно изменить номер порта на любое, не зарезервированное для другой службы или протокола, значение, однако в этом случае вызов можно осуществить только с терминала с изменённым значением порта SIP на терминал со стандартным значением. Попытка установления соединения в обратном направлении будет неудачной.

Ответ: Source Port: 5060

- Определить Идентификатор разговора, указать сообщение SIP и заголовок, в котором он содержится;

Заголовок Call-ID в любом сообщении SIP (см. 3 на Рис.1).

Звонок

Session Initiation Protocol (200)

Message Header

Call-ID: **caidqkfvykgidkw@rm-09**

Отклик

Session Initiation Protocol (200)

Message Header

Call-ID: **nmolozfgmohsrvo@rm-10**

Server: Twinkle/1.4.2

- Определить заголовок, в котором передается название терминала пользователя (вызываемого, вызывающего);

Заголовок User-Agent или Server (см. 4 на Рис.1).

Вызывающий

Session Initiation Protocol (200)

Message Header

Server: **Twinkle/1.4.2**

Вызываемый

Session Initiation Protocol (200)

Message Header

Server: **Twinkle/1.4.2**

- Определить длительность фазы установления разговора, фазы разговора, используя данные о времени отправки пакетов; (предполагается, что задержка прохождения пакетов по сети равна нулю), указать, какие именно запросы/ответы служат в качестве контрольных точек для расчета времени, для определения формата отображения времени;

Фаза установления разговора: вычесть из времени отправки сообщения АСК время отправки сообщения INVITE [T2-T1].

Фаза разговора: вычесть из времени отправки сообщения BYE время отправки сооб-

щения ACK [T3-T2] (Рис.1)

Фаза установления разговора:

Time

46 **19.141817914** 172.16.119.9 172.16.119.10 SIP 357 Request: ACK
sip:student10@172.16.119.10 |

19 **12.590732870** 172.16.119.9 172.16.119.10 SIP/SDP 851 Request: INVITE
sip:student10@172.16.119.10 |

Ответ: T= 19.141817914 - 12.590732870 = 6.55108504

Фаза разговора:

Time

46 **19.141817914** 172.16.119.9 172.16.119.10 SIP 357 Request: ACK
sip:student10@172.16.119.10 |

2355 **43.701283472** 172.16.119.10 172.16.119.9 SIP 356 Request: BYE
sip:student9@172.16.119.9 |

Ответ: T= 43.701283472 - 19.141817914 = 24.5594656

- Определить параметры мультимедийной сессии: параметры передачи речи (используемый кодек, номер порта для обработки медиаинформации на стороне вызывающего абонента, номер порта для обработки медиаинформации на стороне вызываемого абонента). Указать сообщения SIP и заголовки, в которых они передаются.

Параметры мультимедийной сессии содержатся в теле сообщений INVITE и 200OK в формате протокола SDP. Для просмотра тела сообщения следует в окне детального просмотра раскрыть строку Message Body (нажатием на кнопку «+» сбоку), затем раскрыть строку Session Description Protocol.

Строка тела сообщения «Media Description, Name and Address» имеет формат: тип передаваемой информации (аудио или видео); номер порта для обработки медиаинформации; транспортный протокол для передачи медиаинформации; поддерживаемые кодеки (кодируются числами, каждому типу кодека соответствует определенное число, например: 3 — кодек GSM); дополнительные параметры (также кодируются числами).

Используемый кодек: кодек, указанный в строке «Media Description, Name and Address» тела сообщения 200OK. (см. 6 на Рис. 1).

Номер порта для обработки медиаинформации:

- на стороне вызывающего абонента: номер порта в строке «Media Description, Name and Address» в SDP-теле сообщения INVITE;

- на стороне вызываемого абонента: номер порта в строке «Media Description, Name and Address» в SDP-теле сообщения 200OK (см. 5 на Рис. 1).

Frame 107: 847 bytes on wire (6776 bits), 847 bytes captured (6776 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: Shuttle_ab:4d:fb (80:ee:73:ab:4d:fb), Dst: Shuttle_ab:45:40 (80:ee:73:ab:45:40)

Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.119.4, Dst: 172.16.119.3

User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)

Session Initiation Protocol (INVITE)

Request-Line: INVITE sip:student3@172.16.119.3 SIP/2.0

Message Header

Message Body

Session Description Protocol

Session Description Protocol Version (v): 0

Owner/Creator, Session Id (o): twinkle 1719857621 627518904 IN IP4 172.16.119.4

Session Name (s): -

Connection Information (c): IN IP4 172.16.119.4

Time Description, active time (t): 0 0

Media Description, name and address (m): audio 8000 RTP/AVP 98 97 8 0 3 101

Media Attribute (a): rtpmap:98 speex/16000

Media Attribute (a): rtpmap:97 speex/8000

Media Attribute (a): rtpmap:8 PCMA/8000

Media Attribute (a): rtpmap:0 PCMU/8000

Media Attribute (a): rtpmap:3 GSM/8000

Media Attribute (a): rtpmap:101 telephone-event/8000

Media Attribute (a): fmp:101 0-15

Media Attribute (a): ptime:20

Ответ: **Тип передаваемой информации** audio 8000

-номер порта для обработки медиаинформации;

= Порт 8000

-транспортный протокол для передачи медиаинформации;

= Транспортный протокол RTP/AVP

поддерживаемые кодеки: = 98

Заголовки Message Body/Session Description Protocol/Media Description, name and address (m):
audio 8000 RTP/AVP 98 101

Номер порта для обработки медиаинформации:

на стороне вызывающего абонента: порт 8000

на стороне вызываемого абонента: порт 8000

8. Выполнить повторный вызов и определить, изменился ли номер порта RTP. Если нет, то почему?

Конкретное значение определяется в установках программного телефона.

Ответ: Нет, не изменилось.

Потому что конкретное значение определяется в установках программного телефона.

- Можно ли изменить номер порта RTP?

Ответ: Для программного телефона Twinkle: Редактирование — Системные настройки — Сеть.

Базовый вызов через SIP-сервер

1. Осуществить регистрацию пользователей с именами (номерами) 1ABC, 1KLM соответственно (номера пользователей должны быть выбраны из списка зарегистрированных на SIP-сервере) на терминалах (Twinkle или LinPhone) на РМ 1, 2.

Выбор настройки терминала с помощью "Мастера".

Ввести имя профиля на обоих компьютерах "1009".

Задать поля "Ваше имя", "Имя пользователя", записать в них "1009".

Задать поле "Домен", записать в нем "172.16.117.31".

Выбрать стандартный профиль пользователя "1009".

2. Установить соединение от абонента РМ 1 к абоненту РМ 2

Абонент РМ 1 набирает в строке позвонить "1010". Жмет клавишу "Набрать".

3. Ответ абонента РМ 2, разговор, отбой абонента РМ 1.

Абонент РМ 2, в тот момент когда ему звонит абонент РМ 1, жмет на кнопку "Ответ". После соединения абонентов и разговора между ними, абонент РМ 1 нажимает на кнопку "Заверш", для завершения звонка.

4. Определить сообщения SIP (запросы и ответы), отправленные для установления соединения, по сигнальной информации, полученной с помощью программы Wireshark.

См. раздел «Фильтрация трафика в режиме мониторинга пакетов» или «Фильтрация пакетов в режиме просмотра» в Приложении 1 к [11].

Для просмотра трафика, идущего через сервер, следует нажать ярлык «Файлы сигнальной информации» и открыть в Wireshark файл с соответствующим названием (дата/время записи трафика). Для исключения отображения повторяющихся пакетов необходимо задать фильтр `sll.pkttype != 4`. Также можно указать тип протокола. Например, для просмотра пакетов протокола sip фильтр будет выглядеть следующим образом: `sll.pkttype != 4 && sip`.

31 2.478791352 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP/SDP 829 Request: INVITE
sip:1006@172.16.117.31 |

32 2.481581988 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 496 Status: 100 Trying |

33 2.525422576 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 512 Status: 180 Ringing |

36 3.389394361 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP/SDP 839 Status: 200 OK |

39 3.432219641 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 350 Request: ACK
sip:1006@172.16.117.31:5060 |

40 3.433172009 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP/SDP 812 Request: INVITE
sip:1009@172.16.119.9, in-dialog |

5. Проанализировать участвовавшие в соединении запросы и ответы SIP (составить отчет):

- Определить, какой транспортный протокол используется для переноса сообщений SIP (TCP или UDP);

В окне детального просмотра отображены протоколы нижележащих уровней, в четвертой строке указано или User Datagram Protocol (для UDP), или Transmission Control Protocol (для TCP) (см.1 на Рис. 2).

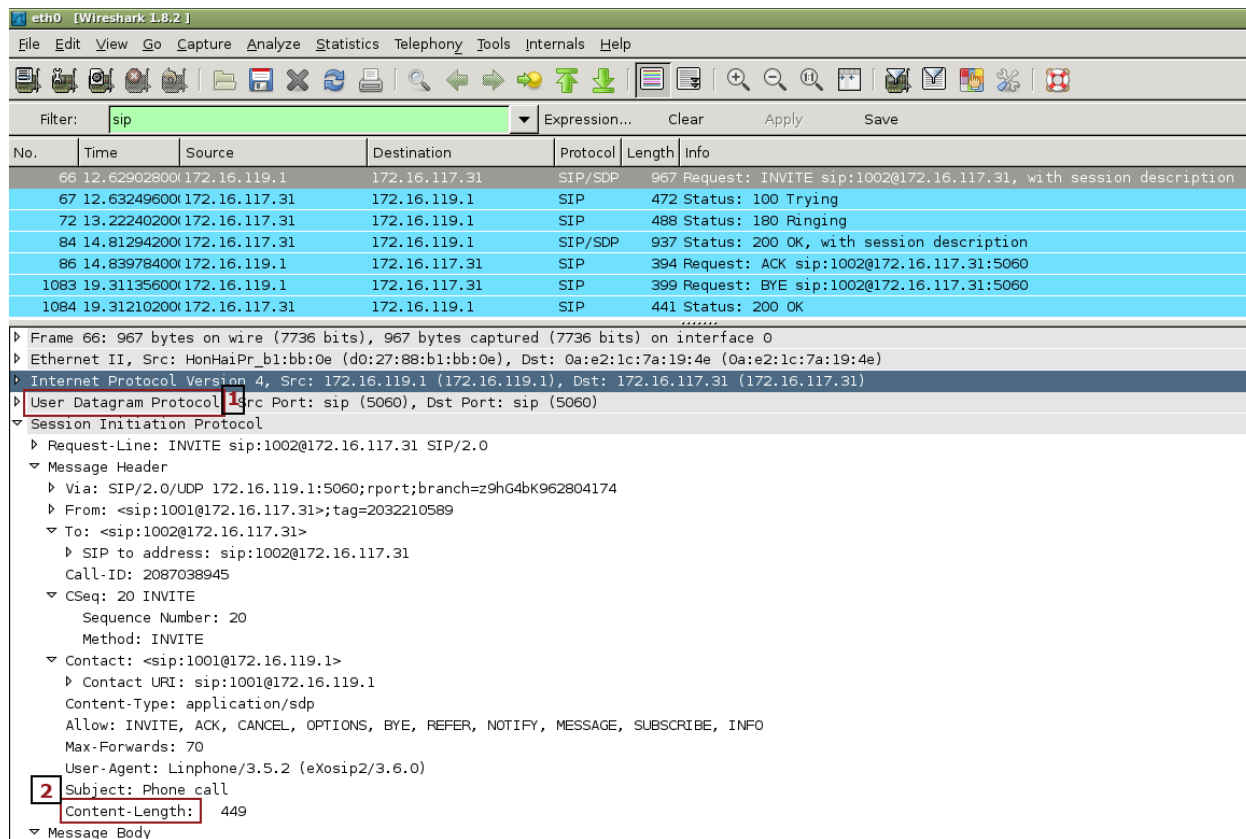


Рис. 2. Окно Wireshark с сигнальной информацией вызова через SIP-сервер.

Ответ: UDP

User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)

- Определить длину тела сообщения, в котором содержится предложение описания связи (SDP offer), отправленное с SIP-сервера;

Предложение описания связи (SDP offer) — это описание сеанса связи, отправленное первым при установлении сеанса. Как правило, оно содержится в запросе INVITE. В задании рассматривается запрос INVITE, отправленный с SIP-сервера. В заголовке Content-Length этого запроса отображена искомая длина тела сообщения (см. 2 Рис. 2).

Ответ: Content-Length: 307

- Сравнить запросы INVITE, отправленные с терминала и SIP-сервера, определить, какими заголовками отличаются эти запросы;

Запрос INVITE, отправленный с SIP-сервера может отличаться наличием некоторых

дополнительных заголовков. Так, для SIP-сервера Asterisk отличаются заголовки *Via*, *To*, *From*, *Call-ID*, *Cseq*, *Contact*, *User-Agent* и т.д.

SIP:

Message Header

Via: SIP/2.0/UDP 172.16.119.4:5060;branch=z9hG4bK.xmpMHoZNQ;rport

Transport: UDP

Sent-by Address: 172.16.119.4

Sent-by port: 5060

Branch: z9hG4bK.xmpMHoZNQ

RPort: rport

From: <sip:1004@172.16.117.31>;tag=HnREe9ZqH

To: "1003" <sip:1003@172.16.117.31>

CSeq: 20 INVITE

Call-ID: aZS9AOfTRW

Max-Forwards: 70

Supported: outbound

Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, NOTIFY, MESSAGE, SUBSCRIBE, INFO, UPDATE

Content-Type: application/sdp

Content-Length: 642

Contact: <sip:1004@172.16.119.4>;+sip.instance="<urn:uuid:b2d0a1ca-5d3f-49af-92df-f5d0ffa7dab3>"

User-Agent: Linphone/3.9.1 (belle-sip/1.4.2)

Терминал:

Message Header

Via: SIP/2.0/UDP 172.16.119.4;rport;branch=z9hG4bKojabrgev

Max-Forwards: 70

To: <sip:student3@172.16.119.3>

From: "student4" <sip:student4@172.16.119.4>;tag=limla

Call-ID: rrcamargshigaqj@rm-04

CSeq: 341 INVITE

Contact: <sip:student4@172.16.119.4>

Content-Type: application/sdp

Allow: INVITE,ACK,BYE,CANCEL,OPTIONS,PRACK,REFER,NOTIFY,SUBSCRIBE,INFO,MESSAGE

Supported: replaces,norefersub,100rel

User-Agent: Twinkle/1.4.2

Content-Length: 308

Отбой вызывающего абонента в предответном состоянии

1. Запустить Wireshark.

Запустить приложение Wireshark. В разделе "Capture" выбрать "eth0".

2. Установить соединение в режиме «точка-точка» от абонента РМ 1 к абоненту РМ 2, используя терминалы Twinkle или LinPhone.

Абонент РМ 1 набирает в строке позвонить "student<№ компьютера>@172.16.119.<№ компьютера>". Жмет клавишу "Набрать".

3. Отбой абонента РМ 1 до ответа абонента РМ 2.

Абонент РМ 2, в тот момент, когда ему звонит абонент РМ 1, жмет на кнопку "Ответ". После соединения абонентов и разговора между ними, абонент РМ 1 нажимает на кнопку "Заверш", для завершения звонка.

4. Проанализировать участвовавшие в соединении запросы и ответы SIP (составить отчет):

28	2.737341715	172.16.119.9	172.16.119.6	SIP/SDP	848	Request: INVITE sip:student6@172.16.119.6
29	2.739588704	172.16.119.6	172.16.119.9	SIP	332	Status: 100 Trying
30	2.739624872	172.16.119.6	172.16.119.9	SIP	381	Status: 180 Ringing
58	9.035197007	172.16.119.9	172.16.119.6	SIP	349	Request: CANCEL sip:student6@172.16.119.6
59	9.037111440	172.16.119.6	172.16.119.9	SIP	338	Status: 200 OK
60	9.037150692	172.16.119.6	172.16.119.9	SIP	354	Status: 487 Request Terminated
61	9.038770392	172.16.119.9	172.16.119.6	SIP	353	Request: ACK sip:student6@172.16.119.6

- Определить запрос, который используется при отбое вызывающего абонента в предответном состоянии, и ответ на него;

Запрос CANCEL — используется для прекращения обработки ранее отправленного запроса (в данном случае — запроса INVITE). В ответ на запрос CANCEL приходит 200 OK — ответ об успешной обработке запроса.

58 9.035197007 172.16.119.9 172.16.119.6 SIP 349 Request: CANCEL
sip:student6@172.16.119.6 |

59 9.037111440 172.16.119.6 172.16.119.9 SIP 338 Status: 200 OK |

- Определить окончательный ответ на запрос INVITE.

487 Request Terminated — ответ о прекращении обработки запроса (в данном случае — запроса INVITE). В заголовке ответа CSeq указывается, на какой запрос был отправлен данный ответ.

60 9.037150692 172.16.119.6 172.16.119.9 SIP 354 Status: 487 Request Terminated

Постановка вызова на удержание

1. Запустить Wireshark.

Запустить приложение Wireshark. В разделе "Capture" выбрать "eth0".

2. Установить соединение в режиме «точка-точка» от абонента РМ 1 к абоненту РМ 2, используя программный телефон Twinkle.

Абонент РМ 1 набирает в строке позвонить "student<№ компьютера>@172.16.119.<№ компьютера>". Жмет клавишу "Набрать".

3. С терминала РМ 1 поставить вызов на удержание.

Для постановки вызова на удержание нужно нажать на кнопку «Удержание», расположенную на панели инструментов программного телефона Twinkle.

4. С терминала РМ 1 снять вызов с удержания.

Снятие вызова с удержания производится повторным нажатием кнопки «Удержание», расположенной на панели инструментов программного телефона Twinkle.

5. Проанализировать участвовавшие в соединении запросы и ответы SIP (составить отчет):

24 12:39:57 172.16.119.4 172.16.119.3 SIP/SDP 856 Request: INVITE
sip:student3@172.16.119.3 |

25 12:39:57 172.16.119.3 172.16.119.4 SIP 341 Status: 100 Trying |

26 12:39:57 172.16.119.3 172.16.119.4 SIP 390 Status: 180 Ringing |

46 12:40:01 172.16.119.3 172.16.119.4 SIP/SDP 725 Status: 200 OK |

59 12:40:02 172.16.119.4 172.16.119.3 SIP 362 Request: ACK
sip:student3@172.16.119.3 |

157 12:40:03 172.16.119.4 172.16.119.3 SIP/SDP 878 Request: INVITE
sip:student3@172.16.119.3, in-dialog |

158 12:40:03 172.16.119.3 172.16.119.4 SIP/SDP 737 Status: 200 OK |

163 12:40:03 172.16.119.4 172.16.119.3 SIP 362 Request: ACK
sip:student3@172.16.119.3 |

184	12:40:06	172.16.119.4	172.16.119.3	SIP/SDP	866	Request: INVITE sip:student3@172.16.119.3, in-dialog
185	12:40:06	172.16.119.3	172.16.119.4	SIP/SDP	725	Status: 200 OK
186	12:40:06	172.16.119.4	172.16.119.3	SIP	362	Request: ACK sip:student3@172.16.119.3
278	12:40:07	172.16.119.4	172.16.119.3	SIP	362	Request: BYE sip:student3@172.16.119.3
280	12:40:07	172.16.119.3	172.16.119.4	SIP	344	Status: 200 OK

- Определить запрос, осуществляющий постановку вызова на удержание;

Запрос INVITE, отправленный во время уже установленного сеанса связи (второй по счету INVITE в сигнальных сообщениях конкретного вызова).

157	12:40:03	172.16.119.4	172.16.119.3	SIP/SDP	878	Request: INVITE sip:student3@172.16.119.3, in-dialog
-----	----------	--------------	--------------	---------	-----	---

- Проанализировать параметры мультимедийного сеанса в запросе, осуществляющем постановку вызова на удержание, определить их отличие от начальных параметров мультимедийного сеанса (смотри описание сеанса связи в запросе, осуществляющем постановку вызова на удержание).

Запрос INVITE, отправленный во время уже установленного сеанса связи (второй по счету INVITE в сигнальных сообщениях вызова), содержит новое описание сеанса связи, в котором указано о прекращении передачи медиаинформации (постановка на удержание). Описание сеанса связи в формате SDP содержится в теле запроса INVITE. Основное отличие: значение «0.0.0.0» в строке Connection information и/или наличие параметра sendonly (см.3 на Рис. 3).

Filter: sip && ip.src==192.168.1.100

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
23	5.304768000	172.16.119.2	172.16.119.1	SIP/SDP	832	Request: INVITE sip:101@172.16.119.1, with session description
24	5.307302000	172.16.119.1	172.16.119.2	SIP	322	Status: 100 Trying
25	5.308383000	172.16.119.1	172.16.119.2	SIP	366	Status: 180 Ringing
41	9.010182000	172.16.119.1	172.16.119.2	SIP/SDP	704	Status: 200 OK, with session description
50	9.107575000	172.16.119.2	172.16.119.1	SIP	338	Request: ACK sip:101@172.16.119.1
412	13.189572000	172.16.119.1	172.16.119.2	SIP/SDP	849	Request: INVITE sip:102@172.16.119.2:5080, in-dialog, with session description
414	13.192480000	172.16.119.2	172.16.119.1	SIP/SDP	716	Status: 200 OK, with session description
418	13.222271000	172.16.119.1	172.16.119.2	SIP	338	Request: ACK sip:102@172.16.119.2:5080
443	16.916796000	172.16.119.1	172.16.119.2	SIP/SDP	837	Request: INVITE sip:102@172.16.119.2:5080, in-dialog, with session description
444	16.919400000	172.16.119.2	172.16.119.1	SIP/SDP	704	Status: 200 OK, with session description
445	16.922555000	172.16.119.1	172.16.119.2	SIP	338	Request: ACK sip:102@172.16.119.2:5080
822	21.262608000	172.16.119.1	172.16.119.2	SIP	338	Request: BYE sip:102@172.16.119.2:5080
823	21.264377000	172.16.119.2	172.16.119.1	SIP	320	Status: 200 OK

Details of packet 412 (INVITE):

- CSeq: 58 INVITE
- Contact: <sip:101@172.16.119.1>
- Content-Type: application/sdp
- Allow: INVITE,ACK,BYE,CANCEL,OPTIONS,PRACK,REFER,NOTIFY,SUBSCRIBE,INFO,MESSAGE
- Supported: replaces,norefersub,100rel
- User-Agent: Twinkle/1.4.2
- Content-Length: 320
- Message Body
 - Session Description Protocol
 - Session Description Protocol Version (v): 0
 - Owner/Creator, Session Id (o): twinkle 1592426537 805059965 IN IP4 172.16.119.1
 - Session Name (s): -
 - Connection Information (c): IN IP4 172.16.119.1
 - Time Description, active time (t): 0 0
 - Media Description, name and address (m): audio 8000 RTP/AVP 98 97 8 0 3 101
 - Media Attribute (a): rtpmap:98 speex/16000
 - Media Attribute (a): rtpmap:97 speex/8000
 - Media Attribute (a): rtpmap:8 PCMA/8000
 - Media Attribute (a): rtpmap:0 PCMU/8000
 - Media Attribute (a): rtpmap:3 GSM/8000
 - Media Attribute (a): rtpmap:101 telephone-event/8000
 - Media Attribute (a): fmtp:101 0-15
 - Media Attribute (a): ptm:20
 - Media Attribute (a): sendonly

Рис. 3. Окно Wireshark с сигнальной информацией вызова с удержанием.

Frame 157: 878 bytes on wire (7024 bits), 878 bytes captured (7024 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: Shuttle_ab:4d:fb (80:ee:73:ab:4d:fb), Dst: Shuttle_ab:45:40 (80:ee:73:ab:45:40)

Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.119.4, Dst: 172.16.119.3

User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)

Session Initiation Protocol (INVITE)

Request-Line: INVITE sip:student3@172.16.119.3 SIP/2.0

Message Header

Message Body

Session Description Protocol

Session Description Protocol Version (v): 0

Owner/Creator, Session Id (o): twinkle 399031900 2088439368 IN IP4 172.16.119.4

Session Name (s): -

Connection Information (c): IN IP4 172.16.119.4

Time Description, active time (t): 0 0

Media Description, name and address (m): audio 8000 RTP/AVP 98 97 8 0 3 101

Media Attribute (a): rtpmap:98 speex/16000

Media Attribute (a): rtpmap:97 speex/8000

Media Attribute (a): rtpmap:8 PCMA/8000

Media Attribute (a): rtpmap:0 PCMU/8000

Media Attribute (a): rtpmap:3 GSM/8000

Media Attribute (a): rtpmap:101 telephone-event/8000

Media Attribute (a): fmp:101 0-15

Media Attribute (a): ptime:20

Media Attribute (a): **sendonly**

- Определить запрос, снимающий вызов с удержания.

Запрос INVITE, отправленный после запроса постановки на удержание, т е третий INVITE.

184 12.157009752 172.16.119.4 172.16.119.3 SIP/SDP 866 Request: INVITE
sip:student3@172.16.119.3, in-dialog |

- Проанализировать параметры мультимедийного сеанса в запросе, снимающий вызов с удержания, определить их отличие от изначальных параметров мультимедийного сеанса.

*Если при постановке на удержание в описании сеанса связи присутствовал параметр **sendonly**, для снятия с удержания в сообщении содержится другой параметр; в строке **Connection information** — IP-адрес отправителя запроса **INVITE**, на который он готов получать медиаинформацию.*

Session Initiation Protocol (INVITE)/ Message Body / Connection Information (c): IN IP4 172.16.119.4

Frame 184: 866 bytes on wire (6928 bits), 866 bytes captured (6928 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: Shuttle_ab:4d:fb (80:ee:73:ab:4d:fb), Dst: Shuttle_ab:45:40 (80:ee:73:ab:45:40)

Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.119.4, Dst: 172.16.119.3

User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)

Session Initiation Protocol (INVITE)

Request-Line: INVITE sip:student3@172.16.119.3 SIP/2.0

Message Header

Message Body

Session Description Protocol

Session Description Protocol Version (v): 0

Owner/Creator, Session Id (o): twinkle 399031900 2088439369 IN IP4 172.16.119.4

Session Name (s): -

Connection Information (c): IN IP4 **172.16.119.4**

Time Description, active time (t): 0 0

Media Description, name and address (m): audio 8000 RTP/AVP 98 97 8 0 3 101

Media Attribute (a): rtpmap:98 speex/16000

Media Attribute (a): rtpmap:97 speex/8000

Media Attribute (a): rtpmap:8 PCMA/8000

Media Attribute (a): rtpmap:0 PCMU/8000

Media Attribute (a): rtpmap:3 GSM/8000

Media Attribute (a): rtpmap:101 telephone-event/8000

Media Attribute (a): **fntp:101 0-15**

Media Attribute (a): **ptime:20**

- Определить время, в течение которого абонент находится на удержании.

Для расчета времени, в течение которого абонент находится на удержании, необходимо вычесть из времени отправки третьего сообщения АСК время отправки второго сообщения АСК.

Время отправки второго сообщения: 9.169169745

163 **9.169169745** 172.16.119.4 172.16.119.3 SIP 362 Request: ACK
sip:student3@172.16.119.3 |

Время отправки третьего сообщения: 12.160920092 186 **12.160920092** 172.16.119.4
172.16.119.3 SIP 362 Request: ACK sip:student3@172.16.119.3 |

Время, в течении которого абонент находился на удержании: 12.160920092 - 9.169169745 =
2,991750347

Услуга «Не беспокоить» (Do not Disturb, DND)

1. Настроить терминал РМ 1, 2, используя программный телефон Twinkle, в режим работы с регистрацией на SIP-сервере.

Выбор настройки терминала с помощью "Мастера". Ввести имя профиля на обоих компьютерах "10<№ компьютера(2 символа"03")>".

Задать поля "Ваше имя", "Имя пользователя", записать в них "10<№ компьютера(2 символа"03")>". Задать поле "Домен", записать в нем "172.16.117.31". Выбрать стандартный профиль пользователя "10<№ компьютера(2 символа"03")>".

2. Активировать на терминале РМ 2 услугу «Не беспокоить». Нажать "Сервисы", затем выбрать "Не беспокоить".

3. Осуществить вызов с терминала РМ 1 на терминал РМ 2. Абонент РМ 1 набирает в строке позвонить "10<№ компьютера(2 символа"03")>". Жмет клавишу "Набрать".

4. Проанализировать участвовавшие в соединении запросы и ответы SIP (составить отчет):

- определить окончательный ответ на запрос INVITE.

Ответ 480 Temporarily Unavailable или 486 Busy Here. В заголовке ответа CSeq указывается, на какой запрос был отправлен данный ответ.

111 21.148879952 172.16.119.6 172.16.119.9 SIP 361 Status: **480 Temporarily Not Available** |

Услуга «Перевод вызова» (Explicit Call Transfer, ECT)

Для осуществления услуги необходимо использовать третий SIP-терминал. Можно задействовать дополнительное рабочее место, свободное на данный момент, или же компьютер преподавателя.

Услуга ЕСТ позволяет пользователю перевести существующее соединение третьему абоненту. Для этого пользователь услуги должен поставить существующее соединение в режим удержания, набрать номер третьего абонента, после чего сеть установит соединение между первым и третьим абонентом. Для существующего соединения в роли пользователя услуги может выступать как вызываемый, так и вызывающий абонент.

Перевод вызова становится возможным после того, как третий абонент ответил на вызов. Пользователь данной услуги отключается от соединения немедленно после перевода вызова.

1. Запустить Wireshark на всех РМ.

2. Осуществить вызов с терминала РМ 1 на терминал РМ 2 в режиме «точка-точка», используя программные телефоны Twinkle.

3. Осуществить с терминала РМ 1 перевод вызова на терминал РМ 3.

4. Убедиться в наличии соединения между терминалами РМ 2 и РМ 3 и разрушении соединения между РМ 1 и РМ 2, РМ 1 и РМ 3.

5. Провести анализ полученной с помощью Wireshark сигнальной информации (составление отчета):

62	12.383739874	172.16.119.3	172.16.119.1	SIP/SDP	847	Request: INVITE sip:student1@172.16.119.1
321	16.374630824	172.16.119.3	172.16.119.1	SIP/SDP	869	Request: INVITE sip:student1@172.16.119.1, in-dialog
356	22.405086281	172.16.119.3	172.16.119.2	SIP/SDP	848	Request: INVITE sip:student2@172.16.119.2
552	28.038586004	172.16.119.3	172.16.119.1	SIP/SDP	857	Request: INVITE sip:student1@172.16.119.1, in-dialog

- определить запрос осуществляющий перевод вызова, отправленный с терминала PM 1;

Ответ: запрос REFER.

Frame 321: 869 bytes on wire (6952 bits), 869 bytes captured (6952 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: Shuttle_ab:45:40 (80:ee:73:ab:45:40), Dst: Micro-St_01:59:23 (d8:cb:8a:01:59:23)

Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.119.3, Dst: 172.16.119.1

User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)

Session Initiation Protocol (INVITE)

Request-Line: INVITE sip:student1@172.16.119.1 SIP/2.0

Message Header

Via: SIP/2.0/UDP 172.16.119.3;rport;branch=z9hG4bKifvdudvg

Max-Forwards: 70

To: <sip:student1@172.16.119.1>;tag=stjri

From: "student3" <sip:student3@172.16.119.3>;tag=mhcrc

Call-ID: hxnhugrmfezsogq@rm-03

CSeq: 554 INVITE

Contact: <sip:student3@172.16.119.3>

Content-Type: application/sdp

Allow: INVITE,ACK,BYE,CANCEL,OPTIONS,PRACK,**REFER**, NOTIFY,SUBSCRIBE,INFO,MESSAGE

Supported: replaces,norefersub,100rel

User-Agent: Twinkle/1.4.2

Content-Length: 320

Message Body

- составить сценарий обмена запросами и ответами SIP между всеми участниками соединения при реализации услуги на основе строк из Wireshark (рис.4) .

11640	197.114702562	172.16.119.4	172.16.119.2	SIP/SDP	847	Request: INVITE sip:student2@172.16.119.2	11640 11640
11641	197.117667634	172.16.119.2	172.16.119.4	SIP	332	Status: 100 Trying	11641 11641
11642	197.118491155	172.16.119.2	172.16.119.4	SIP	381	Status: 180 Ringing	11642 11642
11753	200.960823154	172.16.119.2	172.16.119.4	SIP/SDP	719	Status: 200 OK	11753 11753
11755	201.055403123	172.16.119.4	172.16.119.2	SIP	353	Request: ACK sip:student2@172.16.119.2	11755 11755
12518	207.923548066	172.16.119.4	172.16.119.2	SIP/SDP	869	Request: INVITE sip:student2@172.16.119.2, in-dialog	12518 12518
12520	207.926797197	172.16.119.2	172.16.119.4	SIP/SDP	731	Status: 200 OK	12520 12520
12523	207.966011326	172.16.119.4	172.16.119.2	SIP	353	Request: ACK sip:student2@172.16.119.2	12523 12523
12714	210.434845947	172.16.119.4	172.16.119.2	SIP	556	Request: REFER sip:student2@172.16.119.2, in-dialog	12714 12714
12715	210.437766898	172.16.119.2	172.16.119.4	SIP	381	Status: 202 Accepted	12715 12715
12716	210.438475078	172.16.119.2	172.16.119.4	SIP/sipfrag	512	Request: NOTIFY sip:student4@172.16.119.4 , with Sipfrag(SIP/2.0 100 Trying...)	12716 12716
12717	210.452517742	172.16.119.4	172.16.119.2	SIP	338	Status: 200 OK	12717 12717
13100	218.897663247	172.16.119.1	172.16.119.4	SIP	353	Request: BYE sip:student4@172.16.119.4	13100 13100
13101	218.898331205	172.16.119.4	172.16.119.1	SIP	335	Status: 200 OK	13101 13101
13102	218.918238173	172.16.119.2	172.16.119.4	SIP/sipfrag	511	Request: NOTIFY sip:student4@172.16.119.4 , with Sipfrag(SIP/2.0 100 Trying...)	13102 13102
13103	218.923511976	172.16.119.4	172.16.119.2	SIP	338	Status: 200 OK	13103 13103
13104	218.928266824	172.16.119.2	172.16.119.4	SIP/sipfrag	512	Request: NOTIFY sip:student4@172.16.119.4 , with Sipfrag(SIP/2.0 180 Ringing...)	13104 13104

13105	218.933354768	172.16.119.4	172.16.119.2	SIP	338	Status: 200 OK	13105
13105							
13126	219.037431245	172.16.119.2	172.16.119.4	SIP/sipfrag	518	Request: NOTIFY	
	sip:student4@172.16.119.4 , with Sipfrag(SIP/2.0 200 OK...)						13126
13126							
13127	219.038172996	172.16.119.2	172.16.119.4	SIP	353	Request: BYE	
	sip:student4@172.16.119.4						13127
13127							
13128	219.041853971	172.16.119.4	172.16.119.2	SIP	338	Status: 200 OK	13128
13128							
13129	219.044242026	172.16.119.4	172.16.119.2	SIP	353	Request: BYE	
	sip:student2@172.16.119.2						13129
13129							
13130	219.045792449	172.16.119.2	172.16.119.4	SIP	335	Status: 200 OK	13130
13130							
13131	219.048094043	172.16.119.4	172.16.119.2	SIP	335	Status: 200 OK	13131
13131							

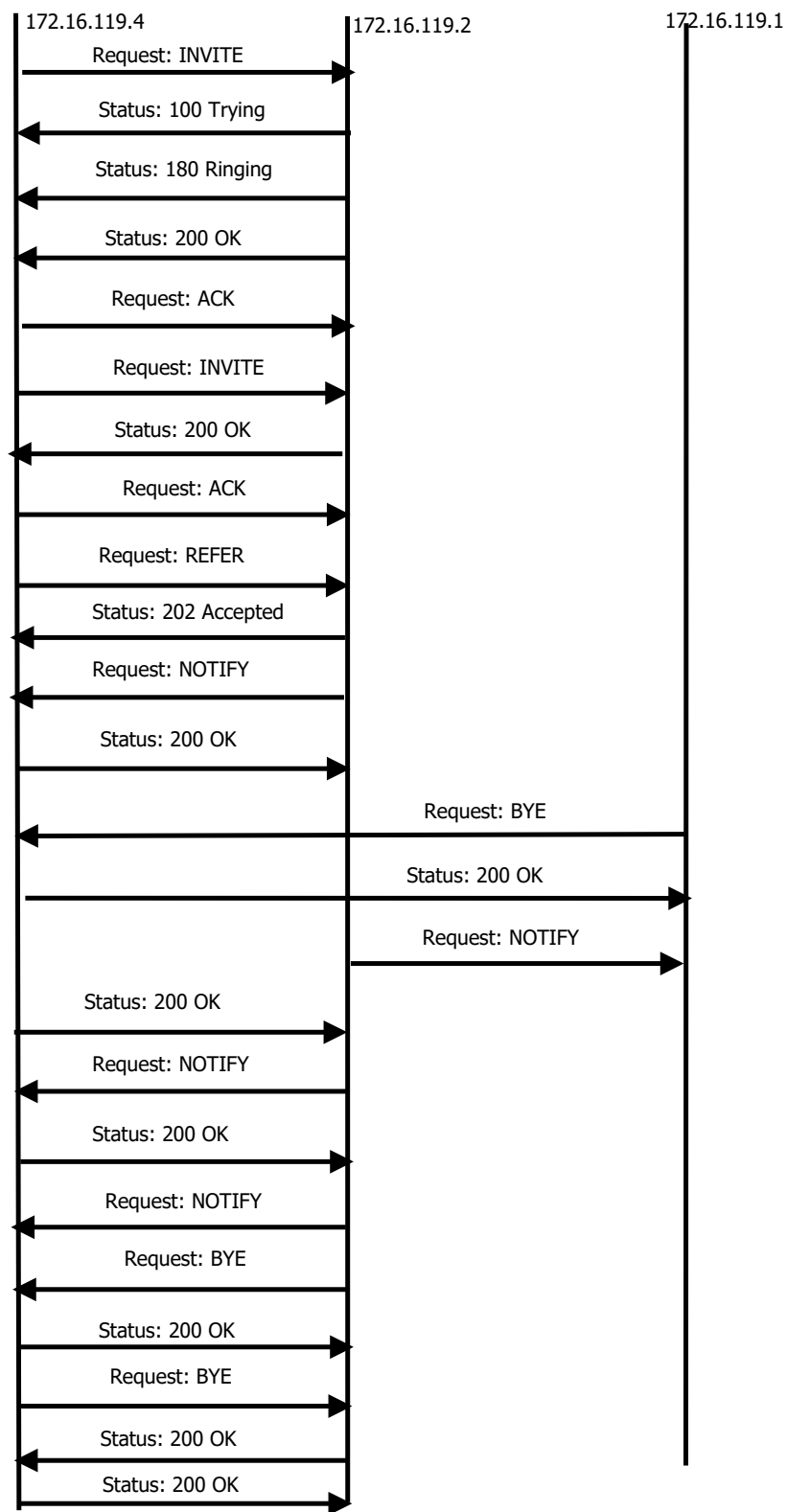


Рис. 4. Сценарий обмена сообщениями при реализации услуги "Перевод вызова".

1.2 Лабораторная работа №2 «Сети NGN. Оборудование SIP. Протоколы передачи аудио и видео информации на основе протоколов RTP, RTCP»

Базовый вызов через SIP-сервер Asterisk

1. Лабораторная работа описана на примере работы на РМ 9 и РМ 2. На терминалах

(Lинphone или Twinkle) на РМ 9, 2 осуществить регистрацию пользователей с именами (номерами) 1009, 1002, (эти номера пользователей выбраны из списка зарегистрированных на SIP-сервере Asterisk).

Выбор настройки терминала с помощью "Мастера". Ввести имя профиля на компьютере "1009". Задать поля "Ваше имя", "Имя пользователя", записать в них "1009". Задать поле "Домен", записать в нем "172.16.117.31". Выбрать стандартный профиль пользователя "1009".

Аналогично произвести регистрацию на РМ 2

2. Запустить Wireshark.

Запустить приложение Wireshark. В разделе "Capture" выбрать "eth0". Задать в строке фильтра "rtp".

3. Установить соединение от абонента РМ 9 к абоненту РМ 2.

Абонент РМ 9 набирает в строке позвонить "1002". Жмет клавишу "Набрать".

4. Ответ абонента РМ 2, разговор, отбой абонента РМ 9.

Абонент РМ 2, в тот момент, когда ему звонит абонент РМ 9, жмет на кнопку "Ответ". После соединения абонентов и разговора между ними, абонент РМ 9 нажимает на кнопку "Заверш", для завершения звонка.

5. По сигнальной информации, полученной с помощью программы Wireshark, запущенной на РМ 9, отфильтровать пакеты по протоколу RTP (рис. 5), и проанализировать их:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
58	8.70610845	172.16.117.31	172.16.119.9	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xAEDE8A94, Seq=612, Time=1881378947,
62	8.75278244	172.16.119.10	172.16.119.9	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x89DCF60A, Seq=18498, Time=305756709,
68	8.78487385	172.16.119.10	172.16.119.9	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x89DCF60A, Seq=18499, Time=305756869
71	8.80093775	172.16.119.10	172.16.119.9	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x89DCF60A, Seq=18500, Time=305757029
72	8.82576118	172.16.119.10	172.16.119.9	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x89DCF60A, Seq=18501, Time=305757189
74	8.84149938	172.16.119.10	172.16.119.9	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x89DCF60A, Seq=18502, Time=305757349
76	8.85768559	172.16.119.10	172.16.119.9	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x89DCF60A, Seq=18503, Time=305757509
77	8.88213131	172.16.119.10	172.16.119.9	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x89DCF60A, Seq=18504, Time=305757669
78	8.89861805	172.16.119.9	172.16.119.10	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x5CA8AB7, Seq=16672, Time=1792972699,
79	8.90755985	172.16.119.10	172.16.119.9	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x89DCF60A, Seq=18505, Time=305757829
80	8.92381109	172.16.119.10	172.16.119.9	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x89DCF60A, Seq=18506, Time=305757989
81	8.92392491	172.16.119.9	172.16.119.10	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x5CA8AB7, Seq=16673, Time=1792972859
82	8.93312732	172.16.119.10	172.16.119.9	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x89DCF60A, Seq=18507, Time=305758149
83	8.94140329	172.16.119.9	172.16.119.10	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x5CA8AB7, Seq=16674, Time=1792973019

Frame 62: 214 bytes on wire (1712 bits), 214 bytes captured (1712 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: Shuttle_b8:3f:51 (80:ee:73:b8:3f:51), Dst: d8:cb:8a:01:0b:b0 (d8:cb:8a:01:0b:b0)
Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.119.10 (172.16.119.10), Dst: 172.16.119.9 (172.16.119.9)
User Datagram Protocol, Src Port: irdmi (8000), Dst Port: irdmi (8000)
Real-Time Transport Protocol

Рис. 5. Окно Wireshark с RTP сообщениями

- Определить протокол, предназначенный для передачи речи по IP-сети;

Протокол RTP используется для переноса речевой информации в режиме реального времени по сети с коммутацией пакетов.

Frame 58: 214 bytes on wire (1712 bits), 214 bytes captured (1712 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: 76:c5:f3:0a:61:d0 (76:c5:f3:0a:61:d0), Dst: Micro-St_01:0b:b0 (d8:cb:8a:01:0b:b0)

Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.117.31, Dst: 172.16.119.9

User Datagram Protocol, Src Port: 16624 (16624), Dst Port: 8000 (8000)

Real-Time Transport Protocol

[Stream setup by SDP (frame 53)]

10.. = Version: RFC 1889 Version (2)

..0. = Padding: False

...0 = Extension: False

.... 0000 = Contributing source identifiers count: 0

[illegible]

Ответ: **протокол RTP** используется для переноса речевой информации.

- Определить транспортный протокол для передачи пакетов протокола RTP;

Frame 209: 214 bytes on wire (1712 bits), 214 bytes captured (1712 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: Shuttle_b8:3f:51 (80:ee:73:b8:3f:51), Dst: Micro-St_01:0b:b0 (d8:cb:8a:01:0b:b0)
Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.119.10, Dst: 172.16.119.9
User Datagram Protocol, Src Port: 8000 (8000), Dst Port: 8000 (8000)
Real-Time Transport Protocol

Ответ: для переноса пакетов протокола RTP используется **протокол UDP**

- Определить количество RTP пакетов, переданных от вызываемого пользователя и от вызывающего;

Для каждого пользователя определить первый и последний переданные пакеты RTP. Количество переданных пакетов = [значение пара-метра Seq (порядковый номер пакета) последнего переданного пакета] — [значение параметра Seq (порядковый номер пакета) первого переданного пакета].

От вызываемого пользователя:

```

62      8.752782446  172.16.119.10 172.16.119.9  RTP    214    PT=ITU-T G.711 PCMA,
SSRC=0x89DCF60A, Seq=18498, Time=305756709, Mark
729    15.260503462 172.16.119.10 172.16.119.9  RTP    214    PT=ITU-T G.711 PCMA,
SSRC=0x89DCF60A, Seq=18823, Time=305808709

```

Ответ: количество переданных пакетов = 18823 - 18498 = 325

От вызывающего пользователя:

78	8.898618050	172.16.119.9	172.16.119.10	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x5CA8AB7, Seq=16672, Time=1792972699, Mark
730	15.260664442	172.16.119.9	172.16.119.10	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x5CA8AB7, Seq=16972, Time=1793023579

Ответ: количество переданных пакетов = 16972 - 16672 = 300

- Определить тип кодека, используемый для кодирования речи;
Поле *Payload type* пакета *RTP* содержит информацию о типе используемого ко-
да.

Ответ: Payload type: ITU-T G.711 PCMA (8)

- Определить путь передачи RTP-трафика (напрямую между терминалами или через SIP-сервер);

Ответ: через SIP-сервер

- С помощью меню Telephony — RTP — Stream Analysis программы Wireshark определить джиттер, потери пакетов RTP, число пакетов RTP, переданных вызывающей и вызываемой стороной.

172.16.119.10:8000

172.16.119.9:8000

Ответ:

Forward (от 10 к 9)

SSRC 0x89dcf60a

Max Delta 34.27 ms @ 91

Max Jitter 6.06 ms

Mean Jitter 4.72 ms

Max Skew -15.60 ms

RTP Packets 326

Expected 326

Lost 0 (0.00 %)

Seq Errs 0

Duration 6.51 s

Clock Drift -530 ms

Freq Drift 7349 Hz (-8.14 %)

Reverse (от 9 к 10)

SSRC 0x89dcf60a

Max Delta 33.57 ms @ 680

Max Jitter 5.55 ms

Mean Jitter 4.50 ms

Max Skew 10.74 ms

RTP Packets 301

Expected 301

Lost 0 (0.00 %)

Seq Errs 0

Duration 6.36 s

Clock Drift -600 ms

Freq Drift 7246 Hz (-9.42 %)

Видео вызов в режиме «точка-точка» (без участия SIP-сервера)

1. Настроить терминал (Linphone) на РМ 9, 2 для работы в режиме без регистрации на SIP-сервере («точка-точка»).

2. Запустить Wireshark.

Запустить приложение Wireshark. В разделе "Capture" выбрать "eth0". Задать в строке фильтра "rtp".

3. Установить видеовызов от абонента РМ 9 к абоненту РМ 2.

Абонент РМ 1 вписывает в поле звонка адрес абонента РМ2: "student2@172.16.119.31".

После чего нажимает на "Вызов". Если видео не отображается, то нажать на "Приостановить", а потом на "Продолжить".

4. Ответ абонента РМ 2, разговор, отбой абонента РМ 9.

5. По сигнальной информации, полученной с помощью программы Wireshark, проанализировать пакеты протокола RTP:

- Определить, как передаются аудио и видео данные: в одном RTP сеансе или в разных;

Мультимедийная сессия позволяет передавать различные типы данных (аудио, видео и т.д.), для каждого типа данных создается свой сеанс RTP. Сеанс определяется парой: IP адрес и RTP порт получателя, в случае использования протокола RTCP, добавляется вторая пара IP адрес и RTCP порт получателя. Таким образом, сеанс связи может быть определен сетевым IP адресом получателя и двумя портами протоколов RTP и RTCP. Так для видеовызова аудио и видео потоки передаются в разных сеансах с соответственно разными портами назначения.

аудио

146 19.282906093 172.16.119.2 172.16.119.9 RTP 87 PT=opus, SSRC=0x4A174191, Seq=1, Time=2400

видео

147 19.290179931 172.16.119.9 172.16.119.2 RTP 92 PT=DynamicRTP-Type-96, SSRC=0x2CF4368B, Seq=0, Time=234240

Ответ: для видеовызова аудио и видео потоки передаются **в разных сеансах** с соответственно разными портами назначения.

- Определить, сколько RTP сессий установлено;

Ответ: установлено четыре однонаправленные сессии RTP — две для передачи **аудио данных** (от PM9 к PM2)

1598 28.980368926 172.16.119.9 172.16.119.2 RTP 107 PT=opus, SSRC=0x2CF4368B, Seq=458, Time=699360

и от (PM2 к PM9),

146 19.282906093 172.16.119.2 172.16.119.9 RTP 87 PT=opus, SSRC=0x4A174191, Seq=1, Time=2400

две для передачи видео (от PM9 к PM2)

161 19.418230631 172.16.119.9 172.16.119.2 RTP 87 PT=DynamicRTP-Type-96, SSRC=0x2CF4368B, Seq=6, Time=240000

и от (PM2 к PM9).

2926 37.284219272 172.16.119.2 172.16.119.9 RTP 96 PT=DynamicRTP-Type-96, SSRC=0x4A174191, Seq=891, Time=866400

- Определить тип кодека, используемый для кодирования речи;

Поле Payload type пакета RTP содержит информацию о типе используемого кодека.

Ответ: Payload type: **opus (96)**

- Определить тип кодека, используемый для кодирования видео.

Поле Payload type пакета RTP содержит информацию о типе используемого кодека.

Ответ: Payload type: **DynamicRTP-Type-96 (96)**

6. В сигнальной информации, полученной с помощью программы Wireshark, проанализировать пакеты протокола RTCP:

- Определить транспортный протокол для передачи пакетов протокола RTCP;

Ответ: **User Datagram Protocol**, Src Port: 9079 (9079), Dst Port: 9079 (9079)

Для передачи пакетов RTCP используется протокол UDP.

- Определить, для скольких RTP сеансов передаются пакеты RTCP;

Ответ: RTCP пакеты могут передаваться для каждого сеанса RTP.

- Для каждого переданного RTCP пакета определить:

А) Тип пакета RTCP (для составного пакета RTCP указать все типы);

Тип пакета RTCP указывается в поле Packet type.

Frame 255: 258 bytes on wire (2064 bits), 258 bytes captured (2064 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: Shuttle_ab:45:40 (80:ee:73:ab:45:40), Dst: Shuttle_ab:4d:fb (80:ee:73:ab:4d:fb)

Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.119.3, Dst: 172.16.119.4

User Datagram Protocol, Src Port: 7079 (7079), Dst Port: 7079 (7079)

Real-time Transport Control Protocol (Sender Report)

[Stream setup by SDP (frame 228)]

10.. = Version: RFC 1889 Version (2)

..0. = Padding: False

...0 0001 = Reception report count: 1

Ответ: Packet type: Sender Report (200)

Length: 12 (52 bytes)

Sender SSRC: 0xe805e232 (3892699698)

Timestamp, MSW: 3696048302 (0xdc4d38ae)

Timestamp, LSW: 3114976571 (0xb9aac53b)

[MSW and LSW as NTP timestamp: Feb 14, 2017 08:05:02.725261000 UTC]

RTP timestamp: 80160

Sender's packet count: 83

Sender's octet count: 4600

Source 1

Real-time Transport Control Protocol (Source description)

[Stream setup by SDP (frame 228)]

10.. = Version: RFC 1889 Version (2)

..0. = Padding: False

...0 0001 = Source count: 1

Ответ: Packet type: Source description (202)

Length: 12 (52 bytes)

Chunk 1, SSRC/CSRC 0xE805E232

Real-time Transport Control Protocol (Extended report (RFC 3611))

[Stream setup by SDP (frame 228)]

10.. = Version: RFC 1889 Version (2)

..0. = Padding: False

Ответ: Packet type: Extended report (RFC 3611) (207)

Length: 4 (20 bytes)

Sender SSRC: 0xe805e232 (3892699698)

Block 1

Real-time Transport Control Protocol (Extended report (RFC 3611))

[Stream setup by SDP (frame 228)]

10.. = Version: RFC 1889 Version (2)

..0. = Padding: False

Ответ: Packet type: Extended report (RFC 3611) (207)

Length: 11 (48 bytes)

Sender SSRC: 0xe805e232 (3892699698)

Block 1

Real-time Transport Control Protocol (Extended report (RFC 3611))

[Stream setup by SDP (frame 228)]

10.. = Version: RFC 1889 Version (2)

..0. = Padding: False

Ответ: Packet type: Extended report (RFC 3611) (207)

Length: 10 (44 bytes)

Sender SSRC: 0xe805e232 (3892699698)

Block 1

[RTCP frame length check: OK - 216 bytes]

Б) Для пакета отчета отправителя SR указать:

а) Идентификатор источника синхронизации для источника пакета SR;
Указывается в поле Sender SSRC.

Real-time Transport Control Protocol (Sender Report)

Ответ: Sender SSRC: **0x2cf4368b (754202251)**

б) Число блоков отчета приема;

Указывается в заголовке пакета RTCP в поле Reception report count.

Ответ: Real-time Transport Control Protocol (Sender Report)

...0 0001 = Reception report **count: 1**

Packet type: Sender Report (200)

с) Идентификатор источника синхронизации, к которому относится информация в блоке отчета приема (указать IP-адрес пользователя, для которого передается статистическая информация в блоке отчета приема и для какой RTP-сессии (аудио или видео));

Поле Source 1 — Identifier содержит идентификатор источника синхронизации, к которому относится информация в блоке отчета приема.

Ответ: Real-time Transport Control Protocol (Sender Report)

Source 1

Identifier: **0x2cf4368b (754202251)** //Идентификатор источника синхронизации

SSRC contents

Fraction lost: 0 / 256

Cumulative number of packets lost: 0

Extended highest sequence number received: 313

Sequence number cycles count: 0

Highest sequence number received: 313

Interarrival jitter: 157

Last SR timestamp: 961279875 (0x394bf783)

Delay since last SR timestamp: 144181 (2200 milliseconds)

Передается статистическая информация в блоке отчета приема для пользователя 172.16.119.9

Ответ: Для передачи видео.

173 19.531633251 172.16.119.9 **172.16.119.2** RTP 87 PT=DynamicRTP-Type-96, SSRC=0x2CF4368B, Seq=12, Time=245760

Frame 173: 87 bytes on wire (696 bits), 87 bytes captured (696 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: Micro-St_01:0b:b0 (d8:cb:8a:01:0b:b0), Dst: Micro-St_00:d5:f8 (d8:cb:8a:00:d5:f8)

Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.119.9, Dst: **172.16.119.2**

User Datagram Protocol, Src Port: 7078 (7078), Dst Port: 7078 (7078)

Real-Time Transport Protocol

[Stream setup by SDP (frame 102)]

10.. = Version: RFC 1889 Version (2)

..0. = Padding: False

...0 = Extension: False

.... 0000 = Contributing source identifiers count: 0

0... = Marker: False

Payload type: DynamicRTP-Type-96 (96)

Sequence number: 12

[Extended sequence number: 65548]

Timestamp: 245760

Synchronization Source identifier: 0x2cf4368b (754202251)

Payload: 6806e379c8c957c0fec82b4d1f34560b124d3b2d250027fa...

д) Статистическую информацию, содержащуюся в блоке отчета приема (доля потерь, общее число потерянных пакетов, расширенный наибольший полученный порядковый номер (сравнить с данными RTP-сессии), джиттер прибытия).

Доля потерь указывается в поле Source 1 — SSRC contents — Fraction lost;

Общее число потерянных пакетов указывается в поле Source 1 — SSRC contents — Cumulative number of packets lost;

Расширенный наибольший полученный порядковый номер указывается в поле Source 1 — Extended highest sequence number received;

Джиттер прибытия указывается в поле Source 1 — Interarrival jitter.

Real-time Transport Control Protocol (Sender Report)

Source 1

Identifier: 0x2cf4368b (754202251)

SSRC contents

Ответ: Fraction lost: **0 / 256**

//Доля потерь

Cumulative number of packets lost: **0**

//Общее число потерянных пакетов

Extended highest sequence number received: **210** //Расширенный наибольший полученный порядковый номер

Sequence number cycles count: 0

Highest sequence number received: 210

Interarrival **jitter**: **95**

//джиттер прибытия

Last SR timestamp: 961279875 (0x394bf783)

Delay since last SR timestamp: 9487 (144 milliseconds)

- Для пакета описания источника SDES указать типы идентификаторов, описывающих источник и их формат.

Поле Chunk 1 — SDES items — type и text

Real-time Transport Control Protocol (Sender Report)

Real-time Transport Control Protocol (Source description)

Chunk 1, SSRC/CSRC 0x4A174191

Identifier: 0x4a174191 (1243038097)

SDES items

Ответ: Type: CNAME (user and domain) (1)

Length: 25

Text: **sip:student2@172.16.119.2**

Type: **TOOL (name/version of source app)** (6)

Length: 14

Text: **Linphone-3.9.1**

Type: **END (0)**

Видео вызов через SIP-сервер Asterisk

1. На терминале (Linphone) на ПМ 9, 2 осуществить регистрацию пользователей с именами (номерами) 1002, 1009 соответственно (номера пользователей должны быть выбраны из списка зарегистрированных на SIP- сервере Asterisk и поддерживающих возможность осуществления видео вызовов).

2. На ПМ 9 запустить Wireshark.

Запустить приложение Wireshark. В разделе "Capture" выбрать "eth0". Задать в строке фильтра "rtp".

3. Установить видеовызов от абонента РМ 9 к абоненту РМ 2.

Абонент РМ 9 вписывает в поле звонка адрес абонента РМ2: "1002@172.16.119.31". После чего нажимает на "Вызов". Если видео не отображается то нажать на "Приостановить", а потом на "Продолжить".

4. Ответ абонента РМ 2, разговор, отбой абонента РМ 9.

5. По сигнальной информации, полученной с помощью программы Wireshark, запущенной на РМ 9, проанализировать пакеты протокола RTP:

- Определить, как передаются аудио и видео данные: в одном RTP сеансе или в разных;

аудио

21862 10.459788162 172.16.119.2 172.16.119.9 RTP 87 PT=opus, SSRC=0xB005C944, Seq=2, Time=3360

видео

21863 10.463185627 172.16.119.9 172.16.119.2 RTP 92 PT=DynamicRTP-Type-96, SSRC=0xF999274, Seq=0, Time=281280

Ответ: для видеовызова аудио и видео потоки передаются в разных сеансах с соответственно разными портами назначения.

- Определить, сколько RTP сессий установлено;

Ответ: установлено четыре однонаправленные сессии RTP

- две для передачи аудио данных от (РМ9 к РМ2)

22867 11.031460504 172.16.119.2 172.16.119.9 RTP 87 PT=opus, SSRC=0xB005C944, Seq=30, Time=30240

и от (РМ2 к РМ9),

21861 10.439068597 172.16.119.2 172.16.119.9 RTP 88 PT=opus, SSRC=0xB005C944, Seq=1, Time=2400

- две для передачи видео(от РМ9 к РМ2)

21863 10.463185627 172.16.119.9 172.16.119.2 RTP 92 PT=DynamicRTP-Type-96, SSRC=0xF999274, Seq=0, Time=281280

и от (РМ2 к РМ9).

146640 30.740676579 172.16.119.2 172.16.119.9 RTP 99 PT=DynamicRTP-Type-96, SSRC=0xB005C944, Seq=1005, Time=976800

- Определить путь передачи RTP-трафика (напрямую между терминалами или через SIP-сервер);

Ответ: RTP-трафик идет напрямую между терминалами.

173 8.944879258 172.16.119.9 172.16.119.2 RTP 100 PT=opus, SSRC=0x17A58CB0, Seq=49, Time=48480

174 8.946204379 172.16.119.2 172.16.119.9 RTP 125 PT=DynamicRTP-Type-96,
SSRC=0x91C4E357, Seq=48, Time=126240

- Определить тип кодека, используемый для кодирования речи;

Real-Time Transport Protocol

Ответ: Payload type: opus (96)

- Определить тип кодека, используемый для кодирования видео;

*Поле Payload type пакета RTP содержит информацию о типе используемого коде-
ка.*

Real-Time Transport Protocol

Ответ: Payload type: **DynamicRTP-Type-96 (96)**

6. По сигнальной информации, полученной с помощью программы Wireshark,
проанализировать пакеты протокола RTCP:

- Определить для скольких RTP сеансов передаются пакеты RTCP;

Ответ: RTCP пакеты могут передаваться для каждого сеанса RTP.

-Для каждого переданного RTCP пакета определить:

А) Тип пакета RTCP (для составного пакета RTCP указать все типы);

Тип пакета RTCP указывается в поле Packet type.

Real-time Transport Control Protocol (Sender Report)

Ответ: Packet type: **Sender Report (200)**

Real-time Transport Control Protocol (Source description)

Packet type: **Source description (202)**

Real-time Transport Control Protocol (Extended report (RFC 3611))

Packet type: **Extended report (RFC 3611) (207)**

Real-time Transport Control Protocol (Extended report (RFC 3611))

Packet type: **Extended report (RFC 3611) (207)**

Real-time Transport Control Protocol (Extended report (RFC 3611))

Packet type: **Extended report (RFC 3611) (207)**

Б) Для пакета отчета отправителя SR указать:

а) Идентификатор источника синхронизации для источника пакета SR;

Указывается в поле Sender SSRC.

Real-time Transport Control Protocol (Sender Report)

Ответ: Sender SSRC: **0xf0c5922f (4039479855)**

б) Число блоков отчета приема;

Указывается в заголовке пакета RTCP в поле Reception report count.

Real-time Transport Control Protocol (Sender Report)

Ответ: ...0 0001 = Reception report **count: 1**

Packet type: Sender Report (200)

с) Идентификатор источника синхронизации, к которому относится информация в
блоке отчета приема (указать IP-адрес пользователя, для которого передается статистиче-

ская информация в блоке отчета приема и для какой RTP-сессии (аудио или видео));

Поле Source 1 — Identifier содержит идентификатор источника синхронизации, к которому относится информация в блоке отчета приема.

Real-time Transport Control Protocol (Sender Report)

Source 1

Ответ: Identifier: **0xb005c944 (2953169220)** //Идентификатор источника синхронизации

SSRC contents

Fraction lost: 0 / 256

Cumulative number of packets lost: 0

Extended highest sequence number received: 157

Sequence number cycles count: 0

Highest sequence number received: 157

Interarrival jitter: 185

Last SR timestamp: 939587723 (0x3800f88b)

Delay since last SR timestamp: 100311 (1530 milliseconds)

Ответ: Передается статистическая информация в блоке отчета приема для пользователя 172.16.119.2

Ответ: Для передачи видео.

28459 13.678993369 **172.16.119.2** 172.16.119.9 RTP 87 PT=DynamicRTP-Type-96, SSRC=0xB005C944, Seq=152, Time=157920

Real-Time Transport Protocol

[Stream setup by SDP (frame 25420)]

10.. = Version: RFC 1889 Version (2)

..0. = Padding: False

...0 = Extension: False

.... 0000 = Contributing source identifiers count: 0

0... = Marker: False

Payload type: DynamicRTP-Type-96 (96)

Sequence number: 152

[Extended sequence number: 65688]

Timestamp: 157920

Synchronization Source identifier: 0xb005c944 (2953169220)

Payload: 6806e379c8c957c0fec82b4d254e9d857e9ea7b12132a09b...

d) Статистическую информацию, содержащуюся в блоке отчета приема (доля потерь, общее число потерянных пакетов, расширенный наибольший полученный порядковый номер (сравнить с данными RTP- сессии), джиттер прибытия).

Доля потерь указывается в поле Source 1 — SSRC contents — Fraction lost;

Общее число потерянных пакетов указывается в поле Source 1— SSRC contents — Cumulative number of packets lost;

Расширенный наибольший полученный порядковый номер указывается в поле Source 1 — Extended highest sequence number received;

Джиттер прибытия указывается в поле Source 1 — Interarrival jitter.

Real-time Transport Control Protocol (Sender Report)

Source 1

Identifier: 0x8e39580b (2386122763)

SSRC contents

Ответ: Fraction **lost: 0 / 256**

//Доля потерь

Cumulative number of packets **lost: 0**

//Общее число потерянных пакетов

тов

Extended highest sequence number received: 449

//Расширенный наибольший

полученный порядковый номер

Sequence number cycles count: 0

Highest sequence number received: 449

Interarrival jitter: 110

//джиттер прибытия

Last SR timestamp: 940319266 (0x380c2222)

Delay since last SR timestamp: 53768 (820 milliseconds)

- Для пакета описания источника SDES указать типы идентификаторов, описывающих источник, и их формат.

Поле Chunk 1 — SDES items — type и text.

Real-time Transport Control Protocol (Sender Report)

Real-time Transport Control Protocol (Source description)

Chunk 1, SSRC/CSRC 0xF0C5922F

Identifier: 0xf0c5922f (4039479855)

SDES items

Ответ: Type: CNAME (user and domain) (1)

Length: 26

Text: sip:1009@172.16.119.9:5060

Type: TOOL (name/version of source app) (6)

Length: 14

Text: Linphone-3.9.1

Type: END (0)

1.3 Лабораторная работа №3 «Анализ процедуры регистрации пользователя в сети»

В лабораторной работе необходимо рассмотреть роль процедуры регистрации при реализации услуги персональной мобильности пользователя в сети и при реализации ситуации, когда пользователь доступен по нескольким адресам.

Определение местоположения пользователя в текущий момент осуществляется с помощью процедуры регистрации. С помощью запроса REGISTER пользователь может указать свой контактный (текущий) адрес, по которому его можно найти в настоящий момент.

Данная работа будет проходить на рабочей машине (РМ) №9 с пользователем 1009.

Регистрация

1. Настроить телефоны (Twinkle и LinPhone), в режим работы с регистрацией на SIP-сервере. На телефонах должен быть активирован профиль для работы с соответствующим SIP-сервером.

Twinkle (см. приложение 1)

Выбор настройки терминала с помощью "Мастера".

Ввести имя профиля на компьютере "1009".
Задать поля "Ваше имя", "Имя пользователя", записать в них "1009".
Задать поле "Домен", записать в нем "172.16.117.31".
Выбрать стандартный профиль пользователя "1009".

LinPhone (см. приложение 2)

Выбрать пункт Preferences в меню Опции программного телефона LinPhone.
Выбор настройки учетных записей с помощью кнопки "Добавить".
Ввести ваш идентификатор SIP "sip:1009@172.16.117.31".
Задать поле "Адрес SIP прокси", записать в нем
"< sip:1009@172.16.117.31;transport=udp >".
Указать Транспорт "UDP".
Отметить пункты "Регистрация", "Опубликовать статус присутствия", "Разрешить AVPF".
Нажать "Ок".
Выбор настройки Идентификатора по умолчанию.
Задать поля "Отображаемое имя", "Ваше имя пользователя", записать в них "1009".

2. На терминале РМ 9 активировать учетную запись с именем пользователя (номером) 1009 соответственно.

Twinkle

Учетная запись активируется одновременно с активацией соответствующего профиля. Для повторной активации учетной записи следует выбрать пункт Регистрация в меню регистрация программного телефона Twinkle.

LinPhone

Учетная запись активируется одновременно с активацией соответствующего профиля.

3. На терминалах РМ 9 деактивировать учетную запись с именем пользователя 1009 соответственно.

Twinkle

Для деактивации учетной записи следует выбрать пункт «Разрегистрация» в меню Регистрация программного телефона Twinkle.

LinPhone

Для деактивации учетной записи следует закрыть программный телефон Linphone.

4. Определить запросы и ответы на эти запросы, отправленные с указанных терминалов при регистрации и при отмене регистрации, по сигнальной информации, полученной с помощью программы Wireshark.

При регистрации и при отмене регистрации с терминала отправляется запрос Register, а в ответ приходит 200 OK (в случае успешной регистрации и ее отмене).

Twinkle

32	5.825130532	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	469	Request:	REGISTER
sip:172.16.117.31 (1 binding)							
33	5.827016766	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	575	Status:	200 OK (1 binding)
90	17.607715374	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	466	Request:	REGISTER
sip:172.16.117.31 (remove 1 binding)							

91 17.609377483 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 575 Status: 200 **OK** (1 binding) |

LinPhone

215 50.948786775 172.16.119.5 172.16.117.31 SIP 550 Request: **REGISTER**
sip:172.16.117.31 (1 binding) |

217 51.042376048 172.16.117.31 172.16.119.5 SIP 558 Status: **200 OK** (1 binding) |

298 70.722827175 172.16.119.5 172.16.117.31 SIP 547 Request: **REGISTER**
sip:172.16.117.31 (remove 1 binding) |

299 70.723546367 172.16.117.31 172.16.119.5 SIP 558 Status: **200 OK** (1 binding) |

5. Анализ участвовавших в регистрации и снятии с регистрации запросов и ответов SIP:

- Определить IP-адрес инициатора регистрации и указать сообщение SIP и заголовок, в котором он передается;
IP-адрес, с которого был отправлен запрос Register.

Twinkle

32 5.825130532 **172.16.119.9** 172.16.117.31 SIP 469 Request: REGISTER
sip:172.16.117.31 (1 binding) |

Ответ: IP-адрес : 172.16.119.9

LinPhone

215 50.948786775 172.16.119.5 172.16.117.31 SIP 550 Request: REGISTER
sip:172.16.117.31 (1 binding) |

Ответ: IP-адрес : 172.16.119.5

- Определить SIP-URI, в отношении, которого производится регистрация и указать сообщение SIP и заголовок, в котором он передается
SIP-URI в заголовке To запроса REGISTER.

Twinkle

Session Initiation Protocol (REGISTER)

Message Header

Ответ: To: "**1009**" <**sip:1009@172.16.117.31**> //SIP-URI
SIP Display info: "1009"

SIP to address: sip:1009@172.16.117.31

SIP to address User Part: 1009

SIP to address Host Part: 172.16.117.31

LinPhone

Session Initiation Protocol (REGISTER)

Message Header

Ответ: To: **sip:1005@172.16.117.31** //SIP-URI
SIP to address: sip:1005@172.16.117.31

SIP to address User Part: 1005

SIP to address Host Part: 172.16.117.31

- Определить заголовок, содержащий контактный адрес пользователя при регистрации;
заголовок Contact.

Twinkle

Session Initiation Protocol (REGISTER)

Message Header

Ответ: Contact: <sip:1009@172.16.119.9>;expires=3600

Contact URI: sip:1009@172.16.119.9

Contact URI User Part: 1009

Contact URI Host Part: 172.16.119.9

Contact parameter: expires=3600

LinPhone

Session Initiation Protocol (REGISTER)

Message Header

Contact:<sip:1005@172.16.119.5>;+sip.instance="<urn:uuid: ee36f1c9-6293-4a2e-bd89-268b4afb3dda>"

Contact URI: sip:1005@172.16.119.5

Contact URI User Part: 1005

Contact URI Host Part: 172.16.119.5

Contact parameter: +sip.instance="<urn:uuid:ee36f1c9-6293-4a2e-bd89-268b4afb3dda>"\r\n

- Проанализировать значение заголовка Expires в запросах REGISTER, осуществляющих регистрацию и отменяющих регистрацию;

В запросе REGISTER, осуществляющем регистрацию, в заголовке Expires содержится длительность регистрации. В запросе REGISTER, отправленном для снятия с регистрации, значение в заголовке Expires — 0 или значение параметра expires=0 в заголовке Contact, то есть длительность регистрации равна нулю, что говорит о снятии регистрации.

Twinkle

осуществляющих регистрацию:

Session Initiation Protocol (REGISTER)

Message Header

Contact: <sip:1009@172.16.119.9>;**expires=3600**

отменяющих регистрацию:

Session Initiation Protocol (REGISTER)

Message Header

Contact: <sip:1009@172.16.119.9>;**expires=0**

LinPhone

осуществляющих регистрацию:

Session Initiation Protocol (REGISTER)

Message Header

Expires: 3600

отменяющих регистрацию:

Session Initiation Protocol (REGISTER)

Message Header

Expires: 0

- Определить окончательный ответ при регистрации пользователя и отмене регистрации.

200 OK. В заголовке ответа CSeq указывается, на какой запрос был отправлен данный ответ.

Twinkle

при регистрации пользователя:

Session Initiation Protocol (200)

Message Header

CSeq: **303 REGISTER**

Sequence Number: 303

Method: REGISTER

при отмене регистрации:

Session Initiation Protocol (200)

Message Header

CSeq: **304 REGISTER**

Sequence Number: 304

Method: REGISTER

LinPhone

при регистрации пользователя:

Session Initiation Protocol (200)

Message Header

CSeq: **20 REGISTER**

Sequence Number: 20

Method: REGISTER

при отмене регистрации:

Session Initiation Protocol (200)

Message Header

CSeq: 21 REGISTER

Sequence Number: 21

Method: REGISTER

Отказ в регистрации

1. На терминалах РМ 9 (Twinkle) активировать учетную запись с именем пользователя, не прописанным на SIP-сервере. Прописанные на SIP-сервере пользователи: 1001 – 1010, 1101. Для этого следует на программном телефоне создать новый профиль с номером абонента, не прописанным на SIP-сервере, например: 2345.

2. Определить ответ на запрос регистрации по сигнальной информации, полученной с помощью программы Wireshark.

25 4.603113229 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 562

Ответ:Status: 401 Unauthorized |

Алгоритм аутентификации.

Аутентификация — процедура проверки подлинности, например:

- проверка подлинности пользователя путём сравнения введённого им пароля с паролем, сохранённым в базе данных пользователей;
- подтверждение подлинности электронного письма путём проверки цифровой подписи письма по открытому ключу отправителя;
- проверка контрольной суммы файла на соответствие сумме, заявленной автором этого файл.

Изменить настройки программного телефона, настроив учетную запись 1109 (пароль соответствует номеру), еще раз зарегистрироваться на сервере, нарисовать сценарий регистрации и сравнить полученные сценарии.

Существующий пользователь (1009):

32 5.825130532 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 469 Request: REGISTER
sip:172.16.117.31 (1 binding) |

33 5.827016766 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 575 Status: **200 OK (1 binding)** |

Пользователь не прописанный на SIP-сервере (1109):

24 4.601088731 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 469 Request: REGISTER
sip:172.16.117.31 (1 binding) |

25 4.603113229 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 562 Status: **401 Unauthorized** |

53 8.251404791 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 624 Request: REGISTER
sip:172.16.117.31 (1 binding) |

54 8.253014412 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 483 Status: **403 Forbidden** |

При попытке зарегистрировать пользователя, не прописанного на SIP-сервере, сначала выдается ошибка **Unauthorized** (несанкционированный), а затем ответ **Forbidden** (запрещено).

Проанализировать сигнальную информацию:

- определить тип ответа на первый запрос Register и найти в нем заголовок, содержащий информацию, необходимую для аутентификации;

В ответ на Register приходит 401, содержащий заголовок WWW-Authenticate с параметром nonce — случайная комбинация и заголовок algorithm с MD5.

Session Initiation Protocol (401)

Message Header

WWW-Authenticate: Digest algorithm=MD5, realm="asterisk", nonce="1e39d8af"

Authentication Scheme: Digest

Algorithm: MD5, realm="asterisk"

Nonce Value: "1e39d8af"

- определить, каким образом передается пароль во втором запросе Register;

В повторном Register заголовок Authorization с параметром response, в котором передается отклик.

Session Initiation Protocol (REGISTER)

Message Header

Authorization: Digest username="2345", realm="asterisk", nonce="1e39d8af", uri="sip:172.16.117.31", response=" **1eb6ec9fd f4111311f755542 20dfc01d**", algorithm=MD5

Authentication Scheme: Digest

Username: "2345"

Realm: "asterisk"

Nonce Value: "1e39d8af"

Authentication URI: "sip:172.16.117.31"

Digest Authentication Response: "1eb6ec9fdf4111311f75554220 dfc01d"

Algorithm: MD5

- определить, для каких целей при регистрации используется алгоритм с повторной отправкой запроса Register.

Повторная отправка Register нужна, чтобы не передавать пароль в открытую по сети, шифровать с помощью случайной комбинации, полученной в 401 Unauthorized.

Параметры регистрации

1. Используя программные телефоны Linphone и Twinkle, определить минимальное время регистрации на сервере и минимальное время регистрации, устанавливаемое телефоном. Проанализировать сообщения, отправленные разными программными телефонами, составить сценарии и найти отличия. Определить, какое поле содержит информацию о времени регистрации.

Поле Expires сообщения Register определяет длительность регистрации в секундах. При работе с программным телефоном Linphone при попытке установить значение меньше 30 секунд сам программный телефон заменяет значение и отправляет сообщение Register со значением поля Expires = 30. В ответ от сервера приходит

сообщение 200 OK со значение поля Expires = 60. Т.е. минимальное время регистрации на сервере 60 секунд.

Программный телефон Twinkle позволяет устанавливать любое время регистрации, однако сервер подтверждает регистрацию на 60 секунд.

Поле "Expires" содержит информацию о времени регистрации.

Twinkle

121 20.859607919 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 466 Request: REGISTER
sip:172.16.117.31 (1 binding) |

122 20.861202396 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 571 Status: 200 OK (1 binding) |

148 30.668057414 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 466 Request: REGISTER
sip:172.16.117.31 (remove 1 binding) |

149 30.669482559 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 571 Status: 200 OK (1 binding) |

Session Initiation Protocol (200)

Message Header

Ответ: Expires: 60

Linphone

93 17.274358543 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 550 Request: REGISTER
sip:172.16.117.31 (1 binding) |

94 17.275766408 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 558 Status: 200 OK (1 binding) |

527 103.991915161 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 547 Request: REGISTER
sip:172.16.117.31 (remove 1 binding) |

528 103.993213538 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 554 Status: 200 OK (1 binding) |

Session Initiation Protocol (200)

Message Header

Ответ: Expires: 60

Минимальное время регистрации в обоих телефонах равно 60 секундам.

2. Отменить регистрацию на сервере, используя меню Разрегистрация программного телефона Twinkle или отключая параметр Register в меню настройки учетной записи SIP программного телефона Linphone. Определить, как происходит разрегистрация.

Для отмены регистрации на сервере программный телефон посылает сообщение Register со значением поля Expires = 0. В ответ на него сервер отправляет 200 OK с подтверждением Expires = 0.

Twinkle

148 30.668057414 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 466 Request: REGISTER
sip:172.16.117.31 (remove 1 binding) |

149 30.669482559 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 571 Status: **200 OK** (1 binding) |

Для деактивации учетной записи следует выбрать пункт Разрегистрация в меню Регистрация программного телефона Twinkle.

Linphone

527 103.991915161 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 547 Request: REGISTER
sip:172.16.117.31 (remove 1 binding) |

528 103.993213538 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 554 Status: **200 OK** (1 binding) |

Разрегистрация происходит автоматически при отключении программного телефона Linphone.

3. Зарегистрироваться на сервере, завершить работу программного телефона и запустить его вновь. Определить, что происходит при завершении работы и при повторном запуске программного телефона.

При корректном завершении работы программные телефоны отправляют на сервер запрос REGISTER с параметром Expires = 0, сервер в ответ посылает подтверждение отмены регистрации.

При включении настроенного программного телефона регистрация на сервере, как правило, происходит автоматически.

Twinkle

25 5.039470281 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 466 Request: **REGISTER**
sip:172.16.117.31 (remove 1 binding) |

26 5.040779710 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 571 Status: **200 OK** (1 binding) |

50 9.118915909 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 466 Request: **REGISTER**
sip:172.16.117.31 (1 binding) |

51 9.119959058 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 571 Status: **200 OK** (1 binding) |

Linphone

25 3.941191254 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 547 Request: **REGISTER**
sip:172.16.117.31 (remove 1 binding) |

26 3.942319483 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 554 Status: **200 OK** (1 binding) |

50 6.846220863 172.16.119.9 172.16.117.31 SIP 547 Request: **REGISTER**
sip:172.16.117.31 (1 binding) |

51 6.847301440 172.16.117.31 172.16.119.9 SIP 554 Status: **200 OK** (1 binding) |

4. Рассмотреть реализацию функции мобильности пользователя (пользователь перемещается между различными рабочими местами):

- активировать учетную запись пользователя 1009 на РМ 9 и осуществить вызов к пользователю 1009; проанализировать сигнальное сообщение REGISTER, отправленное с РМ 9 при регистрации, определить значение заголовка Contact в Twinkle (рис.6) и Linphone (рис.7)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
2	0.00000000	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	469	Request: REGISTER sip:172.16.117.31 (1 binding)
3	0.00115025	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	575	Status: 200 OK (1 binding)
25	10.790342379	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP/SDP	836	Request: INVITE sip:1009@172.16.117.31
26	10.793263852	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	495	Status: 500 Trying
29	10.831667838	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP/SDP	1180	Request: INVITE sip:1009@172.16.119.9
29	10.834138562	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	363	Status: 500 Trying
30	10.834422146	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	408	Status: 500 Ringing
31	10.835207499	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	512	Status: 500 Ringing
35	14.611167868	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	336	Request: CANCEL sip:1009@172.16.117.31
36	14.612243873	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	483	Status: 487 Request Terminated
37	14.612292221	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	467	Status: 200 OK
38	14.612381173	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	204	Request: CANCEL sip:1009@172.16.119.9
39	14.615982649	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	345	Request: ACK sip:1009@172.16.117.31
40	14.626596275	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	269	Status: 200 OK
41	14.626743855	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	385	Status: 487 Request Terminated
42	14.621543959	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	442	Request: ACK sip:1009@172.16.119.9
45	16.208326874	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	466	Request: REGISTER sip:172.16.117.31 (remove 1 binding)
46	16.209518682	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	575	Status: 200 OK (1 binding)

Frame 1: 469 bytes on wire (3752 bits), 469 bytes captured (3752 bits) on interface 0
 Ethernet II, Src: Micro-St.91:0b:b0 (d8:cb:8a:81:0b:b0), Dst: 76:c5:f3:0a:61:d0 (76:c5:f3:0a:61:d0)
 Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.119.9, Dst: 172.16.117.31
 User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)
 Session Initiation Protocol (REGISTER)
 Request-Line: REGISTER sip:172.16.117.31 SIP/2.0
 Message Header
 Via: SIP/2.0/UDP 172.16.119.9;rport;branch=z9hG4bKgnckpkm
 Max-Forwards: 70
 To: "1009" <sip:1009@172.16.117.31>
 From: "1009" <sip:1009@172.16.117.31>;tag=tkhka
 Call-ID: 64c4indilqbrclsgn-09
 CSeq: 575 REGISTER
 Contact: <sip:1009@172.16.119.9>;expires=3600
 Contact URI: sip:1009@172.16.119.9
 Contact URI User Part: 1009
 Contact URI Host Part: 172.16.119.9
 Contact parameter: expires=3600
 Allow: INVITE, ACK, BYE, CANCEL, OPTIONS, PRACK, REFER, NOTIFY, SUBSCRIBE, INFO, MESSAGE
 User-Agent: Twinkle/1.4.2
 Content-Length: 0

Рис.6 Звонок абоненту 1009 в Twinkle

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
5	35.148821549	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	550	Request: REGISTER sip:172.16.117.31 (1 binding)
8	35.150928642	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	558	Status: 200 OK (1 binding)
19	63.047405610	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	550	Request: REGISTER sip:172.16.117.31 (1 binding)
20	63.049119262	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	558	Status: 200 OK (1 binding)
21	63.088566515	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP/SDP	846	Request: PUBLISH sip:1009@172.16.117.31
22	63.088963408	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	465	Status: 489 Bad Event
31	85.174456839	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP/SDP	1421	Request: INVITE sip:1009@172.16.117.31
32	85.176005181	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	474	Status: 488 Not acceptable here
33	85.231119835	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	309	Request: ACK sip:1009@172.16.117.31
34	85.238195745	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP/SDP	1231	Request: INVITE sip:1009@172.16.117.31
35	85.241783814	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	486	Status: 500 Trying
36	85.286096435	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP/SDP	1916	Request: INVITE sip:1009@172.16.119.9
37	85.295886783	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	291	Status: 500 Trying
38	85.301512229	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	375	Status: 486 Busy here
39	85.302396413	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	444	Request: ACK sip:1009@172.16.119.9
40	85.311432819	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP/SDP	880	Status: 200 OK
41	85.356992958	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	296	Request: ACK sip:1009@172.16.117.31:5060
42	85.137844773	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP/SDP	1279	Request: INVITE sip:1009@172.16.117.31:5060, in-dialog
43	88.138237581	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	563	Status: 500 Trying
434	88.138262085	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP/SDP	882	Status: 200 OK
435	88.227986498	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP/SDP	296	Request: ACK sip:1009@172.16.117.31:5060
496	88.706510865	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	1256	Request: INVITE sip:1009@172.16.117.31:5060, in-dialog
497	88.767782568	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	563	Status: 500 Trying
498	88.767788718	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP/SDP	882	Status: 200 OK
500	88.880484659	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	296	Request: ACK sip:1009@172.16.117.31:5060
1622	96.870618155	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	426	Request: BYE sip:1009@172.16.119.9
1626	96.874988252	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	320	Status: 200 OK
1643	117.8552852	172.16.119.9	172.16.117.31	SIP	547	Request: REGISTER sip:172.16.117.31 (remove 1 binding)
1648	117.9559637	172.16.117.31	172.16.119.9	SIP	568	Status: 200 OK (0 bindings)

Frame 19: 550 bytes on wire (4400 bits), 550 bytes captured (4400 bits) on interface 0
 Ethernet II, Src: Micro-St.91:0b:b0 (d8:cb:8a:81:0b:b0), Dst: 76:c5:f3:0a:61:d0 (76:c5:f3:0a:61:d0)
 Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.119.9, Dst: 172.16.117.31
 User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)
 Session Initiation Protocol (REGISTER)
 Request-Line: REGISTER sip:172.16.117.31 SIP/2.0
 Message Header
 Via: SIP/2.0/UDP 172.16.119.9:5060;branch=z9hG4bK.z9S4fQ2z5;rport
 From: <sip:1009@172.16.117.31>;tag=5-Cc-Z6d0
 To: sip:1009@172.16.117.31
 CSeq: 20 REGISTER
 Call-ID: 13dK1-LozX
 Max-Forwards: 70
 Supported: outbound
 Accept: application/sdp
 Accept: text/plain
 Accept: application/vnd.gsm.rcc.rtc-http+xml
 Contact: <sip:1009@172.16.119.9>;sip.instance="urn:uuid:35862497-f932-45c3-9d87-71875b6d99e9"
 Contact URI: sip:1009@172.16.119.9
 Contact URI User Part: 1009
 Contact URI Host Part: 172.16.119.9
 Contact parameter: <sip.instance="urn:uuid:35862497-f932-45c3-9d87-71875b6d99e9">"rln
 Expires: 3600
 User-Agent: Linphone/3.9.1 (bell-sip/1.4.2)

Рис.7 Звонок абоненту 1009 в Linphone

- деактивировать учетную запись пользователя 1009 (выключить SIP-терминал на РМ 9);
Twinkle

Для деактивации учетной записи следует выбрать пункт Разрегистрация в меню Регистрация программного телефона Twinkle. Выключить программный телефон Twinkle.

Linphone

Для деактивации учетной записи следует закрыть программный телефон Linphone.

- активировать учетную запись пользователя 1009 на РМ 8; проанализировать сигнальное сообщение REGISTER, отправленное с РМ 8 при регистрации, определить значение заголовка Contact;

Twinkle (см. приложение 1)

Выбор настройки терминала с помощью "Мастера".

Ввести имя профиля на компьютере "1009".

Задать поля "Ваше имя", "Имя пользователя", записать в них "1009".

Задать поле "Домен", записать в нем "172.16.117.31".

Выбрать стандартный профиль пользователя "1009".

Для активации учетной записи следует выбрать пункт Регистрация в меню регистрация программного телефона Twinkle.

4 0.056243932 172.16.119.8 172.16.117.31 SIP 469 Request: REGISTER
sip:172.16.117.31 (1 binding) |

5 0.057008954 172.16.117.31 172.16.119.8 SIP 575 Status: 200 OK (1 binding) |

Session Initiation Protocol (200)

Message Header

Contact: <sip:1009@172.16.119.8>;**expires=3600**

Contact URI: sip:1009@172.16.119.8

Contact URI User Part: 1009

Contact URI Host Part: 172.16.119.8

Contact parameter: expires=3600

Linphone (см. приложение 2)

Выбрать пункт Preferences в меню Опции программного телефона LinPhone.

Выбор настройки учетных записей с помощью кнопки "Добавить".

Ввести ваш идентификатор SIP "sip:1009@172.16.117.31".

Задать поле "Адрес SIP прокси", записать в нем
"<sip:1009@172.16.117.31;transport=udp>".

Указать Транспорт "UDP".

Отметить пункты "Регистрация", "Опубликовать статус присутствия", "Разрешить AVPF".

Нажать "Ок".

Выбор настройки Идентификатора по умолчанию.

Задать поля "Отображаемое имя", "Ваше имя пользователя", записать в них "1009".

Для активации учетной записи следует выбрать свою учетную запись в пункте Мой текущий идентификатор в программном телефона Linphone.

- осуществить вызов с РМ 7 к пользователю 1009;

Twinkle

На РМ7 открыть программный телефон Twinkle.

Выбор настройки терминала с помощью "Мастера".

Ввести имя профиля на компьютере "1007".
Задать поля "Ваше имя", "Имя пользователя", записать в них "1007".
Задать поле "Домен", записать в нем "172.16.117.31".
Выбрать стандартный профиль пользователя "1007".
В поле "Позвонить" ввести 1009 и нажать кнопку набрать.
На РМ8 нажать кнопку "Ответ".
На РМ7 нажать кнопку "Завершить".

LinPhone

На РМ7 открыть программный телефон LinPhone.
Выбрать пункт Preferences в меню Опции программного телефона LinPhone.
Выбор настройки учетных записей с помощью кнопки "Добавить".
Ввести ваш идентификатор SIP "sip:1009@172.16.117.31".
Задать поле "Адрес SIP прокси", записать в нем
"<sip:1009@172.16.117.31;transport=udp>".
Указать Транспорт "UDP".
Отметить пункты "Регистрация", "Опубликовать статус присутствия", "Разрешить
AVPF".
Нажать "Ок".
Выбор настройки Идентификатора по умолчанию.
Задать поля "Отображаемое имя", "Ваше имя пользователя", записать в них "1009".
Нажать на кнопку "Готово".
В поле "SIP-адрес или номер телефона" ввести 1009 и нажать на кнопку вызов.
На РМ8 нажать кнопку "Ответ".
На РМ7 нажать кнопку "Завершить".

- определить назначение заголовка Contact в запросе Register.

Twinkle

Session Initiation Protocol (REGISTER)

Message Header

Contact: <sip:1009@172.16.119.8>;expires=0

Contact URI: sip:1009@172.16.119.8

Contact URI User Part: 1009

Contact URI Host Part: 172.16.119.8

Contact parameter: **expires=0**

LinPhone

Session Initiation Protocol (REGISTER)

Message Header

Contact: <sip:1009@172.16.119.8>; +sip.instance= "<urn:uuid: b04cee37-5502-418e-98f4-6548064b84b3>"

Contact URI: sip:1009@172.16.119.8

Contact URI User Part: 1009

Contact URI Host Part: 172.16.119.8

Contact parameter: +sip.instance="<urn:uuid:b04cee37-5502-418e-98f4-6548064b84b3>"\r\n

5. Рассмотреть ситуацию, когда одна и та же учетная запись одновременно активирована на двух различных терминалах. Последовательно активировать одну и ту же учетную запись на разных РМ:

- активировать учетную запись пользователя А на РМ9 и осуществить вызов к пользователю А от пользователя В на РМ4;

Twinkle

На РМ9 открыть программный телефон Twinkle.

Выбор настройки терминала с помощью "Мастера".

Ввести имя профиля на компьютере "1009".

Задать поля "Ваше имя", "Имя пользователя", записать в них "1009".

Задать поле "Домен", записать в нем "172.16.117.31".

Выбрать стандартный профиль пользователя "1009".

На РМ4 открыть программный телефон Twinkle.

Выбор настройки терминала с помощью "Мастера".

Ввести имя профиля на компьютере "1004".

Задать поля "Ваше имя", "Имя пользователя", записать в них "1004".

Задать поле "Домен", записать в нем "172.16.117.31".

Выбрать стандартный профиль пользователя "1004".

В поле "Позвонить" ввести 1009 и нажать кнопку набрать.

На РМ9 нажать кнопку "Ответ".

На РМ7 нажать кнопку "Завершить".

LinPhone

На РМ9 открыть программный телефон Twinkle.

Выбор пункта Preferences в меню Опции программного телефона LinPhone.

Выбор настройки учетных записей с помощью кнопки "Добавить".

Ввести ваш идентификатор SIP "sip:1009@172.16.117.31".

Задать поле "Адрес SIP прокси", записать в нем "< sip:1009@172.16.117.31;transport=udp>".

Указать Транспорт "UDP".

Отметить пункты "Регистрация", "Опубликовать статус присутствия", "Разрешить AVPF".

Нажать "Ок".

Выбор настройки Идентификатора по умолчанию.

Задать поля "Отображаемое имя", "Ваше имя пользователя", записать в них "1009".

На РМ4 открыть программный телефон LinPhone.

Выбор пункта Preferences в меню Опции программного телефона LinPhone.

Выбор настройки учетных записей с помощью кнопки "Добавить".

Ввести ваш идентификатор SIP "sip:1004@172.16.117.31".

Задать поле "Адрес SIP прокси", записать в нем "< sip:1004@172.16.117.31;transport=udp>".

Указать Транспорт "UDP".

Отметить пункты "Регистрация", "Опубликовать статус присутствия", "Разрешить AVPF".

Нажать "Ок".

Выбор настройки Идентификатора по умолчанию.

Задать поля "Отображаемое имя", "Ваше имя пользователя", записать в них "1004".

Нажать на кнопку "Готово".

В поле "SIP-адрес или номер телефона" ввести 1009 и нажать на кнопку вызов.

На РМ9 нажать кнопку "Ответ".
На РМ4 нажать кнопку "Завершить".

- активировать учетную запись того же пользователя А на РМ 3; таким образом получается, что учетная запись пользователя А активна одновременно на двух терминалах: РМ 9 и РМ 3;

Twinkle

На РМ3 открыть программный телефон Twinkle.
Выбор настройки терминала с помощью "Мастера".
Ввести имя профиля на компьютере "1009".
Задать поля "Ваше имя", "Имя пользователя", записать в них "1009".
Задать поле "Домен", записать в нем "172.16.117.31".
Выбрать стандартный профиль пользователя "1009".

LinPhone

На РМ3 открыть программный телефон Twinkle.
Выбрать пункт Preferences в меню Опции программного телефона LinPhone.
Выбор настройки учетных записей с помощью кнопки "Добавить".
Ввести ваш идентификатор SIP "sip:1009@172.16.117.31".
Задать поле "Адрес SIP прокси", записать в нем
"<sip:1009@172.16.117.31;transport=udp>".
Указать Транспорт "UDP".
Отметить пункты "Регистрация", "Опубликовать статус присутствия", "Разрешить AVPF".
Нажать "Ок".
Выбор настройки Идентификатора по умолчанию.
Задать поля "Отображаемое имя", "Ваше имя пользователя", записать в них "1009".

- осуществить вызов от пользователя В к пользователю А; определить на какой терминал (РМ 3 или РМ 9) поступит вызов;

Twinkle

На РМ4 открыть программный телефон Twinkle.
В поле "Позвонить" ввести 1009 и нажать кнопку набрать.
Нажать кнопку "Ответ".
На РМ4 нажать кнопку "Завершить".
Вызов поступил на РМ3.

LinPhone

На РМ4 открыть программный телефон LinPhone.
В поле "SIP-адрес или номер телефона" ввести 1009 и нажать на кнопку вызов.
Нажать кнопку "Ответ".
На РМ4 нажать кнопку "Завершить".
Вызов поступил на РМ3.

- определить алгоритм, по которому SIP-сервер определяет, на какой терминал будет направлен вызов.

SIP-сервер направит вызов на терминал, на котором эта учетная запись была активирована последней.

Часть 2. «Сети NGN. Администрирование IP PBX Asterisk»

2.1 Файлы конфигурации IP PBX Asterisk. Предварительная настройка IP PBX Asterisk

Предварительная настройка IP PBX Asterisk

На каждом РМ установлен собственный сервер Asterisk. Нумерация на сервере пятизначная, формата 1-XX-YY, где XX — номер РМ (01, 02 и т.д.), YY — порядковый номер абонента (00–99).

При выполнении лабораторных работ используется эмулятор терминала *lterminal*, запуск которого осуществляется с помощью ярлыка «Управление Aslterisk CLI». Для удобства использования консоли добавлена возможность работы с несколькими вкладками эмулятора терминала одновременно. Открыть дополнительную вкладку можно комбинацией клавиш <Ctrl>+<Shift>+<t>.

Файлы конфигурации Asterisk расположены в каталоге */etc/asterisk* и имеют расширение **.conf*. В ходе выполнения практических работ учащиеся редактируют эти файлы при помощи, например, встроенного текстового редактора в *mc* (Midnight Commander). Для запуска Midnight Commander в консоли необходимо ввести команду *mc*. В открывшемся файловом менеджере навигация осуществляется с помощью стрелок клавиатуры, переход на уровень выше — через каталог */...*. Файлы с расширением **.conf.bkup* являются резервными копиями файлов конфигурации и не предназначены для редактирования.

После выполнения лабораторной работы исправленные файлы конфигурации могут быть сохранены на NFS сервере в индивидуальном каталоге учащегося.

При проведении всех работ с IP PBX Asterisk, установленной на рабочем месте, используется сетевой интерфейс *eth0:0*. IP адрес этому интерфейсу назначается автоматически согласно номеру РМ (рабочее место). Выяснить присвоенный IP адрес можно с помощью утилиты *ifconfig* (рис. 8).

```

root@rm-09:~# ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  Hwaddr d8:cb:8a:01:0b:b0
          inet addr:172.16.119.9  Bcast:172.16.119.255  Mask:255.255.252.0
          inet6 addr: fe80::dacb:8aff:fe01:bb0/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:936173 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:46334 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:1412315117 (1.4 GB)  TX bytes:4637508 (4.6 MB)

eth0:0    Link encap:Ethernet  Hwaddr d8:cb:8a:01:0b:b0
          inet addr:172.16.119.159  Bcast:172.16.119.255  Mask:255.255.252.0
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1

lo        Link encap:Локальная петля (Loopback)
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1
          RX packets:149 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:149 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:10505 (10.5 KB)  TX bytes:10505 (10.5 KB)

wlan0     Link encap:Ethernet  Hwaddr b8:86:87:85:24:c6
          UP BROADCAST MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:0 (0.0 B)

```

Рис. 8. Ответ на утилиту *ifconfig*.

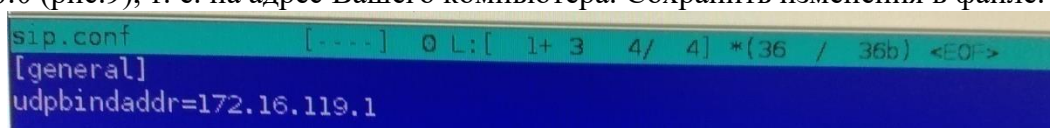
Перед началом работы необходимо открыть для редактирования файл `/etc/asterisk/sip.conf` через утилиту «Управление Asterisk CLI», которая запускает эмулятор терминала *Ixterminal* с правами суперпользователя.

Создание абонента и настройка маршрутизации

IP PBX Asterisk работает с использованием конфигурационных файлов. На данном этапе потребуется изменить настройки, хранящиеся в файлах `/etc/asterisk/sip.conf` и `/etc/asterisk/extensions.conf`. Файл `sip.conf` содержит описание базовых параметров работы протокола SIP, настройки NAT, перечень используемых кодеков, учетных записей абонентов и т.д. Файл `extensions.conf` описывает правила обработки вызовов поступающих в систему.

Последовательность выполнения работы:

1. Запустить утилиту «Управление Asterisk CLI».
- 2 . Выполнить команду `mc` — откроется файловый менеджер. Перейти на уровень выше `../` и открыть для редактирования файл `/etc/asterisk/sip.conf`
3. В секции `[general]` изменить значение параметра `udpbindaddr` на IP адрес интерфейса `eth0:0` (рис.9), т. е. на адрес Вашего компьютера. Сохранить изменения в файле.



```

sip.conf [-----] 0 L: [ 1+ 3 4/ 4] *(36 / 36b) <EOF>
[general]
udpbindaddr=172.16.119.1

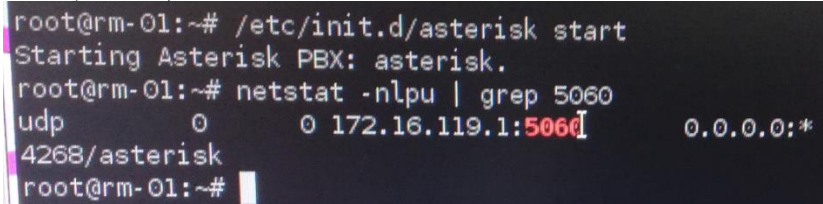
```

Рис9. Изменение файла *sip.conf*

4. Выйти из редактирования файла в файловый менеджер, затем выйти из файлового менеджера в консольный режим.

5. Запустить процесс asterisk командой `/etc/init.d/asterisk start`.

Удостовериться, что процесс asterisk запущен и прослушивает порт 5060 командой `netstat -nlpu | grep 5060` (Рис.10).



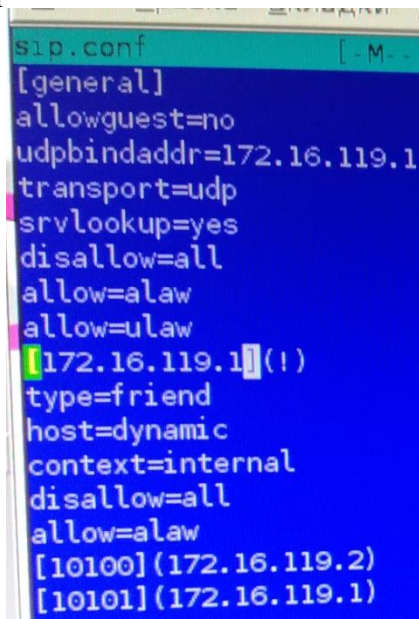
```
root@rm-01:~# /etc/init.d/asterisk start
Starting Asterisk PBX: asterisk.
root@rm-01:~# netstat -nlpu | grep 5060
udp        0      0 172.16.119.1:5060  0.0.0.0:*
4268/asterisk
root@rm-01:~#
```

Рис 10. Запуск процесса asterisk

6. Сохранить и выйти в файловый менеджер.

7. Открыть для редактирования файл `/etc/asterisk/sip.conf` и добавить двух абонентов с номерами 1-01-00 и 1-01-01. Пример содержимого файла (рис. 11):

```
[general]
allowguest=no
udpbindaddr=ip_addr_eth0:0 - Ваш адрес
transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
[sip_sub](!) - Ваш адрес
type=friend
host=dynamic
context=internal
disallow=all
allow=alaw
[10100](sip_sub) – адреса пользователей, с которыми будет происходить звонок
[10101](sip_sub) - Ваш адрес
```



```

sip.conf
[general]
allowguest=no
udpbindaddr=172.16.119.1
transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
[172.16.119.1](!)
type=friend
host=dynamic
context=internal
disallow=all
allow=alaw
[10100](172.16.119.2)
[10101](172.16.119.1)
```

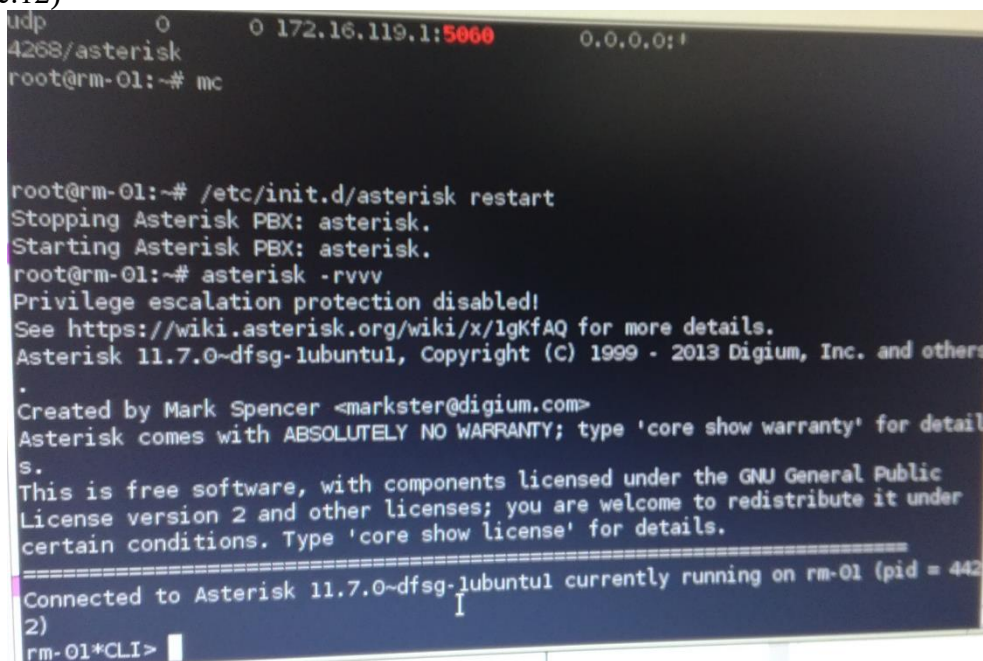
Рис 11. Изменения файла sip.conf

8. Сохранить изменения файла sip.conf и из файлового менеджера в файл /etc/asterisk/extensions.conf добавить правило обработки вызовов:

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
[internal]
exten => 10100,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 10100,n,Hangup()
exten => 10101,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 10101,n,Hangup()
```

9. Перезапустить процесс asterisk командой /etc/init.d/asterisk restart.

10. С помощью команды asterisk -rvvv подключиться к консоли управления Asterisk. (Рис.12)



```
udp 0 0 172.16.119.1:5060 0.0.0.0:
4268/asterisk
root@rm-01:~# mc

root@rm-01:~# /etc/init.d/asterisk restart
Stopping Asterisk PBX: asterisk.
Starting Asterisk PBX: asterisk.
root@rm-01:~# asterisk -rvvv
Privilege escalation protection disabled!
See https://wiki.asterisk.org/wiki/x/1gKfAQ for more details.
Asterisk 11.7.0~dfsg~ubuntu1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others
.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for detail
s.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.7.0~dfsg~ubuntu1 currently running on rm-01 (pid = 442
2)
rm-01*CLI>
```

Рис 12. Консоль управления Asterisk

11. Открыть web-интерфейс IP PBX Asterisk и создать в нем два новых абонента с параметрами указанными в предыдущих шагах.

Последовательность создания пользователей в web-интерфейсе:

Запуск и работа с Asterisk

Управление IP PBX Asterisk может осуществляться посредством веб-интерфейса. Для запуска веб-интерфейса необходимо нажать на ярлык Управление Asterisk.

В окне браузера появится окно авторизации пользователя (Рис.13), в котором необходимо ввести логин и пароль, которые пользователь использовал при работе с учебным курсом СОТСБИ-У.

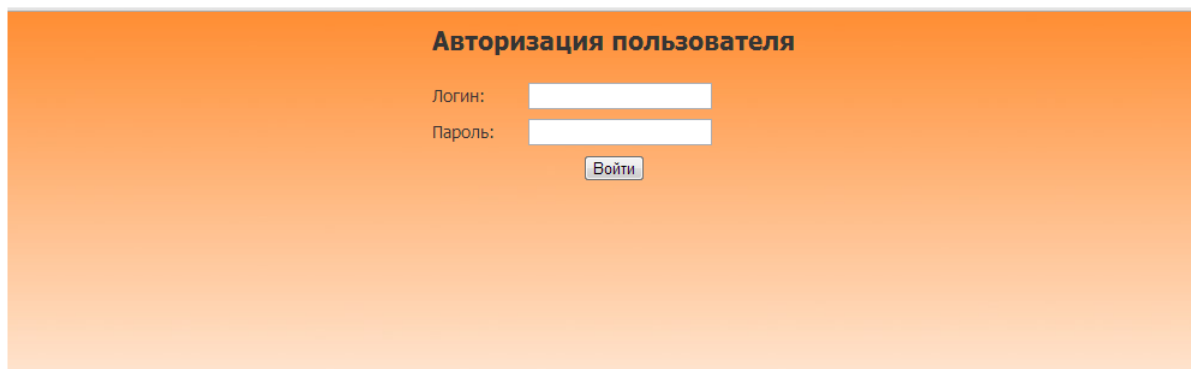


Рис.13. Окно авторизации пользователя

В случае ввода неверного логина или пароля отображается страница с соответствующим сообщением.

После авторизации пользователя появляется главная страница графического интерфейса IP PBX Asterisk (Рис.14). В левой части страницы перечислены основные пункты меню.

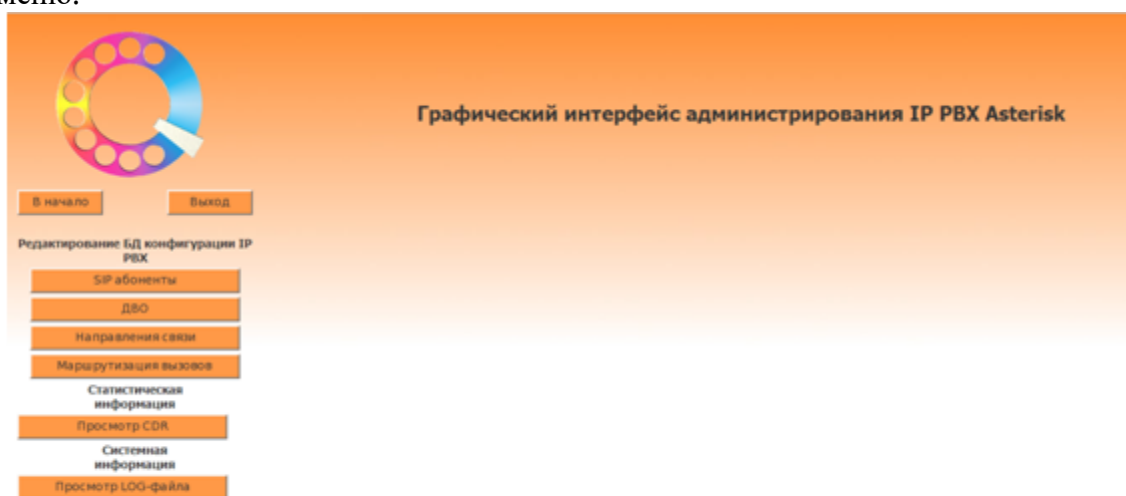


Рис.14. Графический интерфейс IP PBX Asterisk

Редактирование БД конфигурации IP PBX Asterisk

Представленный графический интерфейс позволяет редактировать параметры SIP абонентов (тип абонента, разрешенные кодеки, возможность поддержки видеовызова и т.д.). Для работы с базой данных SIP абонентов необходимо выбрать пункт меню «SIP абоненты» в соответствующем разделе. В данном разделе отображаются только создаваемые абоненты (Рис.15), а не все абоненты, зарегистрированные на Asterisk.

Управление SIP абонентами IP PBX Asterisk

 Редактирование данных

 Вставка данных

 Удаление данных

Общее количество SIP абонентов в БД: 2

1

	Номер абонента	Тип абонента	Идентификационная строка абонента (CALLERID)	Порт сигнализации SIP	Разрешенные кодеки	Количество одновременных вызовов	Поддержка видеовызовов	Проксирование RTP
☒	10100	friend	10100	5060	alaw ulaw g722 gsm speex speex16 h261 h263 h263p	1	no	no
☐	10101	friend	10101	5060	alaw ulaw g722 gsm speex speex16 h261 h263 h263p	1	no	no

Рис. 15. Список абонентов

Для создания новой записи об абоненте необходимо нажать кнопку «Вставка данных» (Рис.16), при этом появится пустая форма ввода данных; в левом столбце перечислены названия полей абонентской записи, центральный столбец содержит текстовые поля и выпадающие списки для установки значений параметров абонентской записи, правый столбец содержит пиктограммы "?", при наведении на них указателя мыши появляются подсказки с краткими пояснениями по каждому параметру абонентской записи.

После добавления новой абонентской записи не требуется перезапуска IP PBX Asterisk, информация из базы данных автоматически считывается IP PBX Asterisk.

Рис.16. Вставка абонентских данных

2.2 Лабораторная работа №1 «Создание абонента и настройка маршрутизации»

IP PBX Asterisk, как и большинство приложений, работает с использованием конфигурационных файлов. На данном этапе потребуется изменить настройки хранящиеся в файлах /etc/asterisk/sip.conf и /etc/asterisk/extensions.conf. Файл sip.conf содержит описание базовых параметров работы протокола SIP, настройки NAT, перечень используемых кодеков, учетных записей абонентов и т.д. Файл extensions.conf описывает правила обработки вызовов поступающих в систему.

1. Открыть для редактирования файл /etc/asterisk/sip.conf и добавить двух абонентов с номерами 1-XX-00 и 1-XX-01 (рис. 17).

```
[general]
udpbindaddr=172.16.119.9
allowguest=no
transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
[172.16.119.9](!)
type=friend
host=dynamic
context=internal
disallow=all
allow=alaw
[10100](172.16.119.1)
[10101](172.16.119.9)
```

Рис. 17. Редактирование файла sip.conf

2. В файл /etc/asterisk/extensions.conf добавить правило обработки вызовов (рис. 18):

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
[internal]
exten => 10100,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 10100,n,Hangup()
exten => 10101,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 10101,n,Hangup()
```

Рис. 18. Редактирование файла extensions.conf

3. Перезапустить процесс asterisk командой /etc/init.d/asterisk /etc/init.d/asterisk /etc/init.d/asterisk restart .

4. С помощью команды asterisk -rvvv подключиться к консоли управления Asterisk (рис. 19).

```

3349/asterisk
root@rm-09:~# nano /etc/asterisk/sip.conf
root@rm-09:~# nano /etc/asterisk/extensions.conf
root@rm-09:~# nano /etc/asterisk/sip.conf
root@rm-09:~# /etc/init.d/asterisk restart
Stopping Asterisk PBX: asterisk.
Starting Asterisk PBX: asterisk.
root@rm-09:~# asterisk -rvvv
Privilege escalation protection disabled!
See https://wiki.asterisk.org/wiki/x/1gKfAQ for more details.
Asterisk 11.7.0-dfsg-1ubuntu1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others
.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.7.0-dfsg-1ubuntu1 currently running on rm-09 (pid = 3719)
rm-09*CLI>

```

Рис. 19. Подключение к консоли управления Asterisk

5. На РМ запустить программный телефон Linphone. В настройках на вкладке «Настройки сети» изменить порт UDP 5062, на вкладке «Управление учетными записями SIP» добавить учетную запись с номером 1-XX-00 (рис. 20, 21).

The screenshot shows the 'Настройки' (Settings) window of Linphone. The 'Настройки сети' (Network Settings) tab is active. Under 'Транспорт' (Transport), the 'Установить MTU' checkbox is checked with a value of 1300. Under 'Сетевые протоколы и порты' (Network protocols and ports), the 'Порт SIP/UDP' is set to 5062 (Fixed), 'Порт SIP/TCP' is 5060 (Fixed), 'Аудио RTP/UDP' is 7078 (Fixed), and 'Видео RTP/UDP' is 9078 (Fixed). The 'Тип медиа-шифрования' (Media encryption type) is set to 'Нет' (None). Under 'NAT и брандмауэр' (NAT and firewall), the 'Прямое подключение к интернет' (Direct connection to internet) radio button is selected. The 'Выделенный (публичный) IP-адрес' (Dedicated (public) IP address) field is empty, and the 'STUN сервер' (STUN server) field is also empty. A 'Готово' (Done) button is at the bottom right.

Рис. 20. Настройка программного телефона Linphone

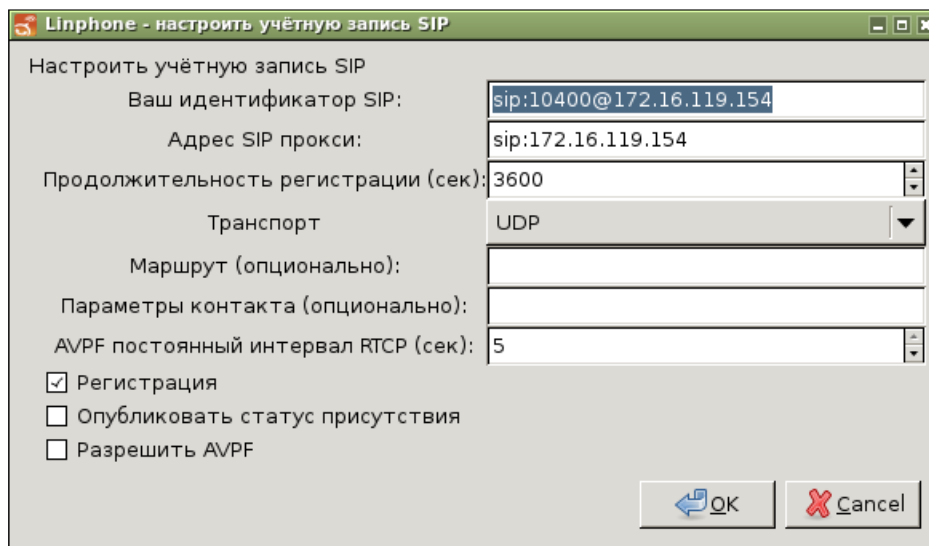


Рис. 21. Настройка учетной записи программного телефона Linphone

После настройки программного телефона в консоли управления Asterisk появится запись об успешной регистрации абонента (рис. 22).

Пример сообщения:

-- Registered SIP '10900' at 172.16.119.9:5062

```
root@rm-09:~# nano /etc/asterisk/sip.conf
root@rm-09:~# /etc/init.d/asterisk restart
Stopping Asterisk PBX: asterisk.
Starting Asterisk PBX: asterisk.
root@rm-09:~# asterisk -rvvv
Privilege escalation protection disabled!
See https://wiki.asterisk.org/wiki/x/1gKfAQ for more details.
Asterisk 11.7.0~dfsg-lubuntu1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others
.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.7.0~dfsg-lubuntu1 currently running on rm-09 (pid = 536
3)
-- Registered SIP '10900' at 172.16.119.9:5062
rm-09*CLI> exit
Asterisk cleanly ending (0).
Executing last minute cleanups
root@rm-09:~# nano /etc/asterisk/sip.conf
root@rm-09:~#
```

Рис. 22. Успешная регистрация абонента

6. На РМ запустить программный телефон Twinkle. В мастере создания учетных записей указать номер 1-XX-01. В системных настройках определить SIP порт, например, 5063 (рис. 23, 24).

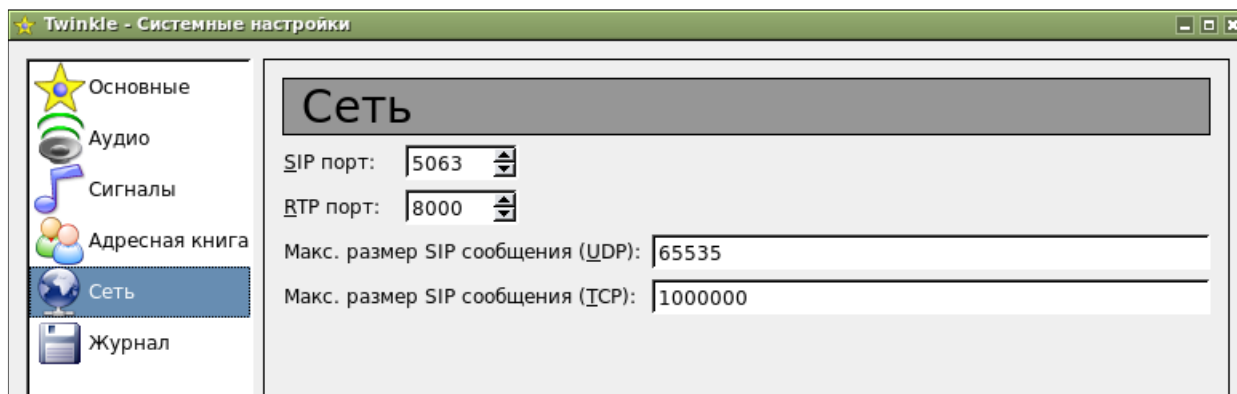


Рис. 23. Настройка программного телефона Twinkle.

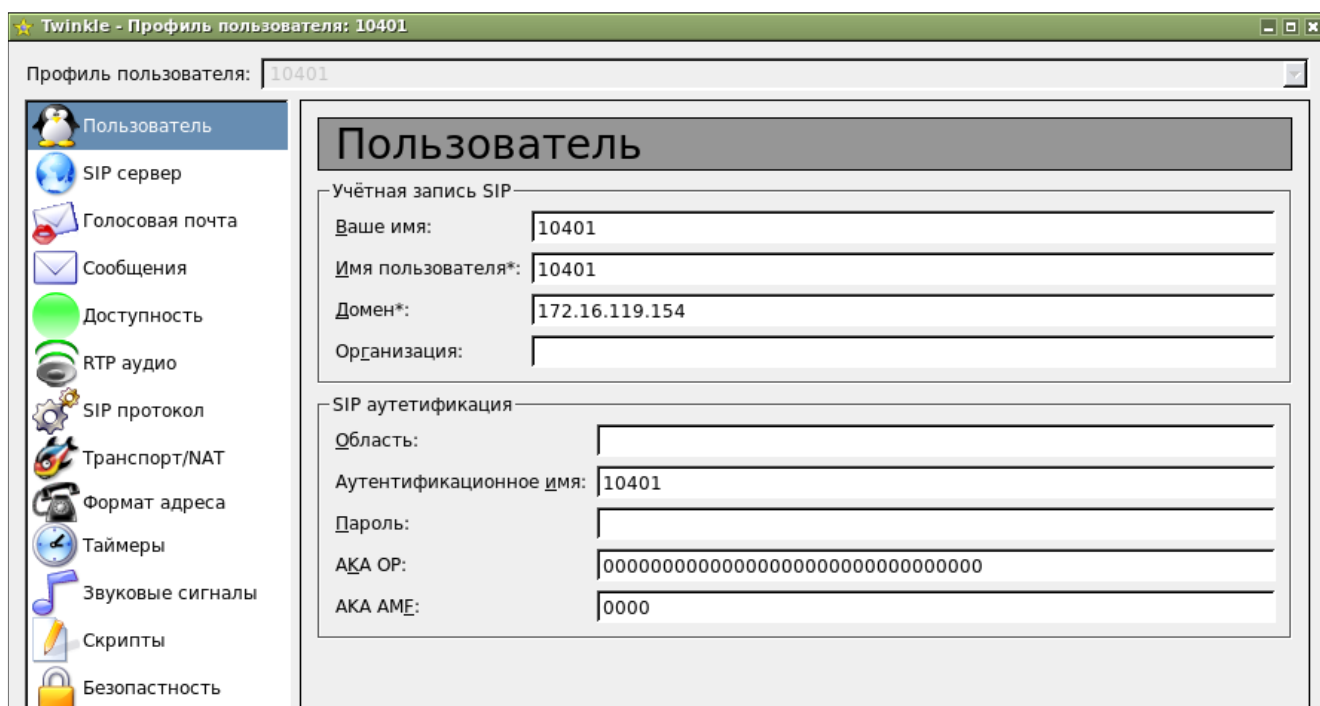


Рис. 24. Настройка профиля пользователя в программном телефоне Twinkle.

После настройки программного телефона в консоли управления Asterisk появится запись об успешной регистрации абонента (рис. 25).

```

rm-09*CLI> exit
Asterisk cleanly ending (0).
Executing last minute cleanups
root@rm-09:~# nano /etc/asterisk/sip.conf
root@rm-09:~# /etc/init.d/asterisk restart
Stopping Asterisk PBX: asterisk.
Starting Asterisk PBX: asterisk.
root@rm-09:~# asterisk -rvvv
Privilege escalation protection disabled!
See https://wiki.asterisk.org/wiki/x/1gKfAQ for more details.
Asterisk 11.7.0~dfsg-lubuntu1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others
.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details
s.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.7.0~dfsg-lubuntu1 currently running on rm-09 (pid = 553
5)
-- Registered SIP '10901' at 172.16.119.9:5063
-- Registered SIP '10900' at 172.16.119.9:5062
rm-09*CLI>

```

Рис. 25. Успешная регистрация абонента

7. Выполнить контрольный вызов между абонентами 1-XX-00 и 1-XX-01. В консоли управления Asterisk будут отображаться сообщения о ходе выполнения обработки вызова. Успешный вызов свидетельствует о корректной настройке учетных записей абонентов и маршрутизации. Выход из консоли управления Asterisk осуществляется командой exit. Пример отчета об успешной обработке вызова (рис. 26, 27):

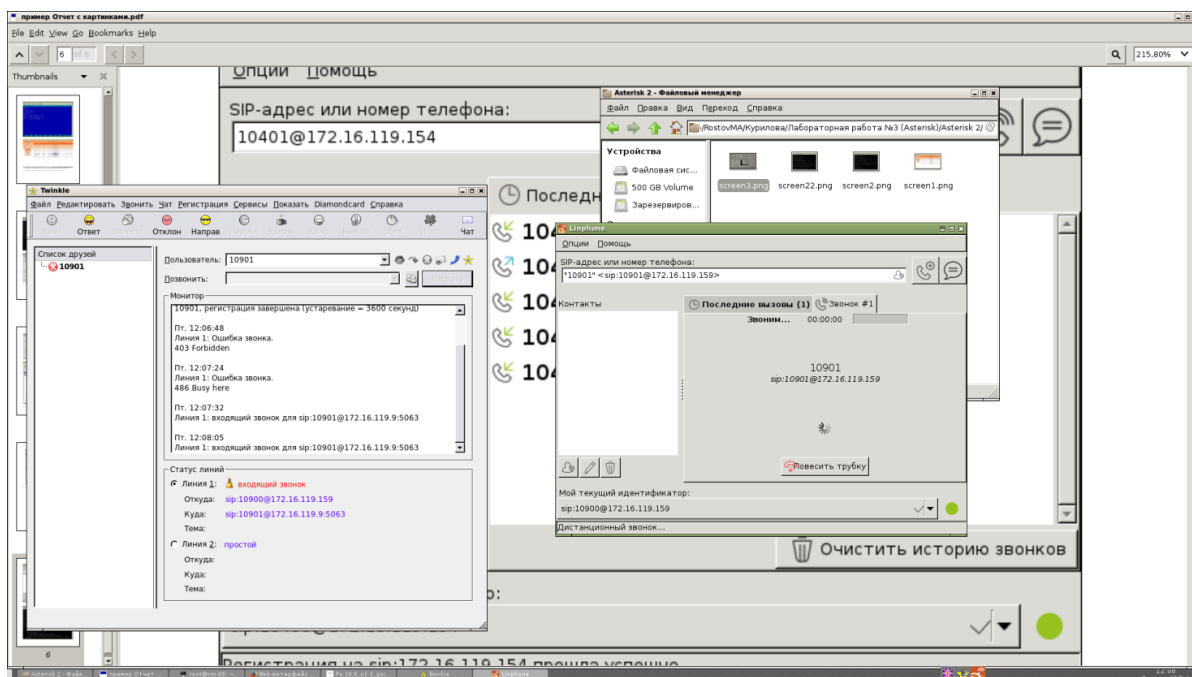


Рис. 26. Успешная обработка вызова

```
root@rm-09: ~
Файл Правка Вкладки Справка
=====
Connected to Asterisk 11.7.0~dfsg-1ubuntu1 currently running on rm-09 (pid = 5535)
-- Registered SIP '10901' at 172.16.119.9:5063
-- Registered SIP '10900' at 172.16.119.9:5062
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [10900@internal:1] Dial("SIP/10901-00000000", "SIP/10900") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/10900
-- SIP/10900-000000001 is ringing
-- Got SIP response 603 "Decline" back from 172.16.119.9:5062
-- SIP/10900-000000001 is busy
== Everyone is busy/congested at this time (1:1/0/0)
-- Executing [10900@internal:2] Hangup("SIP/10901-00000000", "") in new stack
== Spawn extension (internal, 10900, 2) exited non-zero on 'SIP/10901-00000000'
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [10900@internal:1] Dial("SIP/10901-00000002", "SIP/10900") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/10900
-- SIP/10900-000000003 is ringing
-- Got SIP response 486 "Busy here" back from 172.16.119.9:5062
-- SIP/10900-000000003 is busy
== Everyone is busy/congested at this time (1:1/0/0)
-- Executing [10900@internal:2] Hangup("SIP/10901-00000002", "") in new stack
== Spawn extension (internal, 10900, 2) exited non-zero on 'SIP/10901-00000002'
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [10901@internal:1] Dial("SIP/10900-00000004", "SIP/10901") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/10901
-- SIP/10901-000000005 is ringing
-- Got SIP response 480 "User not responding" back from 172.16.119.9:5063
-- SIP/10901-000000005 is circuit-busy
== Everyone is busy/congested at this time (1:0/1/0)
-- Executing [10901@internal:2] Hangup("SIP/10900-00000004", "") in new stack
== Spawn extension (internal, 10901, 2) exited non-zero on 'SIP/10900-00000004'
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [10901@internal:1] Dial("SIP/10900-00000006", "SIP/10901") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/10901
-- SIP/10901-000000007 is ringing
== Spawn extension (internal, 10901, 1) exited non-zero on 'SIP/10900-00000006'
rm-09*CLI>
```

Рис. 27. Отчет об успешной обработке вызова в консоли.

8. Скопировать файлы конфигурации `/etc/asterisk/sip.conf` и `/etc/asterisk/extensions.conf` на NFS сервер в индивидуальный каталог учащегося.

2.3 Лабораторная работа №2 «Услуга «Точное время»

Услуга «Точное время» позволяет оперативно получать информацию о точном времени региона, в котором находится абонент. Для настройки услуги необходимо внести изменения в файлы конфигурации `/etc/asterisk/sip.conf` и `/etc/asterisk/extensions.conf`.

1. В файл `/etc/asterisk/sip.conf` добавить параметр `language = ru` в секцию `[general]` (Рис. 28).

```
[general]
allowguest=no
udpbindaddr=172.16.119.159
transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
language=ru
[172.16.119.9]
type=friend
host=dynamic
context=internal
disallow=all
allow=alaw
[10900] (172.16.119.9)
[10901] (172.16.119.9)
```

Рис. 28. Изменение файла `sip.conf`.

2. В раздел `[internal]` файла `/etc/asterisk/extensions.conf` добавить следующие строки (Рис. 29):

```
exten => 060,1,Playback(/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/
vremja)
exten => 060,n,SayUnixTime(.,HM)
exten => 060,n,Hangup()
```

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
[internal]
exten => 10900,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 10900,n,Hangup()
exten => 10901,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 10901,n,Hangup()
exten => 060,1,Playback(/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/vremja)
exten => 060,n,SayUnixTime(.,HM)
exten => 060,n,Hangup()
```

Рис. 29. Изменение файла `extensions.conf`.

3. Перезапустить процесс `asterisk` командой `/etc/init.d/asterisk restart`.

4. С помощью команды `asterisk -rvvv` подключиться к консоли управления Asterisk

(Рис. 30).

```
root@rm-09:~# asterisk -rvvv
Privilege escalation protection disabled!
See https://wiki.asterisk.org/wiki/x/1gKfAQ for more details.
Asterisk 11.7.0~dfsg-1ubuntu1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.7.0~dfsg-1ubuntu1 currently running on rm-09 (pid = 2972)
rm-09*CLI>
```

Рис. 30. Консоль управления Asterisk.

5. На РМ запустить программный телефон Linphone. В настройках на вкладке «Настройки сети» установить порт UDP, например, 5062 (Рис. 31), на вкладке «Управление учетными записями SIP» добавить учетную запись с номером 1-XX-00 (Рис. 32).

Настройка

Управление учетными записями SIP | Настройки мультимедиа | **Настройки сети** | Кодеки | Пользовательский интерфейс | LDAP

Транспорт

☒ Установить MTU (максимально передаваемый блок): 1300

☐ Отправлять DTFM как SIP-информацию

☐ Разрешить IPv6

Сетевые протоколы и порты

Порт SIP/UDP	☐ Не разрешён	☐ Случайно	5062
Порт SIP/TCP	☐ Не разрешён	☐ Случайно	5060
Аудио RTP/UDP:	7078	7078	☒ Фиксированный
Видео RTP/UDP:	9078	9078	☒ Фиксированный
Тип медиа-шифрования	Нет		
Поля DSCP	☐ Медиа-шифрование обязательно		

NAT и брандмауэр

☒ Прямое подключение к интернет

☐ За NAT / брандмауэром (указать IP шлюза)

☐ За NAT / брандмауэром (использовать STUN)

☐ За NAT / брандмауэром (использовать ICE)

☐ За NAT / брандмауэром (использовать uPnP)

Выделенный (публичный) IP-адрес:

STUN сервер:

Рис. 31. Настройка порта в Linphone.

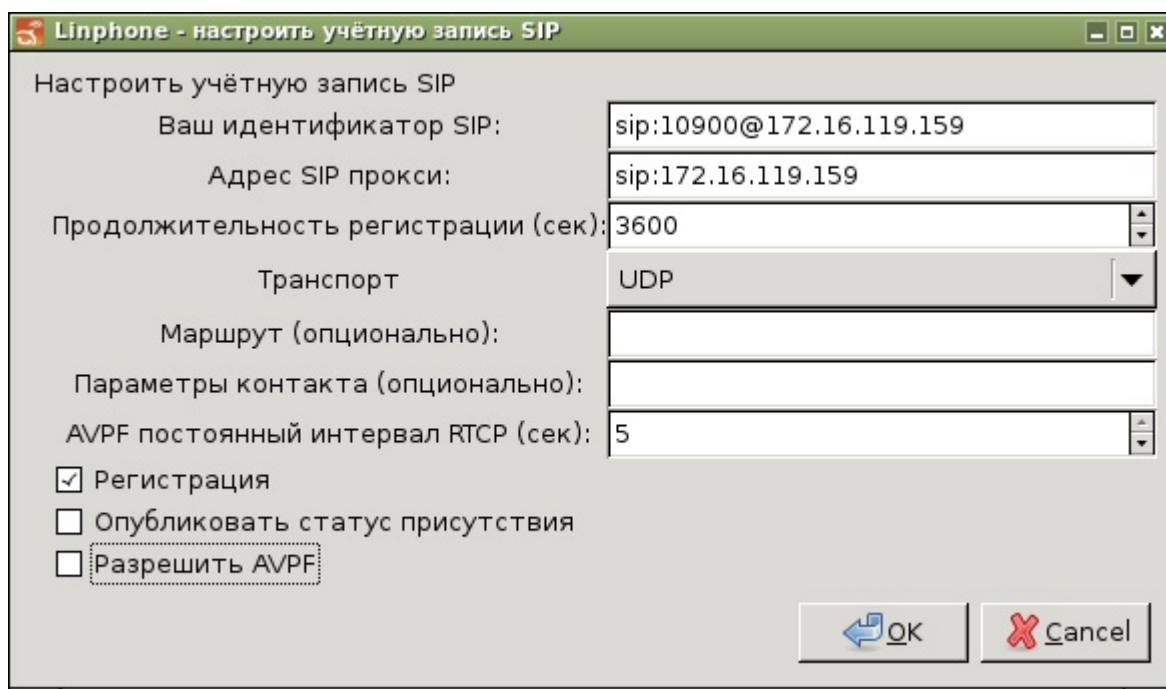


Рис. 32. Регистрация пользователя в Linphone.

6. Выполнить контрольный вызов на номер 060 (Рис. 33). В консоли управления Asterisk будут отображаться сообщения о ходе выполнения обработки вызова (Рис. 34).

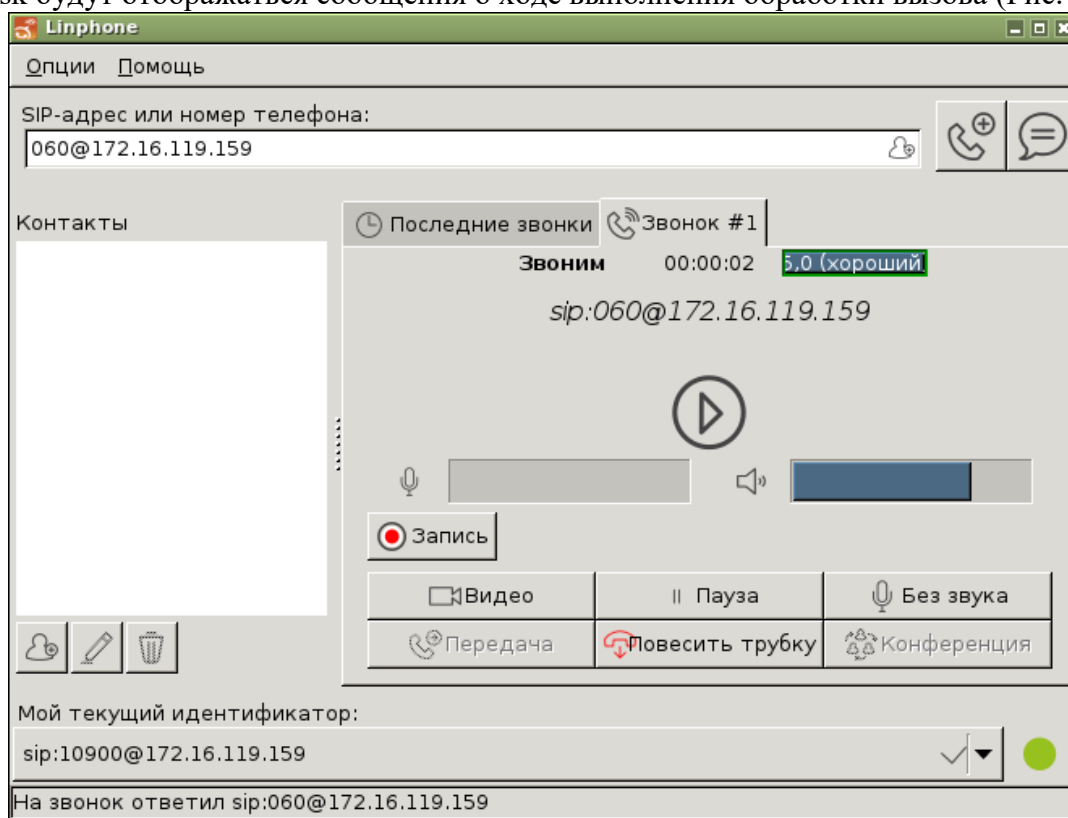


Рис. 33. Вызов абоненту 060.

```

root@rm-09:~# asterisk -rvvv
Privilege escalation protection disabled!
See https://wiki.asterisk.org/wiki/x/1gKfAQ for more details.
Asterisk 11.7.0~dfsg-lubuntu1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.7.0~dfsg-lubuntu1 currently running on rm-09 (pid = 3544)
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [060@internal:1] Playback("SIP/10900-00000000", "/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f-IvrvoiceRU/vremja") in new stack
-- <SIP/10900-00000000> Playing '/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f-IvrvoiceRU/vremja.slin' (language 'ru')
-- Executing [060@internal:2] SayUnixTime("SIP/10900-00000000", ",,HM") in new stack
-- <SIP/10900-00000000> Playing 'digits/10.slin' (language 'ru')
-- <SIP/10900-00000000> Playing 'digits/30.slin' (language 'ru')
-- <SIP/10900-00000000> Playing 'digits/4.slin' (language 'ru')
-- Executing [060@internal:3] Hangup("SIP/10900-00000000", "") in new stack
== Spawn extension (internal, 060, 3) exited non-zero on 'SIP/10900-00000000'
rm-09*CLI>

```

Рис. 34. Успешная обработка вызова.

2.4 Лабораторная работа №3 «Настройка маршрутизации между двумя IP PBX Asterisk»

Предлагаемая нумерация: 1-XX-YY, где XX — номер РМ (01, 02 и т.д.), YY — порядковый номер абонента (00–99). Необходимо изменить настройки, хранящиеся в файлах /etc/asterisk/sip.conf и /etc/asterisk/extensions.conf.

1. В файл /etc/asterisk/sip.conf добавить двух абонентов с номерами: РМ №1: 1-XX-00 и 1-XX-01 (Рис. 35), РМ №2: 1-YY-00 и 1-YY-01 (Рис. 36).

Примеры содержимого файлов (курсивом выделены поля, зависящие от номера РМ):

sip.conf РМ №1

```

[general]
allowguest=no
udpbindaddr= ip_addr_eth0:0_RM1
transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
language=ru
[sip_sub]
type=friend
host=dynamic
context=full
disallow=all
allow=alaw
[10100](sip_sub)
[10101](sip_sub)
[ip_addr_eth0_RM2]
type=friend
host= ip_addr_eth0:0_RM2

```

sip.conf РМ №2

```

[general]
allowguest=no
udpbindaddr= ip_addr_eth0:0_RM2
transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
language=ru
[sip_sub]
type=friend
host=dynamic
context=full
disallow=all
allow=alaw
[10200](sip_sub)
[10201](sip_sub)
[ip_addr_eth0_RM1]
type=friend
host= ip_addr_eth0:0_RM1

```

```
port=5060
canreinvite=no
context=full
disallow=all
allow=alaw
```

```
[general]
allowguest=no
udpbindingaddr= 172.16.119.152
transport=udp
srlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
language=ru
[172.16.119.2]
type=friend
host=dynamic
context=full
disallow=all
allow=alaw
[10200](172.16.119.2)
[10201](172.16.119.2)
[172.16.119.9]
type=friend
host= 172.16.119.159
port=5062
canreinvite=no
context=full
disallow=all
allow=alaw
```

Рис. 35. Изменение файла
sip.conf на РМ №1.

```
port=5060
canreinvite=no
context=full
disallow=all
allow=alaw
```

```
[general]
allowguest=no
udpbindingaddr=172.16.119.159
transport=udp
srlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
language=ru
[172.16.119.9]
type=friend
host=dynamic
context=full
disallow=all
allow=alaw
[10900](172.16.119.9)
[10901](172.16.119.9)
[172.16.119.2]
type=friend
host=172.16.119.152
port=5062
canreinvite=no
context=full
disallow=all
allow=alaw
```

Рис. 36. Изменение файла
sip.conf на РМ №2.

2. В файлы /etc/asterisk/extensions.conf добавить правила обработки вызовов (Рис. 37, 38):

РМ №1:

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
[internal]
exten => 101XX.,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 101XX.,n,Hangup()
[external]
exten=>102X.,1,Dial(SIP/asterisk_rm_02/${EXTEN})
exten => 102X.,n,Hangup()
[full]
include => internal
include => external
```

РМ №2:

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
[internal]
exten => 102XX.,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 102XX.,n,Hangup()
[external]
exten=> 101X.,1,Dial (SIP/asterisk_rm_01/${EXTEN})
exten => 101X.,n,Hangup()
[full]
include => internal
include => external
```

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
[internal]
exten => 10200,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 10200,n,Hangup()
[external]
exten=> 10900,1,Dial(SIP/172.16.119.9/${EXTEN})
exten => 10900,n,Hangup()
[full]
include => internal
include => external
```

*Рис. 37. Изменение файла
extensions.conf на РМ №1.*

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
[internal]
exten => 10900,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 10900,n,Hangup()
[external]
exten => 10200,1,Dial(SIP/172.16.119.2/${EXTEN})
exten => 10200,n,Hangup()
[full]
include => internal
include => external
```

*Рис. 38. Изменение файла
extensions.conf на РМ №2.*

3. Перезапустить процесс asterisk командой `/etc/init.d/asterisk restart`.
4. С помощью команды `asterisk -rvvv` подключиться к консоли управления Asterisk (Рис. 39).

```
root@rm-09:~# asterisk -rvvv
Privilege escalation protection disabled!
See https://wiki.asterisk.org/wiki/x/1gKfAQ for more details.
Asterisk 11.7.0~dfsg-1ubuntu1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.7.0~dfsg-1ubuntu1 currently running on rm-09 (pid = 2972)
rm-09*CLI> █
```

Рис. 39. Консоль управления Asterisk.

5. На РМ запустить программный телефон Linphone. В настройках на вкладке «Настройки сети» установить порт UDP, например, 5062 (Рис. 40), на вкладке «Управление учетными записями SIP» добавить учетную запись с номером 1-XX-00 на РМ №1 и 1-YY-00 на РМ №2 (Рис. 41). После настройки программного телефона в консоли управления Asterisk появится запись об успешной регистрации абонента.

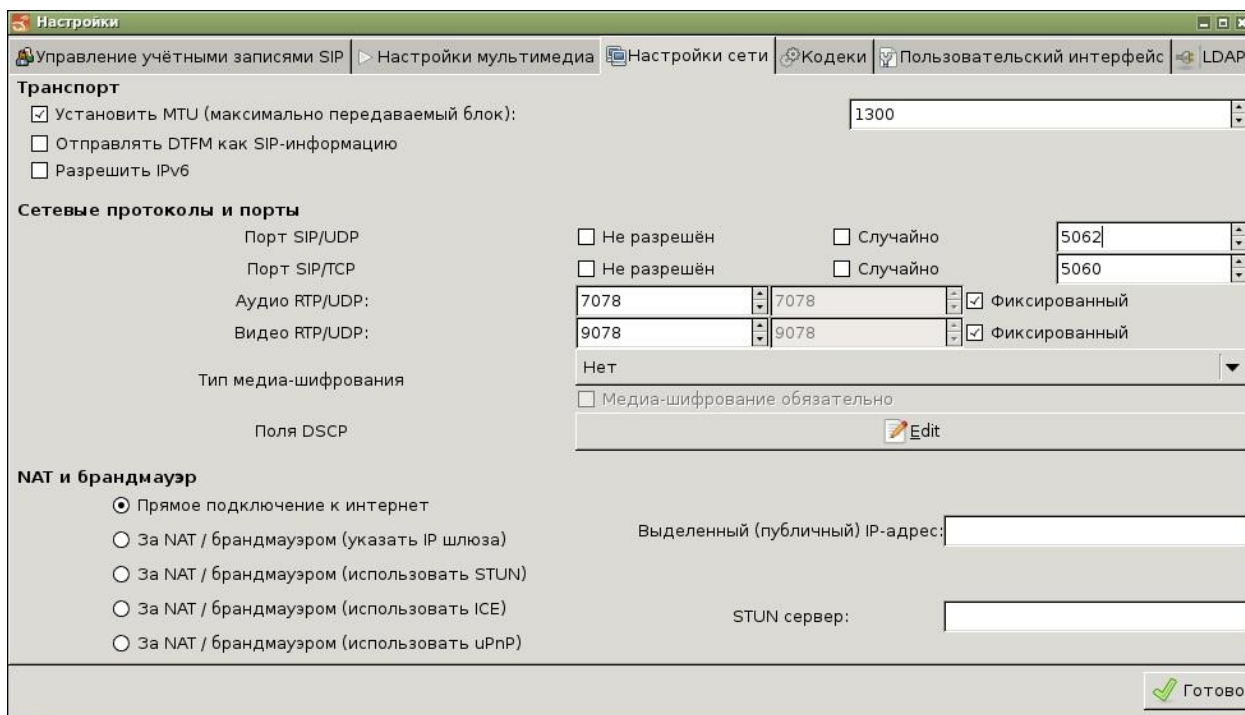


Рис. 40. Настройка порта в Linphone.

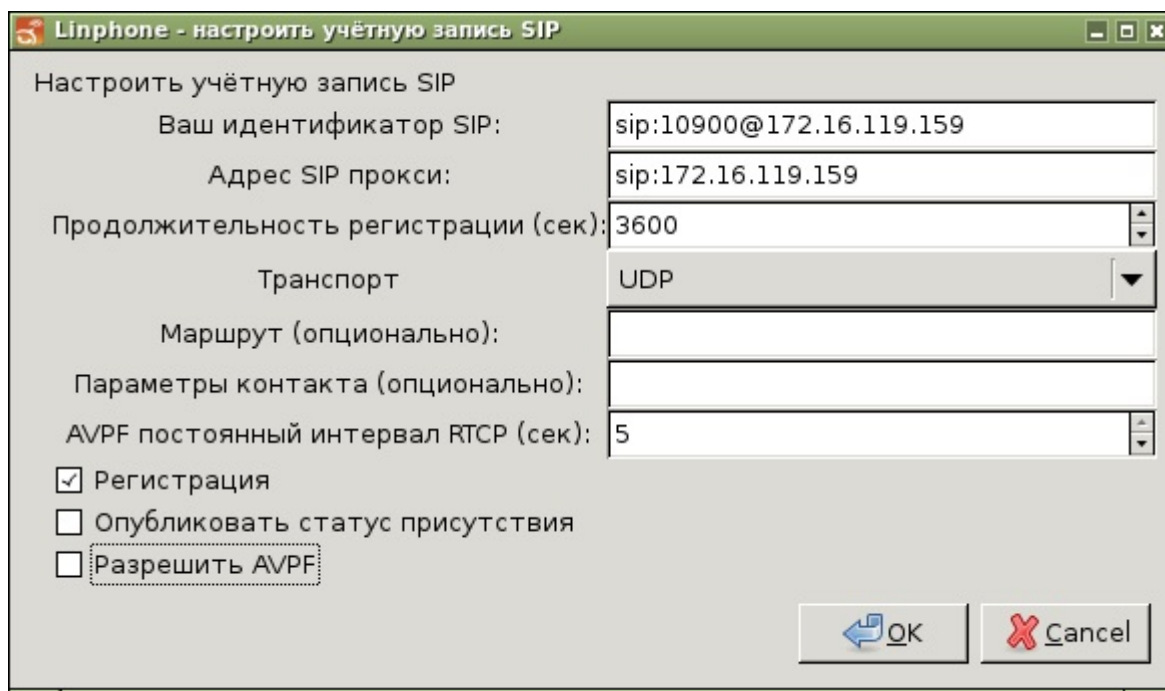


Рис. 41. Регистрация пользователя в Linphone.

6. Выполнить контрольный межстанционный вызов (Рис. 43). В консоли управления Asterisk будут отображаться сообщения о ходе выполнения обработки вызова (Рис. 42).

```

root@rm-02:~# asterisk -rvvv
Privilege escalation protection disabled!
See https://wiki.asterisk.org/wiki/x/1gKfAQ for more details.
Asterisk 11.7.0-dfsg-1ubuntu1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.7.0-dfsg-1ubuntu1 currently running on rm-02 (pid = 4064)
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [10900@full:1] Dial("SIP/10200-00000000", "SIP/172.16.119.9/10900") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/172.16.119.9/10900
-- SIP/172.16.119.9-000000001 is ringing
-- SIP/172.16.119.9-000000001 answered SIP/10200-00000000
-- Locally bridging SIP/10200-00000000 and SIP/172.16.119.9-000000001
== Spawn extension (full, 10900, 1) exited non-zero on 'SIP/10200-00000000'
rm-02*CLI>

```

Рис. 42. Успешная обработка вызова.

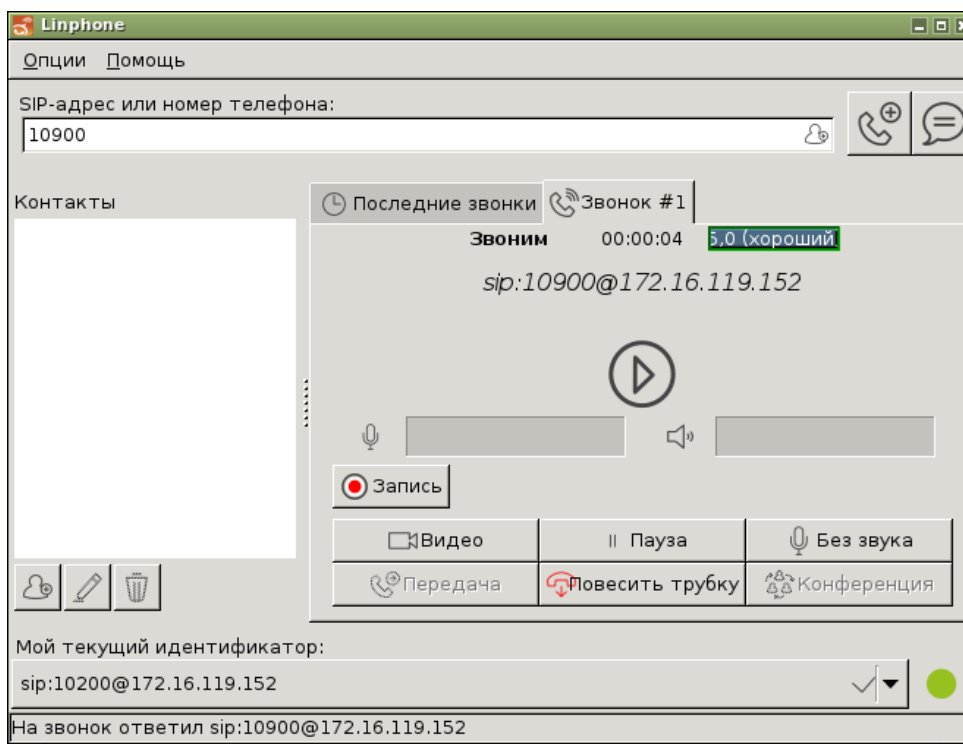


Рис. 43. Вызов абоненту 10900.

Успешный вызов свидетельствует о корректной настройке учетных записей абонентов и маршрутизации. Выход из консоли управления Asterisk осуществляется командой `exit`.

7. Скопировать файлы конфигурации `/etc/asterisk/extensions.conf` и `/etc/asterisk/sip.conf` на NFS сервер в индивидуальный каталог учащегося.

2.5 Лабораторная работа №4 «Настройка маршрутизации между двумя IP PBX Asterisk (АТС и УПАТС)»

Нумерация АТС пятизначная, формат 1-XX-YY, где XX — номер РМ (01, 02 и т.д.), YY — порядковый номер абонента (00–99), нумерация УПАТС трехзначная: 1-YY, где YY — порядковый номер абонента (00–99).

В лабораторной работе для настройки маршрутизации необходимо изменить файлы `/etc/asterisk/sip.conf` и `/etc/asterisk/extensions.conf`.

1. В файл `/etc/asterisk/sip.conf` добавить двух абонентов с соответствующими номерами: 1-XX-00 и 1-XX-01 на РМ1, и 1-YY на РМ2 (Рис. 44, 45).

```
[general]
allowguest=no
udpbindaddr= 172.16.119.152
transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
language=ru
[172.16.119.2]
type=friend
host=dynamic
context=full
disallow=all
allow=alaw
[10200] (172.16.119.2)
[10201] (172.16.119.2)
[172.16.119.1]
type=friend
host= 172.16.119.151
port=5062
canreinvite=no
context=full
disallow=all
allow=alaw
```

Рис. 44. Изменение файла `sip.conf`

на РМ №1.

```
[general]
allowguest=no
udpbindaddr=172.16.119.151
transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
language=ru
[172.16.119.1]
type=friend
host=dynamic
context=pbx
disallow=all
allow=alaw
[100] (172.16.119.1)
[101] (172.16.119.1)
[102] (172.16.119.1)
[103] (172.16.119.1)
[172.16.119.2]
type=friend
host=172.16.119.152
port=5062
canreinvite=no
context=voice_menu
disallow=all
allow=alaw
```

Рис. 45. Изменение файла `sip.conf`

на РМ №2.

2. В файлы */etc/asterisk/extensions.conf* добавить следующие правила обработки вызовов.
PM №1 АТС (Рис. 46) и PM №2 (УПАТС) (Рис. 47).

PM №1 АТС:

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
[internal]
exten => 1XX00,1,Dial (SIP/${EXTEN})
exten => 1XX00,n,Hangup()
[external]
exten=>10191,1,Dial(SIP/pbx_rm_02/${EXTEN})
exten => 10191,n,Hangup()
[full]
include => internal
include => external
```

PM №2 (УПАТС):

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
[voice_menu]
exten => 10191,1,Answer()
exten => 10191,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU /thank-you-for-
calling)
exten => 10191,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU /to-contact-sales)
exten => 10191,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU /najmite-1)
exten => 10191,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU /to-contact-
techsupport)
exten => 10191,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU /najmite-2)
exten => 10191,n,WaitExten(5)
exten => 1,1,Dial(SIP/101,10)
exten => 1,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/ne-otvechaet)
exten => 1,n,Hangup()
exten => 2,1,Dial(SIP/102,10)
exten => 2,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/ne-otvechaet)
exten => 2,n,Hangup()
exten => i,1,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU /nevernyj-vybor)
exten => i,n,Goto(voice_menu,10191,1)
exten => t,1,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/do-svidaniya)
exten => t,n,Hangup()
[internal]
exten => 1YY,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 1YY,n,Hangup()
[external]
exten => _9X.,1,Dial (SIP/exchange_rm_01/${EXTEN:1})
exten => _9X.,n,Hangup()
[pbx]
include => internal
```

include => external

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
[internal]
exten => 10200,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 10200,n,Hangup()
[external]
exten=> 10191,1,Dial(SIP/172.16.119.1/${EXTEN})
exten => 10191,n,Hangup()
[full]
include => internal
include => external
```

Рис. 46. Изменение файла *extensions.conf* на РМ №1.

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
[voice_menu]
exten => 10191,1,Answer()
exten => 10191,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/thank-you-for-calling)
exten => 10191,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/to-contact-sales)
exten => 10191,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/najmite-1)
exten => 10191,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/to-contact-tech-support)
exten => 10191,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/najmite-2)
exten => 10191,n,WaitExten(5)
exten => 1,1,Dial(SIP/101,10)
exten => 1,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/ne-otvechaet)
exten => 1,n,Hangup()
exten => 2,1,Dial(SIP/102,10)
exten => 2,n,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/ne-otvechaet)
exten => 2,n,Hangup()
exten => i,1,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/nevernoj-vybor)
exten => i,n,Goto(voice_menu,10191,1)
exten => t,1,Playback (/usr/share/asterisk/sounds/ru_RU_f_IvrvoiceRU/do-svidaniya)
exten => t,n,Hangup()
[internal]
exten => 101,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 101,n,Hangup()
[external]
exten => 10191,1,Dial (SIP/172.16.119.2/${EXTEN:1})
exten => 10191,n,Hangup()
[pbx]
include => internal
include => external
```

Рис. 47. Изменение файла *extensions.conf* на РМ №2.

3. Перезапустить процесс asterisk командой */etc/init.d/asterisk restart*.

4. С помощью команды *asterisk -rvvv* подключиться к консоли управления Asterisk (Рис. 3.6).

5. На РМ запустить программный телефон Linphone. В настройках на вкладке «Настройки сети» установить порт UDP, например, 5062 (Рис. 40), на вкладке «Управление учетными записями SIP» добавить учетную запись с номером 1-XX-00 (Рис. 41). После настройки программного телефона в консоли управления Asterisk появится запись об успешной регистрации абонента.

6. Выполнить контрольный межстанционный вызов. Чтобы осуществить вызов от АТС к УПАТС, в данном примере необходимо набрать номер 10191 (Рис. 48). В консоли управления Asterisk будут отображаться сообщения о ходе выполнения обработки вызова. Успешный вызов свидетельствует о корректной настройке учетных записей абонентов и маршрутизации (Рис. 49).

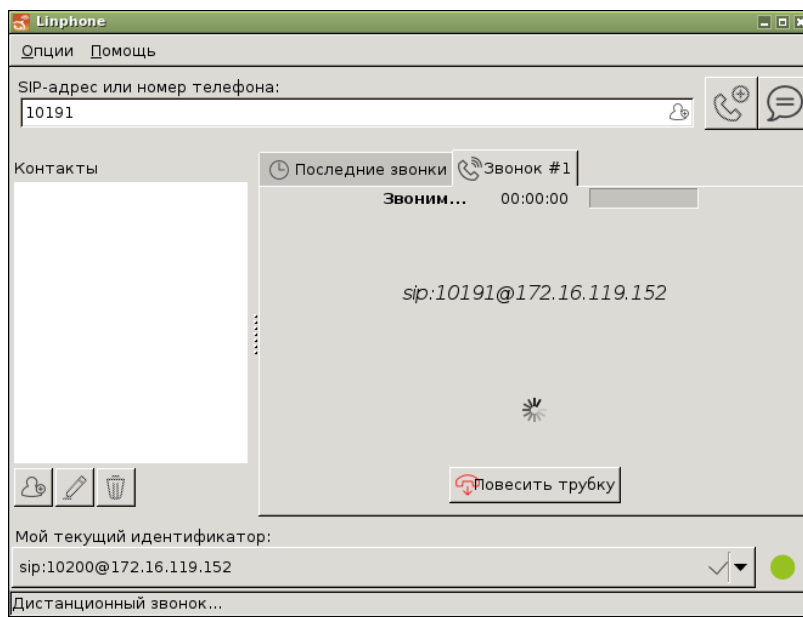


Рис. 48. Вызов абонента 10191 на РМ №2 (УПАТС).

```
root@rm-02:~# asterisk -rvvv
Privilege escalation protection disabled!
See https://wiki.asterisk.org/wiki/x/1gKfAQ for more details.
Asterisk 11.7.0~dfsg-lubuntu1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.7.0~dfsg-lubuntu1 currently running on rm-02 (pid = 4528)
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [10191@full:1] Dial("SIP/10200-00000000", "SIP/172.16.119.1/10191") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/172.16.119.1/10191
-- SIP/172.16.119.1-000000001 is ringing
-- Got SIP response 603 "Decline" back from 172.16.119.151:5062
-- SIP/172.16.119.1-000000001 is busy
== Everyone is busy/congested at this time (1:1/0/0)
-- Executing [10191@full:2] Hangup("SIP/10200-00000000", "") in new stack
== Spawn extension (full, 10191, 2) exited non-zero on 'SIP/10200-00000000'
rm-02*CLI>
```

Рис. 49. Успешная обработка вызова.

2.7 Исследовательская работа №1 «Анализ качества передачи речи по IP-сети»

Настройка маршрутизации между двумя IP PBX Asterisk

На каждом РМ установлен собственный сервер Asterisk. Нумерация на сервере пятизначная, формата 1-XX-YY, где XX — номер РМ (01, 02 и т.д.), YY — порядковый номер абонента (00–99). При выполнении работы используется эмулятор терминала Ixterminal, запуск которого осуществляется с помощью ярлыка «Управление Aslterisk CLI». Чтобы выполнить

настройку нужно изменить конфигурацию в каталоге */etc/asterisk/* , двух файлов *sip.conf* и *extensions.conf*.

1. В файл */etc/asterisk/sip.conf* добавить двух абонентов с номерами 109-00 и 1-09-01. Примеры содержимого файлов (курсивом выделены поля, зависящие от номера РМ):

sip.conf РМ №9

```
[general]
allowguest=no
udpbindaddr=172.16.119.159 transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
language=ru
```

[172.16.119.9]

```
type=friend
host=dynamic
context=full
disallow=all
allow=alaw
```

[10900](172.16.119.9)

[10901](172.16.119.9)

[172.16.119.2]

```
type=friend
host= 172.16.119.152
port=5062
canreinvite=no
context=full
disallow=all
allow=alaw
```

sip.conf РМ №2

```
[general]
allowguest=no
udpbindaddr=172.16.119.152
transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
language=ru
```

[172.16.119.2]

```
type=friend
host=dynamic
context=full
disallow=all
allow=alaw
```

[10200](172.16.119.2)

[10201](172.16.119.2)

[172.16.119.9]

```
type=friend
host= 172.16.119.159
port=5062
canreinvite=no
context=full
disallow=all
allow=alaw
```

На рис. 50 представлен *sip.conf* от РМ 9.

```
mc [root@rm-09]:/etc/asterisk
Файл Правка Вкладки Справка
sip.conf [----] 11 L:[ 1+21 22/ 29]
[general]
allowguest=no
udpbindaddr=172.16.119.159
transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
language=ru

[172.16.119.9]
type=friend
host=dynamic
context=full
disallow=all
allow=alaw

[10900](172.16.119.9)
[10901](172.16.119.9)

[172.16.119.2]
type=friend
host=172.16.119.152
port=5062
canreinvite=no
context=full
disallow=all
allow=alaw
```

Рис.50. Sip.conf РМ №9.

2. В файлы /etc/asterisk/extensions.conf добавить правила обработки вызовов:

РМ №9:

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
[internal]
exten => 10900,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 10900,n,Hangup()
[external]
exten=>10200,1,Dial(SIP/172.16.119.2/${EXTEN})
exten => 10200,n,Hangup()
[full]
include => internal
include => external
```

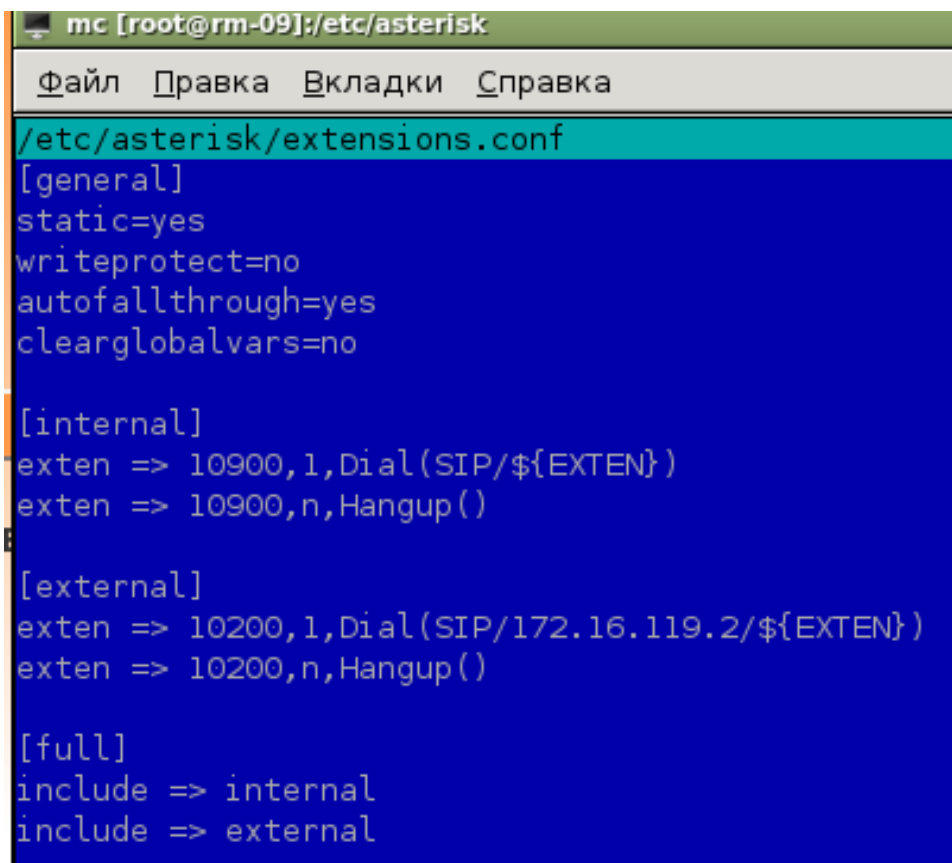
РМ №2:

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no

[internal]
exten => 10200,1,Dial(SIP/${EXTEN})
```

```
exten => 10200,n,Hangup()
[external]
exten=>10900,1,Dial(SIP/172.16.119.9/${EXTEN})
exten => 10900,n,Hangup()
[full]
include => internal
include => external
```

На рис. 51 представлен *extensions.conf* от РМ 9.



```
mc [root@rm-09]:/etc/asterisk
Файл  Правка  Вкладки  Справка
/etc/asterisk/extensions.conf
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no

[internal]
exten => 10900,1,Dial(SIP/${EXTEN})
exten => 10900,n,Hangup()

[external]
exten => 10200,1,Dial(SIP/172.16.119.2/${EXTEN})
exten => 10200,n,Hangup()

[full]
include => internal
include => external
```

Рис.51. Extensions.conf РМ №9.

3. Зайти в эмулятор терминала *lxterminal*, запуск которого осуществляется с помощью ярлыка «Управление Asterisk CLI». Авторизоваться в нем, логин и пароль совпадают с фамилией. Нажать на вкладку «SIP абоненты» и создать новых абонентов с помощью кнопки «Вставка данных» (рис. 52.).

Номер абонента	Тип абонента	Идентификационная строка абонента (CALLERID)	Порт сигнализации SIP	Разрешенные кодеки	Количество одновременных вызовов	Поддержка видеовызовов	Проксирует RTP
10801	friend	10801	5063	alaw ulaw g722 gsm speex speex16 h261 h263 h263p h264	1	no	no
10900	friend	10900	5062	alaw ulaw g722 gsm speex speex16 h261 h263 h263p h264	1	yes	yes
10901	friend	10901	5063	alaw ulaw g722 gsm speex speex16 h261 h263 h263p h264	1	yes	yes
11000	friend	11000	5062	alaw ulaw g722 gsm speex speex16 h261 h263 h263p h264	2	yes	no
11001	friend	11001	5063	alaw ulaw g722 gsm speex speex16 h261 h263 h263p h264	2	yes	no

ID

225

Номер абонента

10900

?

Порт сигнализации SIP

5062

?

Пароль регистрации

?

Тип абонента

☒ friend ☐ user ☐ peer

?

Идентификационная строка

10900

?

Разрешенные кодеки

☒ A-law ☒ U-law ☒ G.722
☒ GSM ☒ SPEEX ☒ SPEEX 16
☒ H.261 ☒ H.263 ☒ H.263+
☒ H.264

?

Количество одновременных вызовов

1

?

Поддержка видеовызовов

☐ no ☒ yes

?

Проксирует RTP

☐ no ☒ yes

?

Сохранить

Рис.52. Создание новых абонентов на РМ №9.

Номер абонента – 10900.

Порт – 5062.

Инд. строка – 10900.

Выбрать все кодеки.

Количество одновременных вызовов – 1.

4. Перезапустить процесс, на обеих РМ, asterisk командой /etc/init.d/asterisk restart и с помощью команды asterisk -rvvv подключиться к консоли управления Asterisk (рис. 53.).

```

root@rm-09: ~
Файл Правка Вкладки Справка
root@rm-09:~# mc

root@rm-09:~# /etc/init.d/asterisk
Usage: /etc/init.d/asterisk {start|stop|restart|reload|status|debug|logger-reload|extensions-reload|restart-conver
root@rm-09:~# /etc/init.d/asterisk start
Starting Asterisk PBX: asterisk.
root@rm-09:~# asterisk -rvvv
Privilege escalation protection disabled!
See https://wiki.asterisk.org/wiki/x/1gKfAQ for more details.
Asterisk 11.7.0~dfsg-lubuntu1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.7.0~dfsg-lubuntu1 currently running on rm-09 (pid = 2557)
rm-09*CLI>

```

Рис.53. Перезапуск процессов на РМ №9.

5. На РМ запустить программный телефон Linphone. В настройках на вкладке «Настройки сети» установить порт UDP, например, 5062 (Рис. 54.), на вкладке «Управление учетными записями SIP» добавить учетную запись с номером 1–09–00.

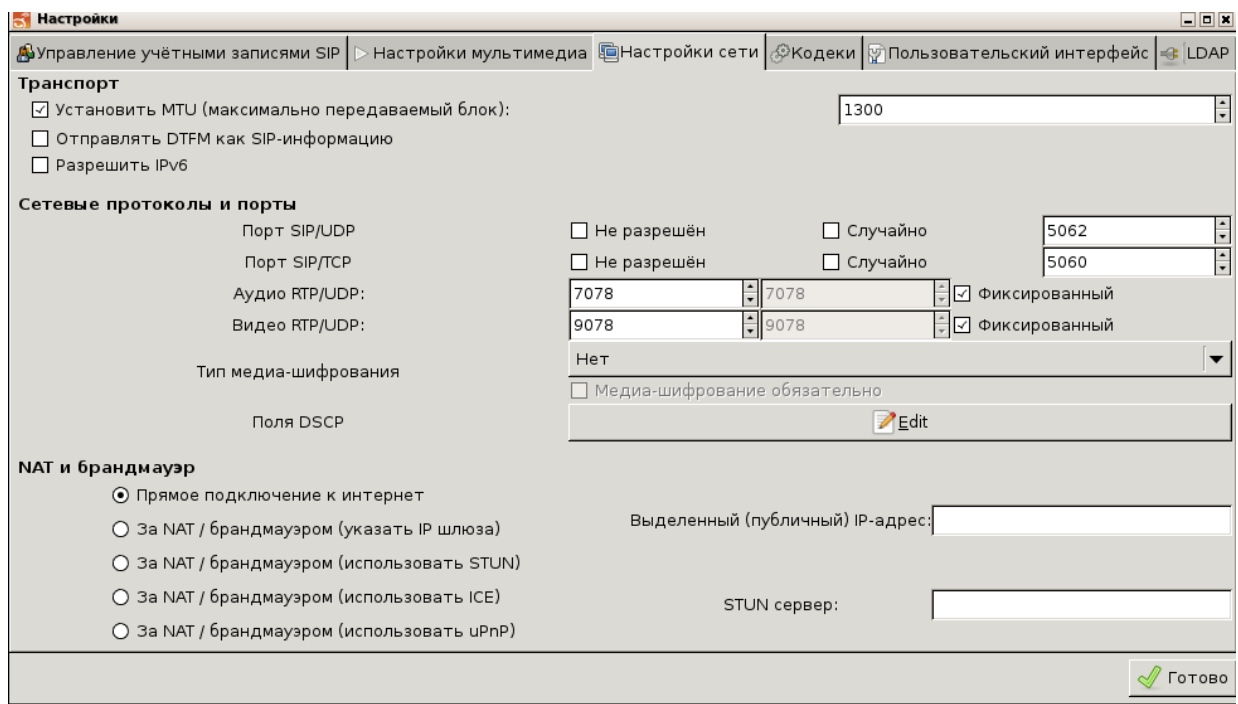


Рис.54. Настройка сети в Linphone на РМ №9.

После настройки программного телефона в консоли управления Asterisk появится запись об успешной регистрации абонента (рис. 58.) .

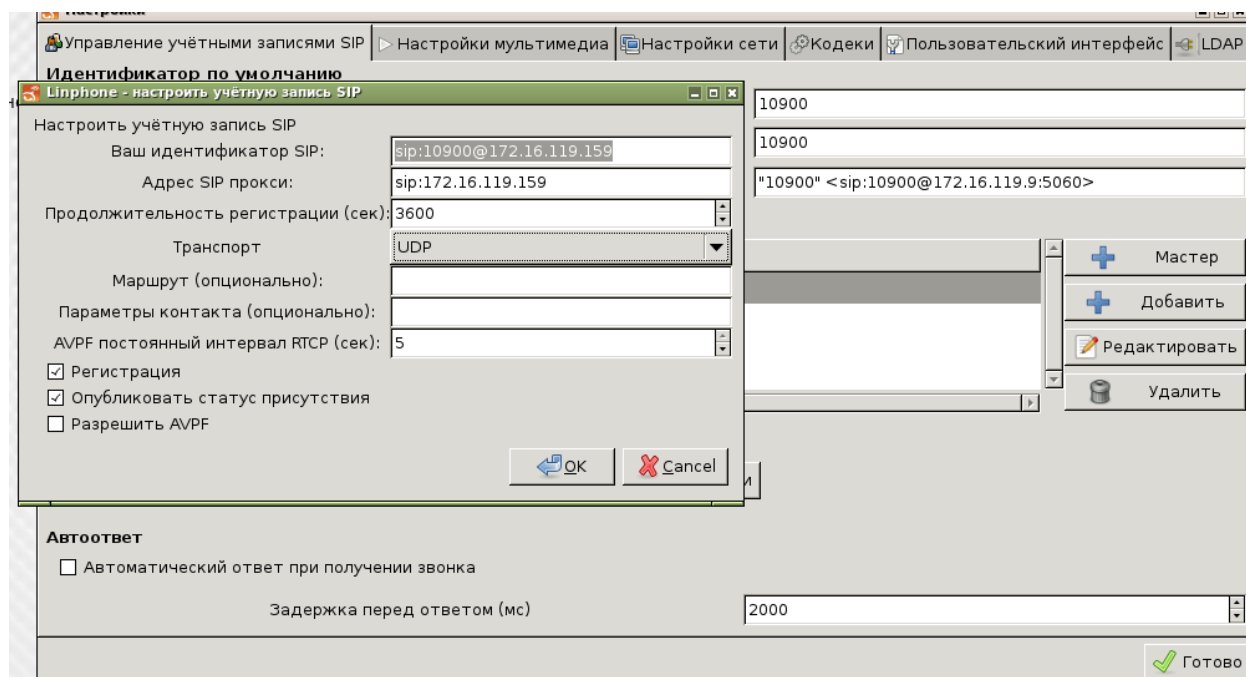


Рис. 58. Учетная запись в Linphone на РМ №9.

6. Выполнить контрольный межстанционный вызов. В консоли управления Asterisk будут отображаться сообщения о ходе выполнения обработки вызова (Рис. 59.). Успешный вызов свидетельствует о корректной настройке учетных записей абонентов и маршрутизации. Выход из консоли управления Asterisk осуществляется командой exit.

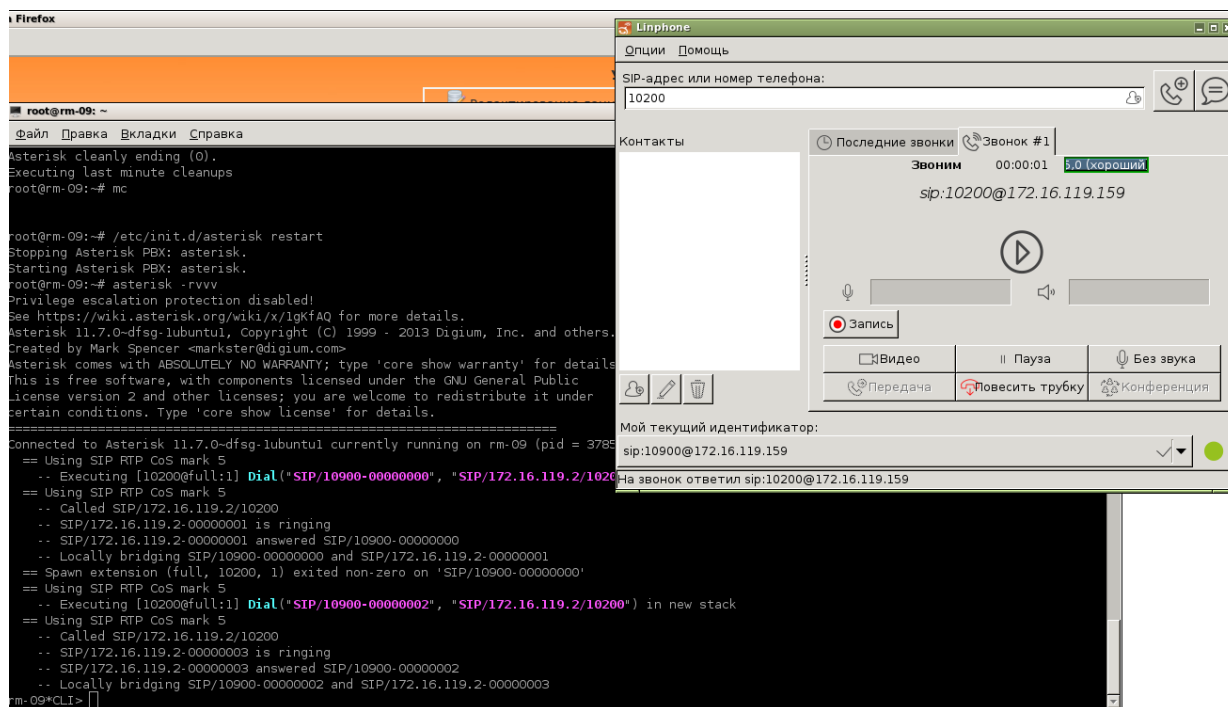


Рис.59. Звонок в Linphone с РМ №9 на РМ №2.

7. Скопировать файлы конфигурации /etc/asterisk/extensions.conf и /etc/asterisk/sip.conf на NFS сервер в индивидуальный каталог учащегося.

Анализ качества передачи речи по IP-сети.

Перед выполнением работы необходимо скопировать из индивидуального каталога учащегося конфигурационные файлы /etc/asterisk/extensions.conf и /etc/asterisk/sip.conf, относящиеся к работе представленной выше «Настройка маршрутизации между двумя IP PBX Asterisk» или повторить действия, описанные в этой работе.

1. В файле /etc/asterisk/sip.conf привести к виду (курсивом выделены изменяемые поля):

sip.conf РМ №9

```
[general]
allowguest=no
udpbindaddr=172.16.119.159 transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
allow=gsm
allow=slin
allow=slin16
allow=speex
allow=speex16
language=ru

[172.16.119.9]
type=friend
host=dynamic
context=full
```

sip.conf РМ №2

```
[general]
allowguest=no
udpbindaddr=172.16.119.152
transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
allow=gsm
allow=slin
allow=slin16
allow=speex
allow=speex16
language=ru
```

disallow=all	context=full
allow=alaw	disallow=all
	allow=alaw
[10900](172.16.119.9)	[10200](172.16.119.2)
[10901](172.16.119.9)	[10201](172.16.119.2)
[172.16.119.2]	[172.16.119.9]
type=friend	type=friend
host= 172.16.119.152	host= 172.16.119.159
port=5062	port=5062
canreinvite=no	canreinvite=no
context=full	context=full
disallow=all	disallow=all
allow=gsm	allow=gsm

В приведенном примере для абонентов IP PBX Asterisk используется кодек alaw, а в направлении связи на встречную IP PBX Asterisk — кодек gsm. На рис. 60 представлен sip.conf от РМ 9.

```

mc [root@rm-09]:/etc/asterisk
Файл Правка Вкладки Справка
sip.conf [---] 10 L:[ 4+ 4 8/ 34
transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
allow=gsm
allow=slin
allow=slin16
allow=speex
allow=speex16
language=ru

[172.16.119.9]
type=friend
host=dynamic
context=full
disallow=all
allow=alaw

[10900](172.16.119.9)
[10901](172.16.119.9)

[172.16.119.2]
type=friend
host=172.16.119.152
port=5062
canreinvite=no
context=full
disallow=all
allow=gsm
  
```

Рис. 60. Sip.conf РМ №9

2. В консоли управления Asterisk, запуск которой осуществляется командой *asterisk -rvvv*, дать команду *core show translation* для отображения списка установленных кодеков и времени преобразования из одного кодека в другой (рис. 61).

```
m-09*CLI> core show translation
```

Translation times between formats (in microseconds) for one second of data

Source Format (Rows) Destination Format (Columns)

	gsm	ulaw	alaw	g726	adpcm	slin	lpc10	speex	speex16	g726aal2	g722	slin16	testlaw	speex32	slin12	slin24	slin32	slin44	slin48	slin96	slin192
gsm	-	15000	15000	15000	15000	9000	15000	15000	23000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000
ulaw	15000	-	9150	15000	15000	9000	15000	15000	23000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000
alaw	15000	9150	-	15000	15000	9000	15000	15000	23000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000
g726	15000	15000	15000	-	15000	9000	15000	15000	23000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000
adpcm	15000	15000	15000	15000	-	9000	15000	15000	23000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000
slin	6000	6000	6000	6000	6000	-	6000	6000	14000	6000	8250	8000	6000	14000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
lpc10	15000	15000	15000	15000	15000	9000	-	15000	23000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000
speex	15000	15000	15000	15000	15000	9000	15000	-	23000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000
speex16	23500	23500	23500	23500	23500	17500	23500	23500	-	23500	15000	9000	23500	23000	17500	17000	17000	17000	17000	17000	17000
g726aal2	15000	15000	15000	15000	15000	9000	15000	15000	23000	-	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000
g722	15600	15600	15600	15600	15600	9600	15600	15600	15000	15600	-	9000	15600	23000	17500	17000	17000	17000	17000	17000	17000
slin16	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	6000	14500	6000	-	14500	14000	8500	8000	8000	8000	8000	8000	8000
testlaw	15000	15000	15000	15000	15000	9000	15000	15000	23000	15000	17250	17000	-	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000
speex32	23500	23500	23500	23500	23500	17500	23500	23500	23500	23500	23500	17500	23500	-	17500	17500	9000	17000	17000	17000	17000
slin12	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14000	14500	14000	8000	14500	14000	-	8000	8000	8000	8000	8000	8000
slin24	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14000	8500	-	8000	8000	8000	8000	8000
slin32	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	6000	8500	8500	-	8000	8000	8000	8000
slin44	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	8500	8500	8500	-	8000	8000	8000
slin48	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	8500	8500	8500	8500	-	8000	8000
slin96	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	8500	8500	8500	8500	8500	-	8000
slin192	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	-

```
m-09*CLI>
```

Рис.61. Команда core show translation на РМ №9.

3. На РМ запустить локальный Wireshark и произвести захват трафика протокола RTP. Изменяя параметр allow=кодэк в секции, описывающий встречный Asterisk (рис. 61), и производя контрольные вызовы (рис.59), составить таблицу занимаемой полосы каждым из кодеков и выполнить субъективную оценку качества передаваемой речи (зависит от занимаемой полосы) (таблица 1). После внесения изменений в файл конфигурации и его сохранения необходимо перезапустить процесс Asterisk.

```
mc [root@rm-09]:/etc/asterisk
Файл  Правка  Вкладки
sip.conf  [-----]
transport=udp
srvlookup=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
allow=gsm
allow=slin
allow=slin16
allow=speex
allow=speex16
language=ru

[172.16.119.9]
type=friend
host=dynamic
context=full
disallow=all
allow=alaw

[10900](172.16.119.9)
[10901](172.16.119.9)

[172.16.119.2]
type=friend
host=172.16.119.152
port=5062
canreinvite=no
context=full
disallow=all
allow=gsm
```

Рис.61. Изменение параметра allow=кодэк

Для определения полосы в Wireshark требуется задать соответствующие фильтры, например, `ip.src==172.16.119.159 && ip.dst==172.16.119.152 && rtp` (рис. 62) и выбрать пункт меню Statistics — Protocol Hierarchy Statistics (рис. 63). Данные с поля Bits/s строки Real-Time Transport Protocol записать в таблицу 1. Отчеты всех захватов приведены на рис. 16-19.

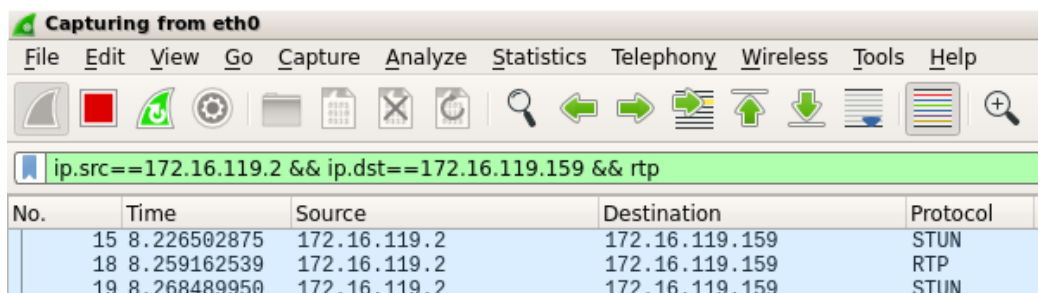


Рис.62. Задать соответствующие фильтры

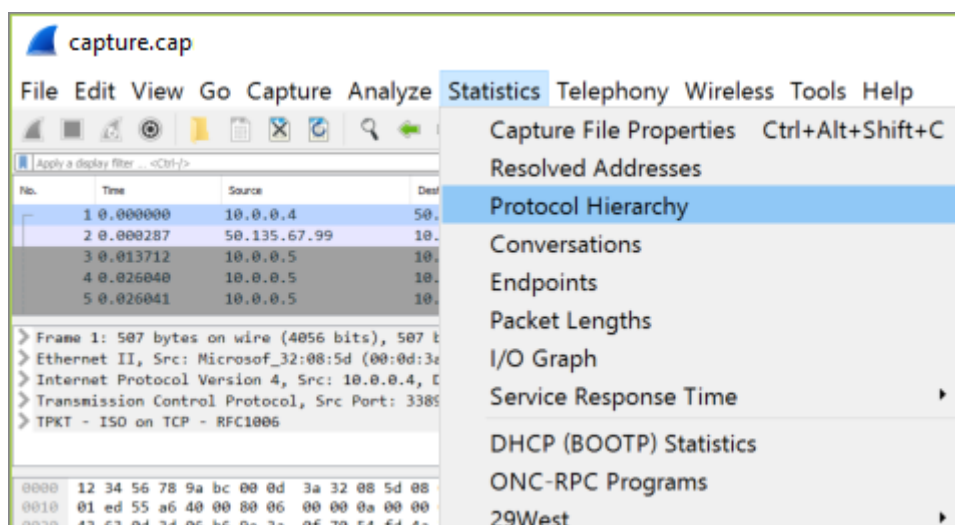


Рис.63. Protocol Hierarchy Statistics.

Таблица 1.

№	Кодек	Занимаемая полоса, KB/s	Субъективная оценка качества	Примечание
1	Speex	36	4	Слабая скорость передачи
2	Speex16	45	4	Приемлемая скорость передачи
3	A-law	85	5	Один из самых быстрых кодеков
4	U-law	85	5	Один из самых быстрых кодеков

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
374	12.250239163	172.16.119.2	172.16.119.159	STUN	62	Binding Request
377	12.250239163	172.16.119.2	172.16.119.159	STUN	62	Binding Request
380	12.262796974	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=0, Time=640
381	12.268817111	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=1, Time=960
383	12.288953080	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=2, Time=1280
385	12.308281317	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=3, Time=1600
387	12.320968914	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=3, Time=1600
389	12.348695287	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=3, Time=1600
391	12.368639268	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=3, Time=1600
393	12.388186721	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=3, Time=1600
395	12.408927094	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=3, Time=1600
397	12.428315619	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=3, Time=1600
400	12.458640671	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=3, Time=1600
401	12.468496201	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=3, Time=1600
404	12.498731013	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=3, Time=1600
405	12.508559663	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=3, Time=1600
407	12.529185988	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=3, Time=1600
409	12.548462349	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	114	PT=speex, SSRC=0x3E68F769, Seq=3, Time=1600

Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Bits/s	End Packets	End Bytes	End Bits/s
Frame	100.0	233	100.0	26458	45 k	0	0	0
Ethernet	100.0	233	100.0	26458	45 k	0	0	0
Internet Protocol Version 4	100.0	233	100.0	26458	45 k	0	0	0
User Datagram Protocol	100.0	233	100.0	26458	45 k	0	0	0
Session Traversal Utilities for NAT	0.9	2	0.5	124	214	2	124	214
Real-Time Transport Protocol	99.1	231	99.5	26334	45 k	231	26334	45 k

Рис.64. Захват кодека Speex 16.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
15	10.436332175	172.16.119.2	172.16.119.159	STUN	62	Binding Request
18	10.469405516	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=0, Time=240
19	10.477215352	172.16.119.2	172.16.119.159	STUN	62	Binding Request
20	10.487698960	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=1, Time=400
23	10.507892249	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=2, Time=560
25	10.527923638	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=2, Time=560
28	10.557565254	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=2, Time=560
29	10.567429184	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=2, Time=560
32	10.597371867	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=2, Time=560
33	10.607189334	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=2, Time=560
35	10.627798967	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=2, Time=560
37	10.647169700	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=2, Time=560
39	10.668324261	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=2, Time=560
41	10.688007962	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=2, Time=560
43	10.707586075	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=2, Time=560
45	10.728164604	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=2, Time=560
47	10.747735157	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	92	PT=speex, SSRC=0x92048484, Seq=2, Time=560

Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Bits/s	End Packets	End Bytes	End Bits/s
Frame	100.0	5379	100.0	496628	37 k	0	0	0
Ethernet	100.0	5379	100.0	496628	37 k	0	0	0
Internet Protocol Version 4	100.0	5379	100.0	496628	37 k	0	0	0
User Datagram Protocol	98.8	5314	98.4	488828	36 k	0	0	0
Session Traversal Utilities for NAT	0.0	2	0.0	124	9	2	124	9
Real-Time Transport Protocol	98.8	5312	98.4	488704	36 k	5312	488704	36 k
Internet Control Message Protocol	1.2	65	1.6	7800	587	65	7800	587

Рис.65. Захват кодека Speex.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
15	8.895574517	172.16.119.2	172.16.119.159	STUN	62	Binding Request
18	8.898895370	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=0, Time=240
19	8.914530894	172.16.119.2	172.16.119.159	STUN	62	Binding Request
22	8.917635714	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=1, Time=400
23	8.937947579	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=2, Time=560
26	8.958261520	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=2, Time=560
27	8.978315205	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=2, Time=560
29	8.998372334	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=2, Time=560
31	9.017982063	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=2, Time=560
33	9.038885612	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=2, Time=560
35	9.057615605	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=2, Time=560
37	9.077804746	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=2, Time=560
39	9.098398523	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=2, Time=560
41	9.117776036	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=2, Time=560
43	9.138486613	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=2, Time=560
45	9.158144778	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=2, Time=560
48	9.188685182	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xB6D580A, Seq=2, Time=560

Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Bits/s	End Packets	End Bytes	End Bits/s
Frame	100.0	266	100.0	56620	85 k	0	0	0
Ethernet	100.0	266	100.0	56620	85 k	0	0	0
Internet Protocol Version 4	100.0	266	100.0	56620	85 k	0	0	0
User Datagram Protocol	100.0	266	100.0	56620	85 k	0	0	0
Session Traversal Utilities for NAT	0.8	2	0.2	124	187	2	124	187
Real-Time Transport Protocol	99.2	264	99.8	56496	85 k	264	56496	85 k

Рис. 66. Захват кодека A-law.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
15	8.226502875	172.16.119.2	172.16.119.159	STUN	62	Binding Request
18	8.259162539	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=0, Time=240
19	8.268489950	172.16.119.2	172.16.119.159	STUN	62	Binding Request
22	8.273889930	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=1, Time=400
23	8.290409929	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=2, Time=560
25	8.318723594	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=2, Time=560
27	8.339167207	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=2, Time=560
29	8.358177744	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=2, Time=560
31	8.378228513	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=2, Time=560
33	8.398149214	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=2, Time=560
35	8.418338619	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=2, Time=560
37	8.437995248	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=2, Time=560
40	8.468271975	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=2, Time=560
41	8.478630630	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=2, Time=560
43	8.498549483	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=2, Time=560
45	8.518209712	172.16.119.2	172.16.119.159	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0xBECBC64E, Seq=2, Time=560

Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Bits/s	End Packets	End Bytes	End Bits/s
Frame	100.0	548	100.0	116968	85 k	0	0	0
Ethernet	100.0	548	100.0	116968	85 k	0	0	0
Internet Protocol Version 4	100.0	548	100.0	116968	85 k	0	0	0
User Datagram Protocol	100.0	548	100.0	116968	85 k	0	0	0
Session Traversal Utilities for NAT	0.4	2	0.1	124	90	2	124	90
Real-Time Transport Protocol	99.6	546	99.9	116844	85 k	546	116844	85 k

Рис. 67. Захват кодека U-law.

Приложение 1

Создание пользователя в программном телефоне Twinkle.

Выбор настройки терминала с помощью "Мастера" (рис.1).

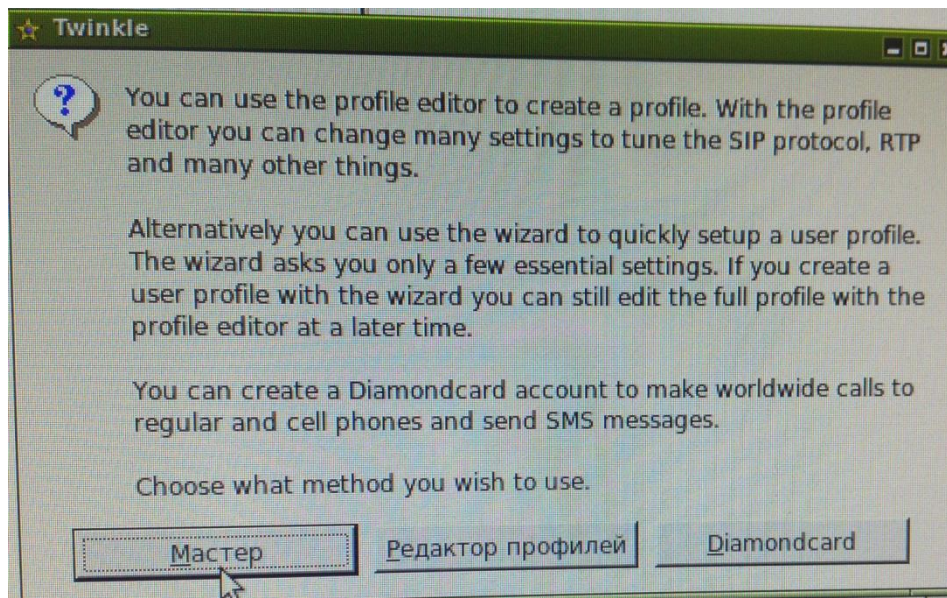


Рис. 1. Окно-подсказка при запуске Twinkle

Ввести имя профиля на компьютере "1009" (рис.2).

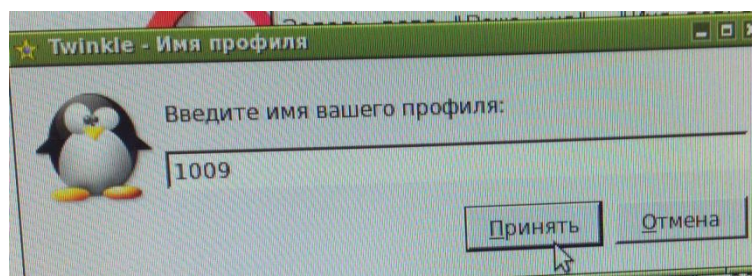


Рис. 2. Окно «Profile name» (Имя профиля)

Задать поля "Ваше имя", "Имя пользователя", записать в них "1009".
Задать поле "Домен", записать в нем "172.16.117.31" (рис.3).

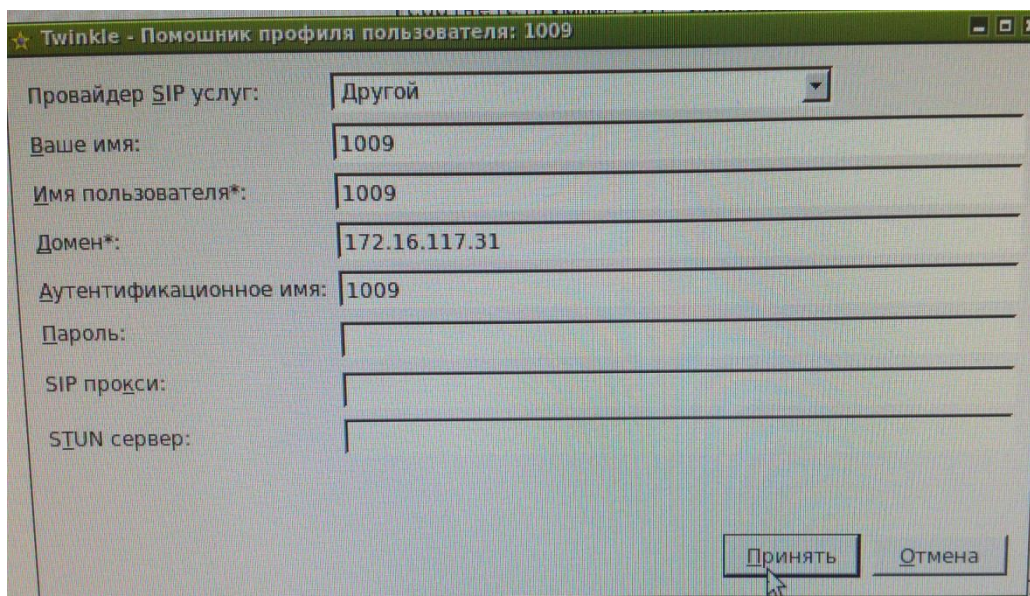


Рис. 3. Окно настройки профиля

Выбрать стандартный профиль пользователя "1009" (рис.4).

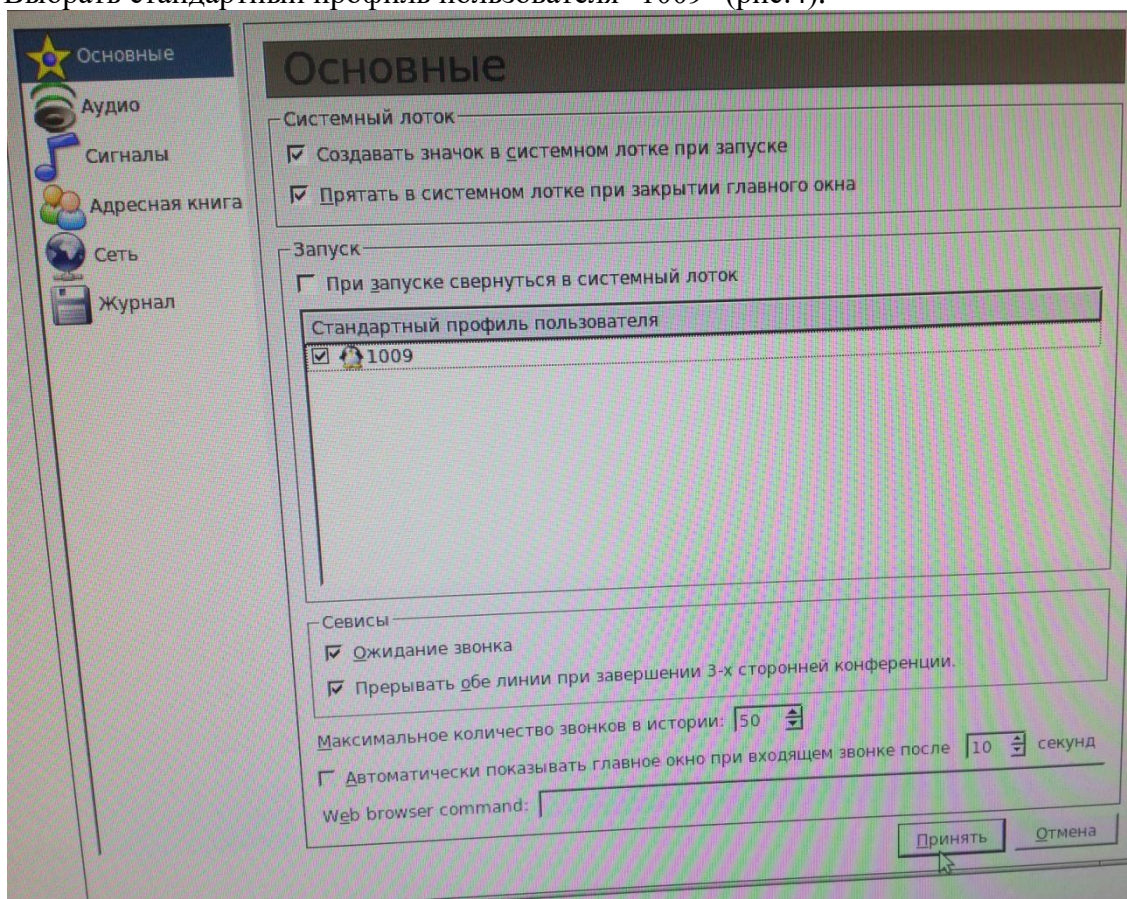


Рис. 4. Окно системных настроек «System settings»

Приложение 2

Создание пользователя в программном телефоне Linphone.

При первом запуске программного телефона Linphone откроется помощник настройки учетной записи SIP. Нажать «Forward» (рис.1).

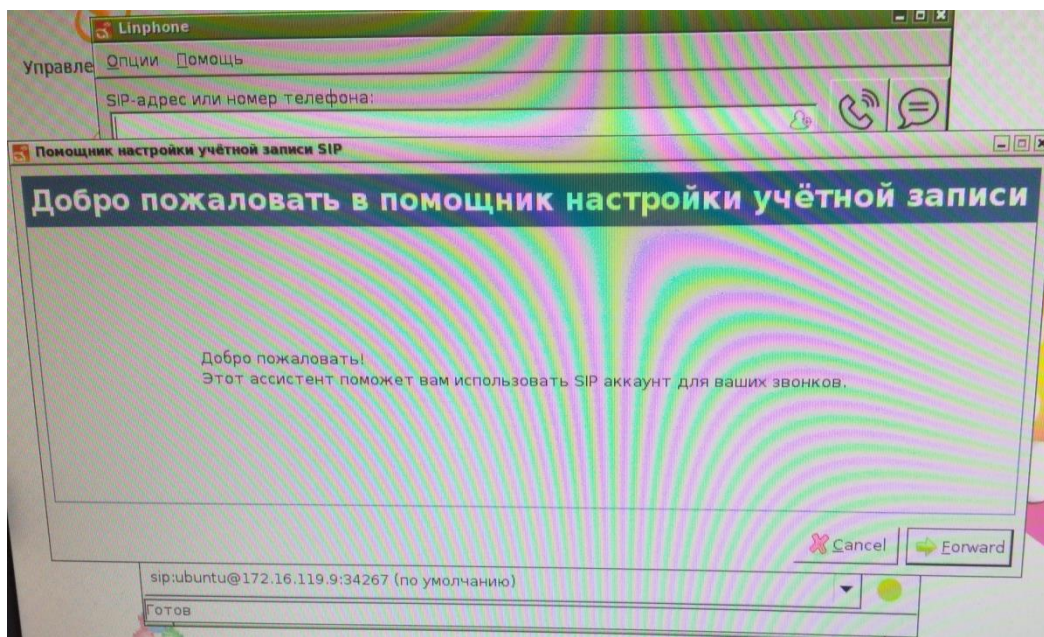


Рис. 1. Помощник настройки учетной записи

Выбрать пункт «Я уже имею учетную запись sip и только хочу использовать её». Нажать «Forward» (рис.2).

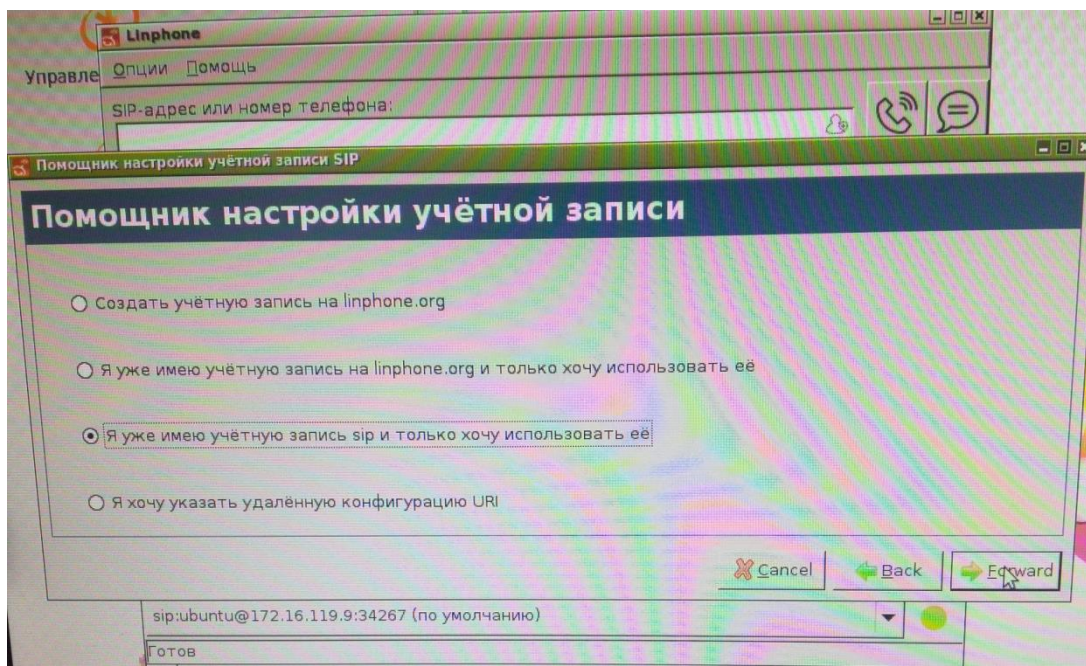


Рис..2. Помощник настройки учетной записи (меню)

Задать поле "Имя пользователя", записать в нем "1009".

Задать поле "Домен", записать в нем "172.16.117.31". Нажать «Apply» (рис.3).

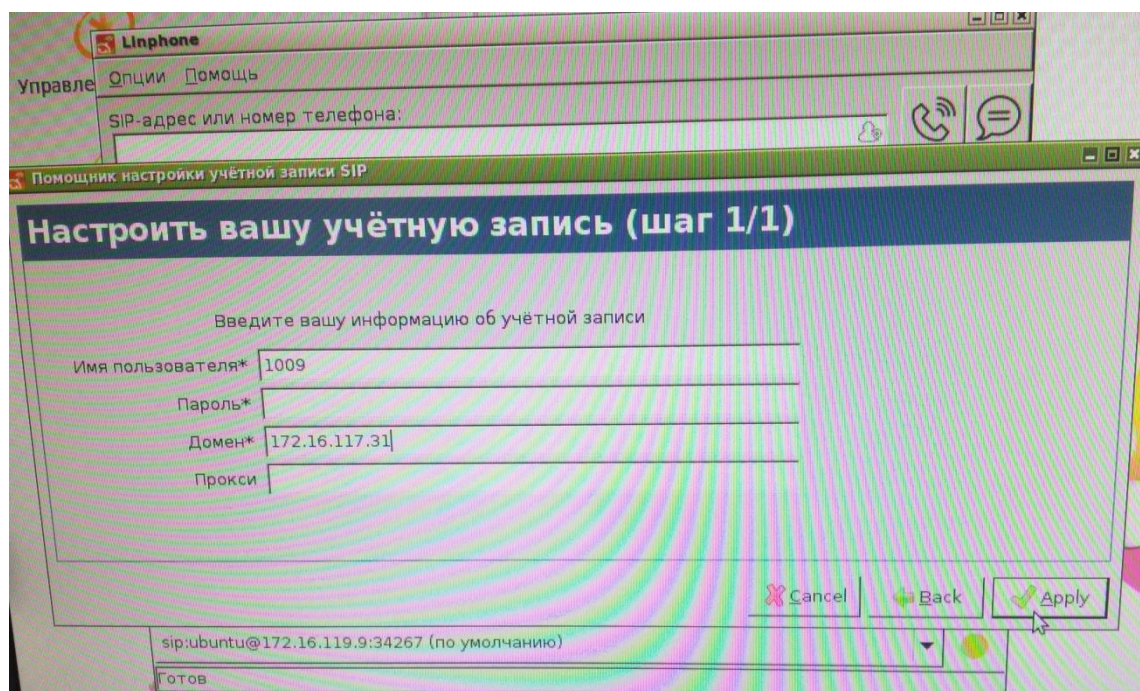


Рис. 3. Настройка учетной записи

Выбрать пункт Preferences в меню Опции программного телефона LinPhone (рис.4).

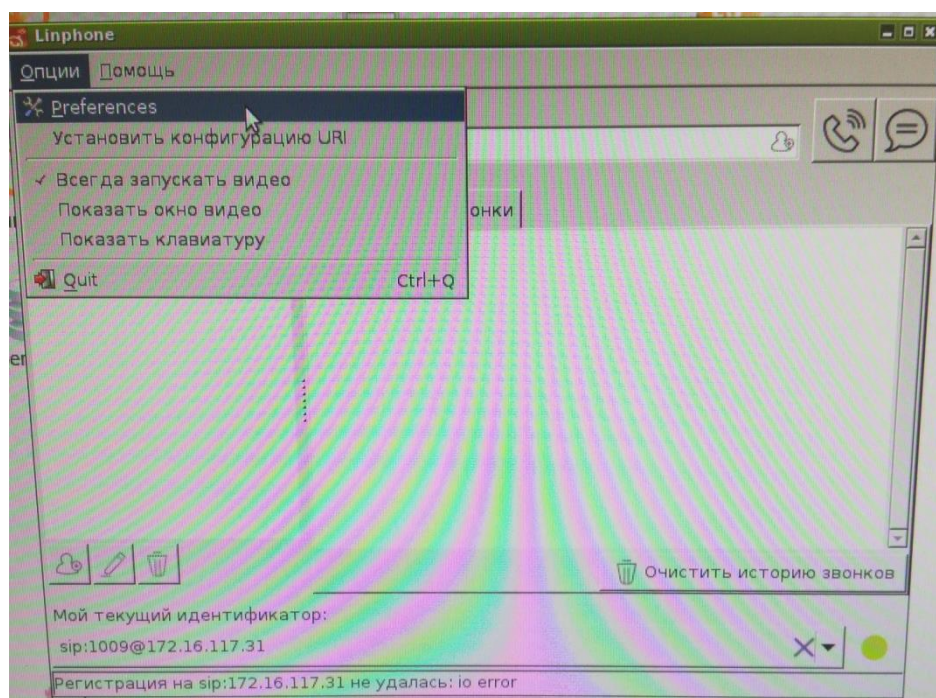


Рис. 4. Главное окно Linphone

Выбор настройки учетных записей с помощью кнопки "Редактировать" (рис.5).

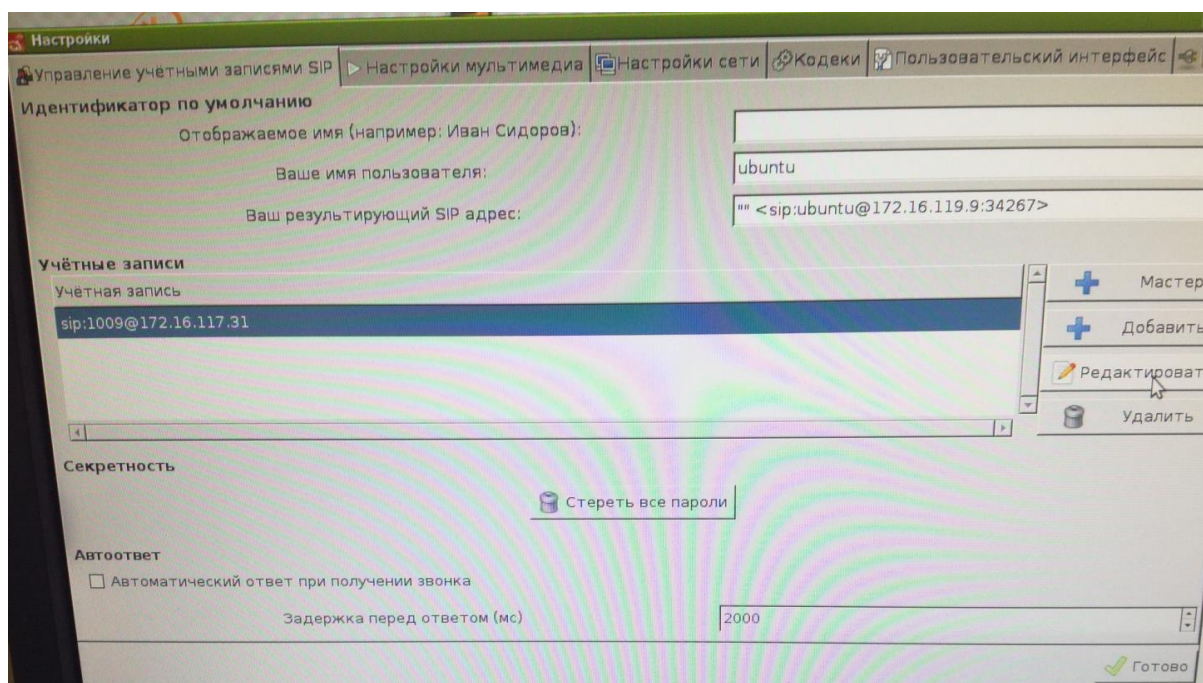


Рис. 5. Окно профилей пользователя

Ввести ваш идентификатор SIP "sip:1009@172.16.117.31".

Задать поле "Адрес SIP прокси", записать в нем "<sip:1009@172.16.117.31;transport=udp>".

Указать Транспорт "UDP".

Отметить пункты "Регистрация", "Опубликовать статус присутствия", "Разрешить AVPF" (рис.6).

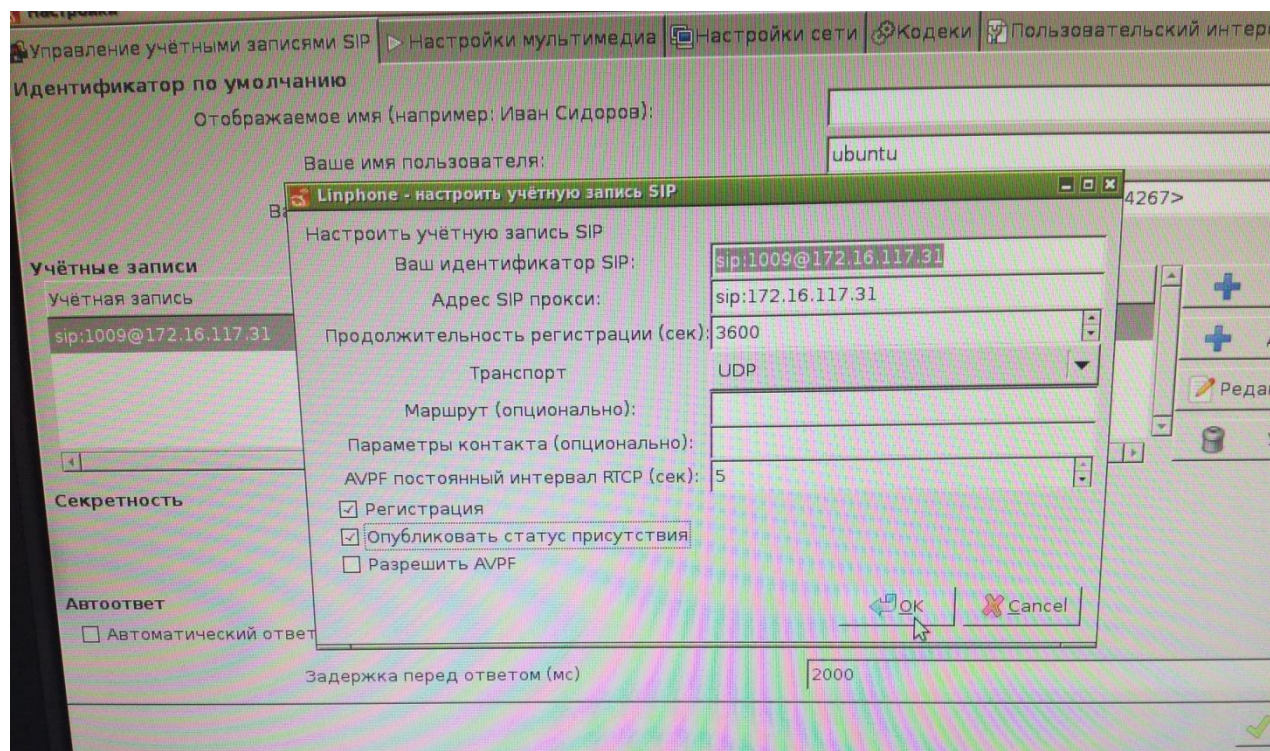


Рис. 6. Окно настройки профиля пользователя

Нажать "Ок".

Выбор настройки Идентификатора по умолчанию. Задать поля "Отображаемое имя", "Ваше имя пользователя", записать в них "1009" (рис.7).

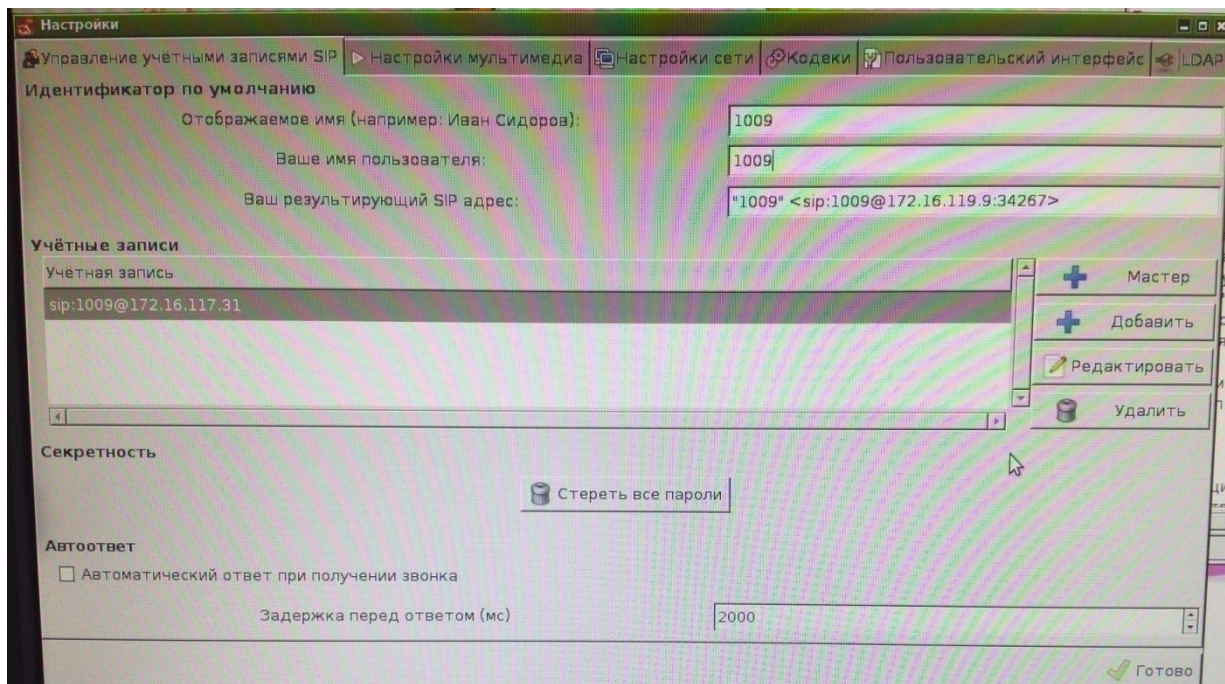


Рис. 7. Окно профилей пользователя

Нажать «Готово».

Приложение 3.

Копирования нескольких строчек из Wireshark

Для копирования нескольких строчек из Wireshark необходимо выполнить следующую последовательность действий.

1. Помечаем нужные пакеты с помощью Ctrl + M.

Либо выделяем все видимые отсортированные пакеты с помощью Ctrl + Shift + M (рис.

1.)

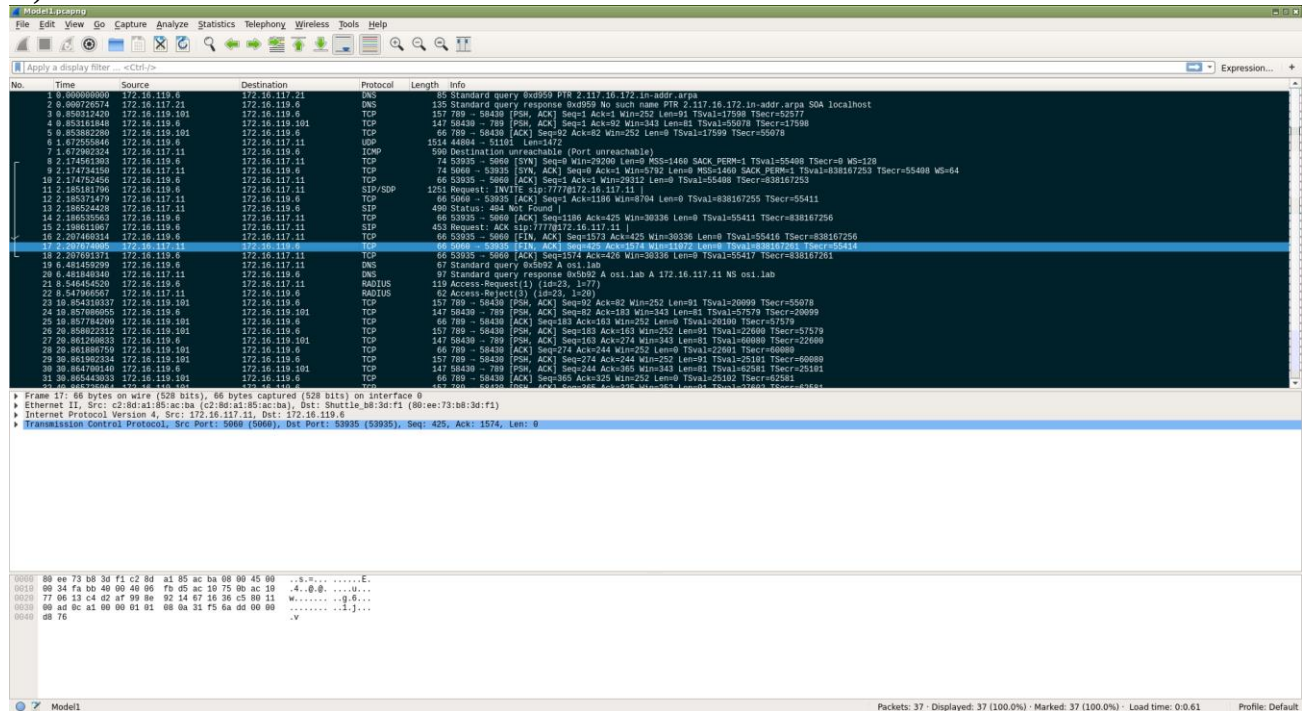


Рис. 1.

2. Жмем File -> Print (или Ctrl + P)

Убираем галочки с Details и выбираем Marked Packets Only (рис. 2).

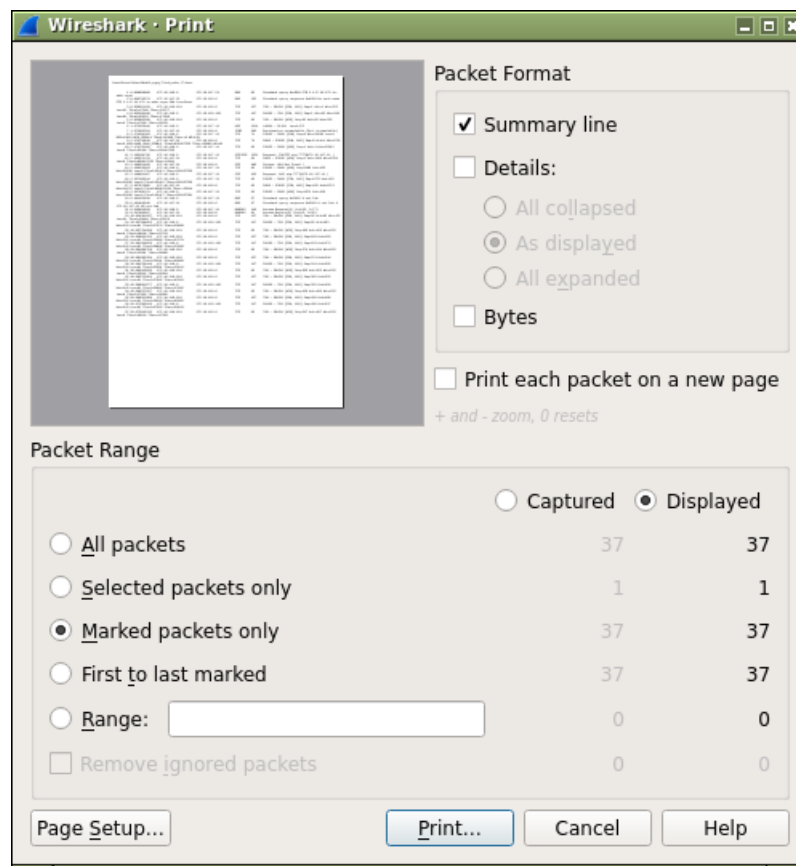


Рис. 2.

3. Жмем Print и выбираем путь к выходному файлу. Он будет в формате pdf
Рис. 3.

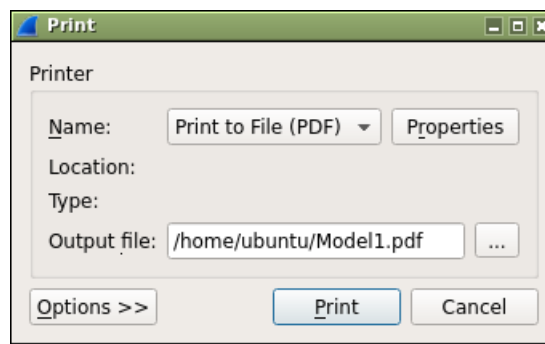


Рис. 3.

4). 4. Открываем pdf файл и оттуда спокойно копируем строчки в текстовый редактор (рис.

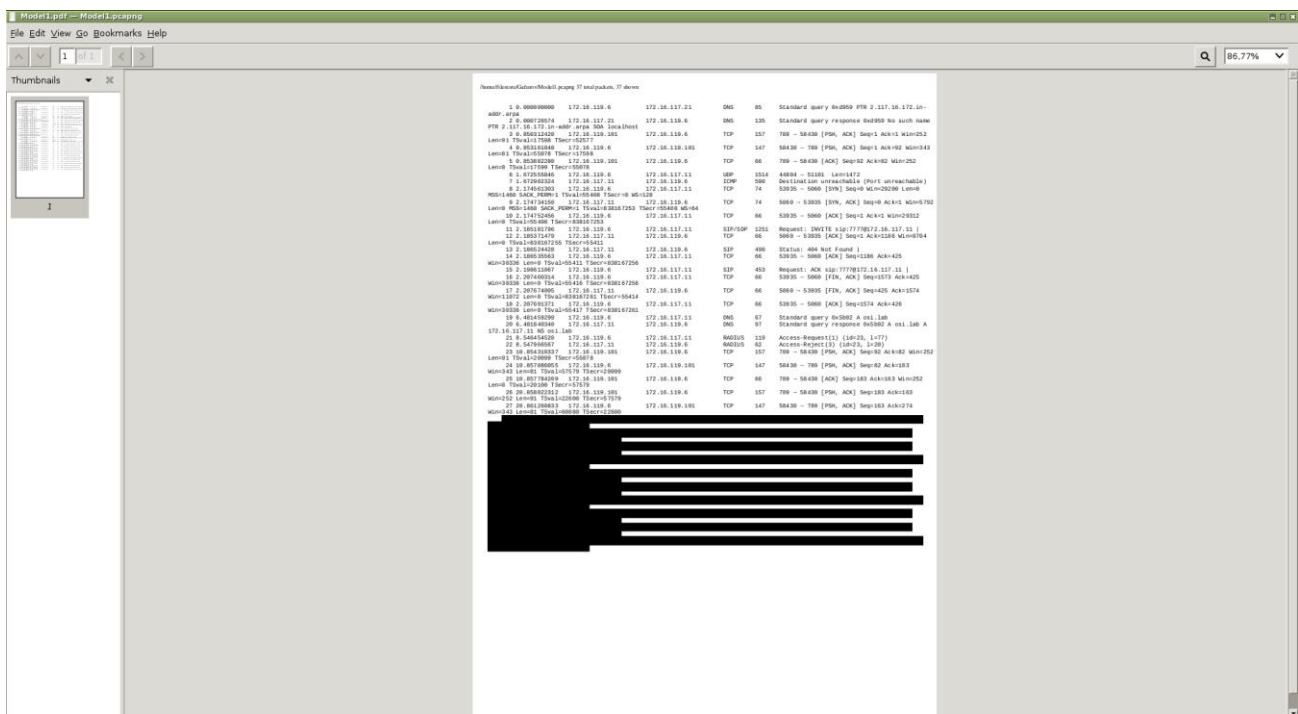


Рис. 4.

Копирование информации о запросе из Wireshark полностью

Чтобы полностью скопировать информацию о запросе необходимо выполнить следующую последовательность действий.

1. Помечаем нужные пакеты с помощью Ctrl + M.

Либо выделяем все видимые отсортированные пакеты с помощью Ctrl + Shift + M (рис.5).

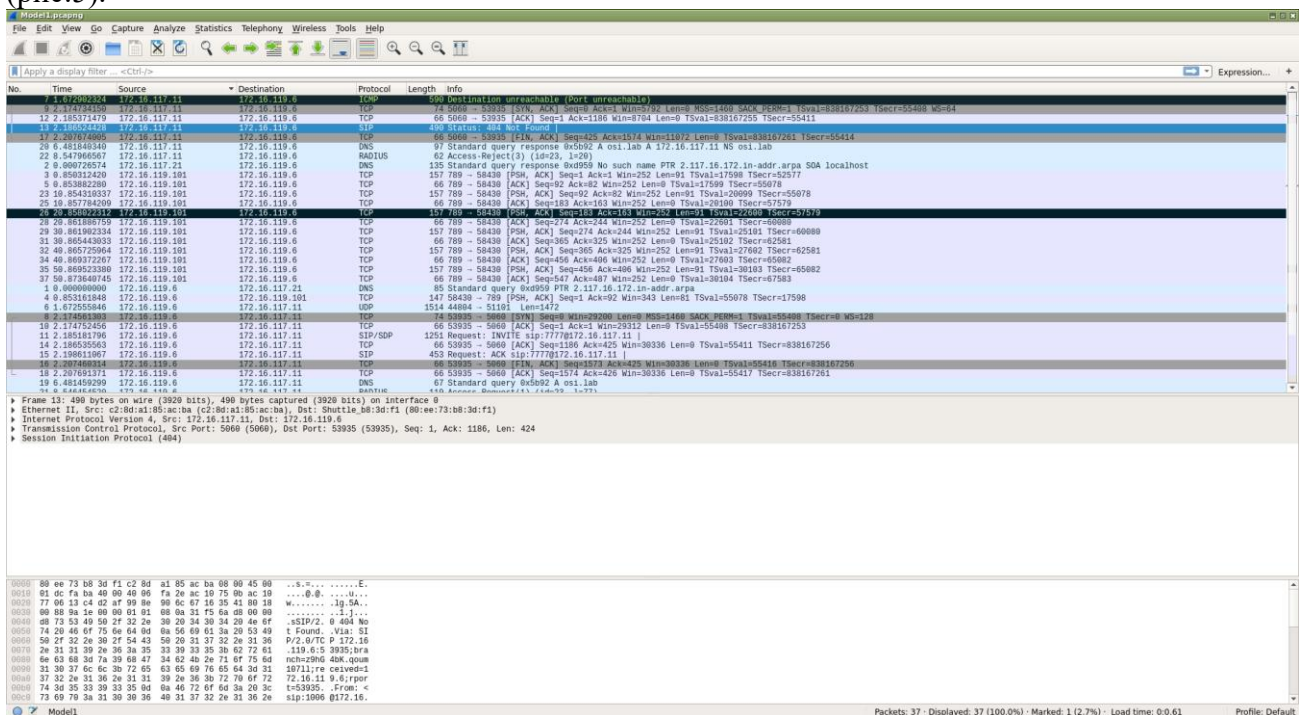


Рис. 5.

2. Жмем File -> Print (или Ctrl + P)

Ставим галочку Details и выбираем All Expanded и выбираем Marked Packets Only (рис.6).

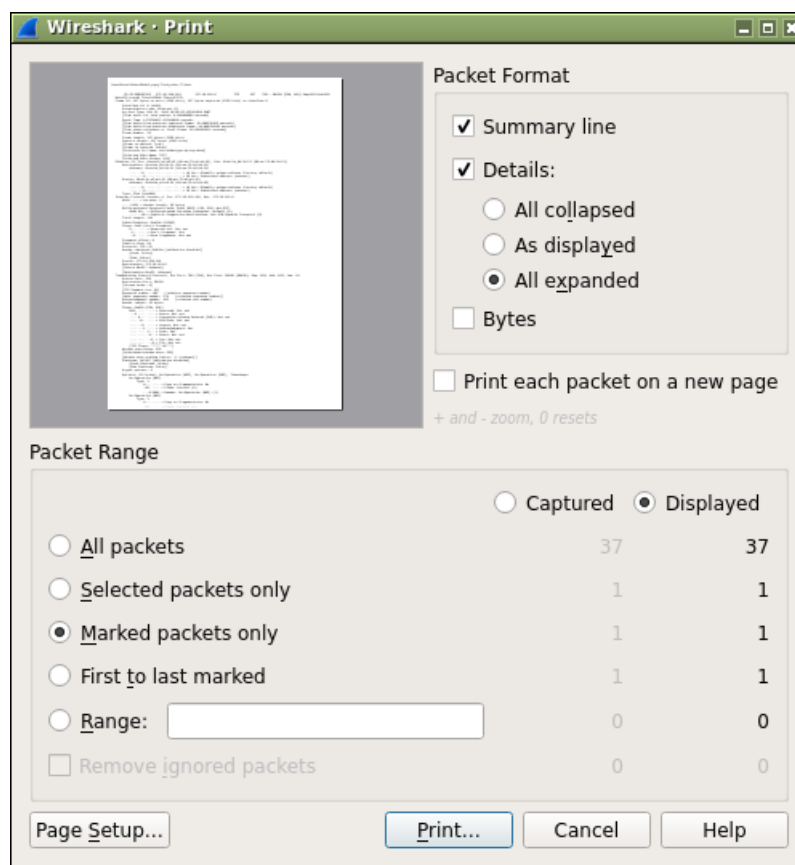


Рис. 6.

3. Жмем Print и выбираем путь к выходному файлу. Он будет в формате pdf (рис.7).

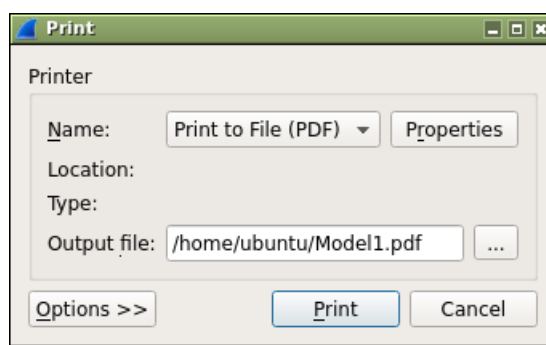


Рис. 7.

4. Открываем pdf файл и оттуда спокойно копируем строки в текстовый редактор (рис.8).

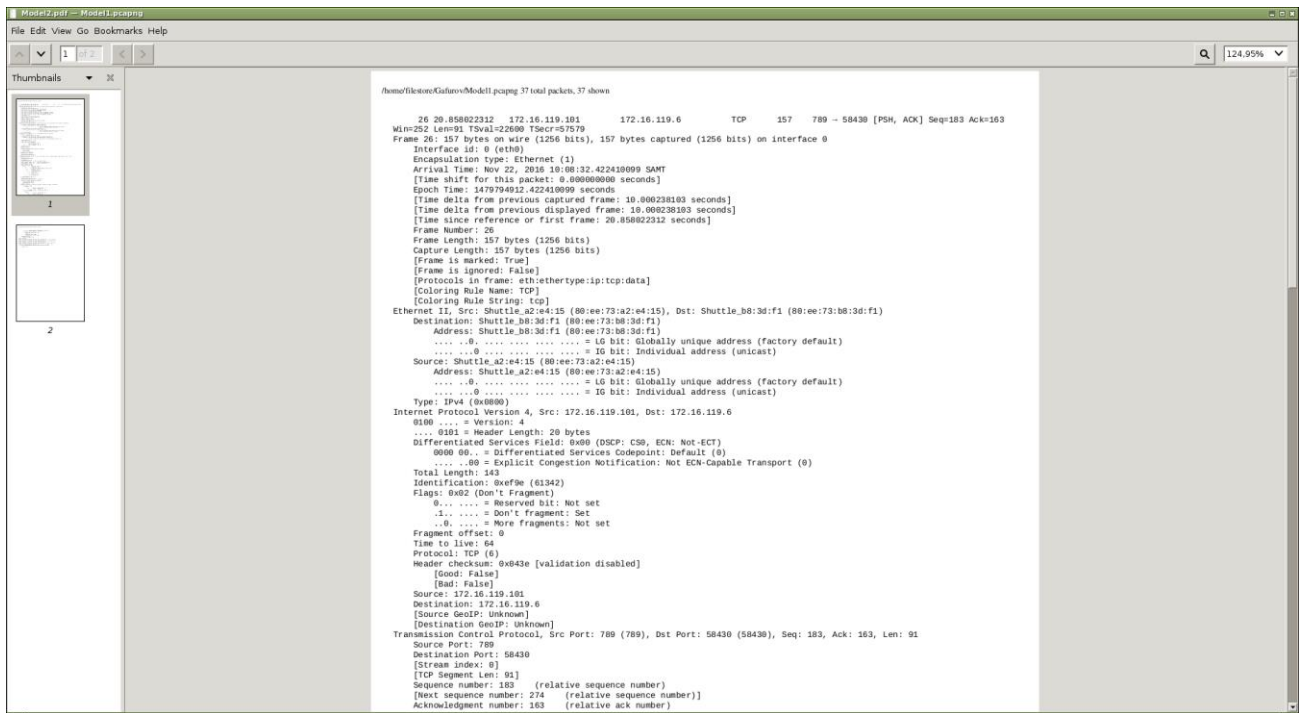
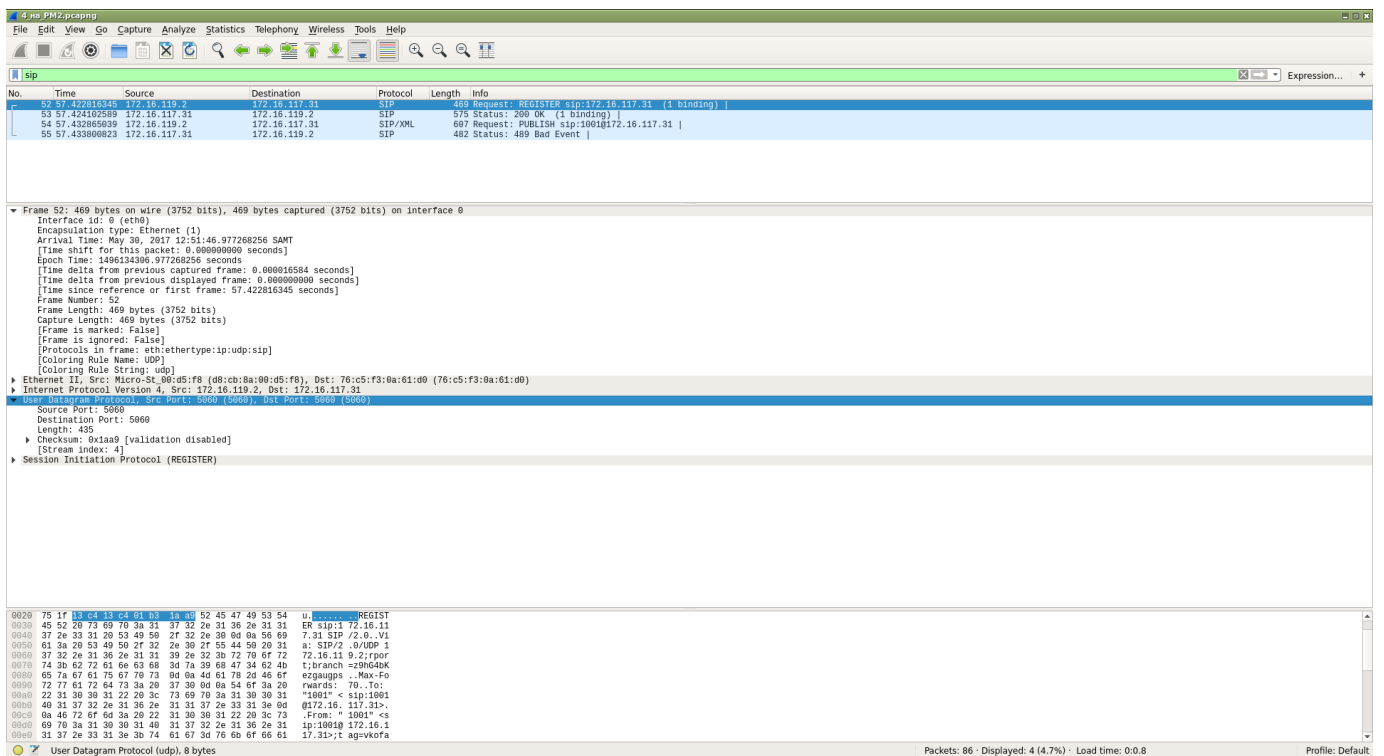


Рис. 8.

Копирование свойств выбранного сообщения из Wireshark полностью

Чтобы скопировать в Wireshark все свойства выбранного сообщения, расположенные в средней части окна программы (рис. 1) необходимо выполнить следующую последовательность действий.



- выделяем любую строчку;

- нажимаем правую кнопку мыши;
- выбираем "copy";
- выбираем пункт "all visible items".

В результате получаем:

Frame 52: 469 bytes on wire (3752 bits), 469 bytes captured (3752 bits) on interface 0

Interface id: 0 (eth0)

Encapsulation type: Ethernet (1)

Arrival Time: May 30, 2017 12:51:46.977268256 SAMT

[Time shift for this packet: 0.000000000 seconds]

Epoch Time: 1496134306.977268256 seconds

[Time delta from previous captured frame: 0.000016584 seconds]

[Time delta from previous displayed frame: 0.000000000 seconds]

[Time since reference or first frame: 57.422816345 seconds]

Frame Number: 52

Frame Length: 469 bytes (3752 bits)

Capture Length: 469 bytes (3752 bits)

[Frame is marked: False]

[Frame is ignored: False]

[Protocols in frame: eth:ethertype:ip:udp:sip]

[Coloring Rule Name: UDP]

[Coloring Rule String: udp]

Ethernet II, Src: Micro-St_00:d5:f8 (d8:cb:8a:00:d5:f8), Dst: 76:c5:f3:0a:61:d0 (76:c5:f3:0a:61:d0)

Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.119.2, Dst: 172.16.117.31

User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)

Source Port: 5060

Destination Port: 5060

Length: 435

Checksum: 0x1aa9 [validation disabled]

[Stream index: 4]

Session Initiation Protocol (REGISTER)

Копирование определенной области свойств выбранного сообщения из Wireshark

Чтобы скопировать в Wireshark определенный пункт свойств необходимо выполнить следующую последовательность действий.

- выделяем любую строчку нужной области
- нажимаем правую кнопку мыши
- выбираем "copy"
- выбираем пункт "all visible selected tree items"

В результате получаем:

User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)

Source Port: 5060

Destination Port: 5060

Length: 435

Checksum: 0x1aa9 [validation disabled]

[Stream index: 4]

Копирование определенной строчки свойств выбранного сообщения из Wireshark

Чтобы скопировать в Wireshark определенную строчку свойств необходимо выполнить следующую последовательность действий.

- выделяем нужную строчку
- нажимаем правую кнопку мыши
- выбираем "copy"
- выбираем пункт "description"

В результате получаем:

User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)

Копирование имени пункта свойств выбранного сообщения из Wireshark

Чтобы скопировать в Wireshark имя определенного пункта свойств необходимо выполнить следующую последовательность действий.

- выделяем нужную строчку
- нажимаем правую кнопку мыши
- выбираем "copy"
- выбираем пункт "field name"

В результате получаем:

udp

Копирование только значения свойств выбранного сообщения из Wireshark

Чтобы скопировать в Wireshark только значение свойств необходимо выполнить следующую последовательность действий.

- выделяем нужную строчку
- нажимаем правую кнопку мыши

- выбираем "сору"
- выбираем пункт "value"

В результате получаем:

5060

Список информационных источников.

1. Бакланов И.Г. NGN: принципы построения и организации. – М.: Эко-Трендз, 2017. – 400 с.
2. Сети следующего поколения NGN / Под ред. А.В. Рослякова. – М: Эко-Трендз, 2016. – 424 с.
3. Олифер В.Г. Основы компьютерных сетей / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. - Спб.: Питер, 2015. -520 с.
4. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 3-е изд./ В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. - Спб.: Питер, 2016. - 958 с.
5. Пескова С.А. Сети и телекоммуникации 4-е изд., стер / С. А Пескова. - М.: Академия, 2015. - 350 с.
6. Абилов А.В. Сети связи и системы коммутации / А.В. Абилов. - М.: Радио и связь, 2015. - 288 с.
7. Гольдштейн Б.С. Softswitch / Б.С. Гольдштейн. - М.: БХВ - Санкт-Петербург, 2016. - 314 с.
8. Довгий С.А. Современные телекоммуникации / С.А. Довгий. - М.: Эко - Трендз, 2015. - 320 с.
9. Берлин А.Н. Коммутация в системах и сетях связи / А.Н. Берлин. - М.: Эко -Трендз, 2016. - 344 с.
10. Методическое пособие СОТСБИ-ngn. Преподаватель. Лабораторные и исследовательские работы по курсу «NGN. Поотоколы IP- телефонии» / ООО «НТЦ СОТСБИ», 2016. – 104 с.
11. Руководство пользователя СОТСБИ-ngn. Преподаватель / ООО «НТЦ СОТСБИ», 2016. – 120 с.
12. Меггелен Дж., Мадсен Л., Смит Дж. Asterisk: будущее телефонии, второе издание. - Пер. с англ. - СПб Символ-Плюс, 2009. – 347 с.
13. Гольдштейн, Б. С. IP телефония - М.: Радио и связь, 2001. – 336 с.
14. Гольдштейн Б.С., Гойхман В.Ю., Столповская Ю.В. Сетевые анализаторы IP сетей. Учебное пособие. — СПб.: СПбГУТ, 2014. — 58 с.
15. Форум Asterisk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://forum.asterisk.ru>, свободный. –загл. с экрана. – Рус.,англ.
16. Сайт Asterisk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://asterisk.org>, свободный. – загл. с экрана. – Рус.,англ.