

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Кафедра «Инновационные телекоммуникационные технологии»

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторной работы
«Исследование системы *IP*-телефонии»
для студентов заочной формы обучения направлений
11.04.01 – Радиотехника,
11.04.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи
и очной формы обучения специальности
11.05.01 – Радиоэлектронные системы и комплексы

Севастополь
СевГУ
2024

УДК 621.395:004.738.5.057.4(076.5)

ББК 32.882:32.973.202я73

P154

Рецензент:

С. Р. Зиборов - канд. техн. наук, доцент

Ответственный за выпуск:

А. А. Савочкин - заведующий кафедрой «Инновационные телекоммуникационные технологии», канд. техн. наук, доцент

Составитель: А. А. Савочкин

P154 Радиотехнические системы передачи информации : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторной работы «Исследование системы IP-телефонии» для студентов заочной формы обучения направлений 11.04.01 – Радиотехника, 11.04.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи и очной формы обучения специальности 11.05.01 – Радиоэлектронные системы и комплексы / Севастопольский государственный университет, Институт радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем, кафедра «Инновационные телекоммуникационные технологии» ; сост. А. А. Савочкин. – Севастополь : СевГУ, 2024. – 24 с. – Текст : электронный.

Целью учебно-методического пособия является оказание помощи студентам в подготовке и выполнении лабораторной работы по дисциплине «Радиотехнические системы передачи информации», а также в получении ими теоретических знаний по методам формирования и передачи сообщений в системах IP-телефонии и практических навыков по методам настройки и тестирования оборудования IP-телефонии.

УДК 621.395:004.738.5.057.4(076.5)

ББК 32.882:32.973.202я73

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании Ученого совета Института радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем, протокол № 1 от 08 сентября 2023 г.

© Савочкин А. А., сост., 2024

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Цель лабораторной работы	4
2. Теоретическая часть.....	4
2.1. Общие принципы организации IP-телефонии	4
2.2. Особенности реализации голосового шлюза IP-телефонии	7
2.3. Обработка телефонного сигнала в шлюзе IP-телефонии	9
3. Описание лабораторной установки.....	12
3.1. Состав лабораторной установки.....	12
3.2. Характеристика программных средств	12
4. Порядок выполнения лабораторной работы	14
5. Содержание отчета по лабораторной работе	21
6. Контрольные вопросы	22
6.1. Вопросы для допуска к выполнению лабораторной работы	22
6.2. Вопросы для защиты лабораторной работы	23
Библиографический список	24

ВВЕДЕНИЕ

В лабораторной работе студенты выполняют исследование системы *IP*-телефонии, используя сетевое оборудование и персональные компьютеры с установленным специальным программным обеспечением. При выполнении работы исследуются особенности работы и настройки оборудования и принципы формирования сигналов *IP*-телефонии на примере протокола установления сеанса — *Session Initiation Protocol (SIP)*.

1. ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Целью лабораторной работы является изучение принципов преобразования сигналов в системе *IP*-телефонии, выполняемое на примере подключения оборудования *IP*-телефонии к сетевой АТС с помощью протокола *SIP*.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Общие принципы организации *IP*-телефонии

Технология *IP*-телефонии, или *Voice over Internet protocol (VoIP)* использует сеть с пакетной коммутацией сообщений на базе протокола *IP* для передачи голосовых сообщений в режиме реального времени [1, 2].

При разговоре абонентов голосовые сигналы передаются через всемирную телефонную сеть — телефонную сеть общего пользования (ТСОП) — *Public switched telephone network (PSTN)*.

Для подключения оборудования ТСОП используются интерфейсы:

— *Foreign Exchange Office (FXO)* порт — стационарное окончание, аналоговый голосовой интерфейс для подключения устройства к телефонной станции;

— *Foreign Exchange Subscriber (FXS)* порт — абонентская линия, аналоговый голосовой интерфейс для подключения обычного телефона к устройству.

В случае *IP*-телефонии голосовые сигналы преобразуются в пакеты данных, которые затем сжимаются. Далее эти пакеты данных посылаются через

сеть Интернет к приемной стороне. Когда пакеты данных достигают адресата, они декодируются в аналоговый голосовой сигнал. *IP*-телефония в чистом виде может применяться для передачи голосовых сообщений, для чего могут использоваться специально выделенные цифровые каналы. При этом голосовой сигнал по каналу связи передаётся в цифровом виде и, как правило, перед передачей преобразуется с целью удаления избыточной информации и снижения нагрузки на сеть передачи данных.

В общем случае стоимость услуги *IP*-телефонии меньше стоимости телефонной связи по традиционным каналам связи. В особенности, это касается междугородних и международных соединений. Кроме того, при реализации систем *IP*-телефонии намного меньше затраты на инвестиции в оборудование.

Простейший вариант телефонной системы — телефонная сеть, которая охватывает абонентов, находящихся в одном здании или группе близко расположенных зданий. В этом случае сетевая инфраструктура, как правило, представляет собой локальную или кампусную сеть на базе технологий *Ethernet*, *Fast Ethernet*, *Gigabit Ethernet* или *Wi-Fi*, в рамках которой могут быть размещены как абонентские телефоны и персональные компьютеры, так и управляющие устройства телефонной сети. Основным устройством для управления сетью *IP*-телефонии является сервер управления звонками. Один такой сервер может поддерживать большое число *IP*-телефонов, которое зависит от модели сервера и установленного на нем программного обеспечения. В целях масштабирования системы и для обеспечения отказоустойчивости серверы могут быть объединены в одну систему, что увеличивает число телефонов, одновременно подключаемых к системе. Пользовательские *IP*-телефоны, так же, как и серверы, подключаются к коммутаторам локальной (кампусной) сети. При этом возможно использование технологий, таких как *Power over Ethernet*, обеспечивающих подачу электропитания для *IP*-телефонов по сетевому кабелю от коммутаторов *Ethernet*. Многие модели телефонов оснащены встроенным двухпортовым коммутатором *Ethernet*, позволяющим подключить персональный ком-

пьютер абонента к корпоративной сети. Также в пределах локальной сети размещаются серверы приложений, таких как система голосовой почты или система интерактивного речевого взаимодействия, которые обеспечивают дополнительные сервисы для абонентов системы.

Для подключения системы *IP*-телефонии к телефонной сети общего пользования используются голосовые шлюзы на базе маршрутизаторов. Выбор конкретной модели шлюза зависит от типа и количества интерфейсов, применяемых для стыковки с ТСОП, возможно использование как аналоговых, так и цифровых интерфейсов. Шлюзы используются также и в случае необходимости подключения системы *IP*-телефонии к установленной ранее офисной АТС.

Основные варианты реализации модели построения сети *IP*-телефонии для одного здания или кампуса, объединенных высокоскоростной локальной сетью:

- для организации системы *IP*-телефонии может использоваться шлюз, который выполняет функции голосового маршрутизатора и рекомендуется для применения в сетях средних и крупных офисов;
- для расширения системы *IP*-телефонии путем масштабирования сети возможно использование нескольких шлюзов;
- для подключения к телефонной сети общего пользования (ТСОП) аналоговых телефонов или аппаратов факсимильной связи и стыковки с существующими офисными АТС применяются голосовые шлюзы;
- для организации аудиоконференций используются ресурсы голосовых сервисных модулей;
- для обеспечения качественной работы различных приложений рекомендуется применение коммутаторов, поддерживающих необходимые средства обеспечения качества обслуживания (*Quality Of Service, QoS*).

2.2. Особенности реализации голосового шлюза *IP*-телефонии

Голосовой шлюз *IP*-телефонии представляет собой устройство, которое с сетевой точки зрения осуществляет преобразование управляющей информации и сообщений, поступающих из одной сети (например, *PSTN*), в пакеты глобальной сети Интернет и обратно. Причем такое преобразование не должно значительно искажать исходный речевой сигнал, а режим передачи обязан сохранять обмен информацией между абонентами в реальном масштабе времени.

Более полно основные функции, выполняемые голосовым шлюзом при соединении типа «точка-точка», состоят в следующем:

- реализация физического интерфейса с коммуникационной сетью (интерфейсы *FXO* и *FXS*);
- детектирование и генерация сигналов абонентской сигнализации;
- преобразование сигналов абонентской сигнализации в пакеты данных и обратно;
- преобразование речевого сигнала в пакеты данных и обратно;
- соединение абонентов;
- передача по сети сигнализационных и речевых пакетов;
- разъединение связи.

Большая часть функций голосового шлюза в рамках архитектуры *TCP/IP* реализуется в процессах прикладного уровня.

Оборудование *IP*-телефонии можно разделить на две категории: первая категория предназначена для пользователей *IP*-телефонии, а вторая — для операторов сетей.

Для оборудования первой категории возможны два варианта реализации: программный, когда все процедуры выполняет персональный компьютер со встроенной звуковой картой, и аппаратно-программный, когда в компьютер устанавливается специализированный модуль цифровой обработки сигнала, выполняющий основные функции и благодаря этому, разгружающий основной процессор компьютера для других задач.

Для второй категории необходима только аппаратно-программная реализация, когда в систему входит набор специализированных цифровых сигнальных процессоров — *Digital Signal Processor (DSP)*.

Подобные способы построения шлюзов достаточно удобны для офисных и в некоторых случаях для корпоративных применений, но для крупных провайдеров Интернет и телекоммуникационных компаний, которым необходима установка многоканальных систем, такая реализация малоприспособна из-за сложности обеспечения большого числа каналов.

В общем случае оборудование *IP*-телефонии состоит из следующих двух основных частей:

- специализированные цифровые *IP*-телефоны, которые включаются в коммутируемую локальную сеть и обеспечивают традиционные функции цифровых телефонов;

- управляющий сервер, который обеспечивает управление установлением телефонных соединений и дополнительными сервисами в системе *IP*-телефонии.

2.3. Обработка телефонного сигнала в шлюзе *IP*-телефонии

Большая часть функций шлюза в рамках архитектуры *TCP/IP* реализуются в процессах прикладного уровня. Наличие разноплановых с вычислительной точки зрения функций, выполняемых системой, порождает проблему ее программной и аппаратной реализации. Рациональное решение этой проблемы основано на использовании распределенной системы, в которой управленческие задачи и связь с сетью осуществляется с помощью универсального процессора, а решения задач сигнальной обработки и телефонного интерфейса выполняются цифровым процессором обработки сигналов. Структурная схема голосового шлюза при подключенного к аналоговому двухпроводному телефонному каналу ТСОП показана на рис. 2.1.



Рис. 2.1 — Структурная схема голосового шлюза

Телефонный сигнал с двухпроводной абонентской линии поступает на дифференциальную систему, которая разделяет приемную и передающую части системы. Далее сигнал передачи вместе с «просочившейся» частью сигнала приема подается на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и преобразуется либо в 12-разрядный сигнал, либо в 8-разрядный цифровой сигнал, закодиро-

ванный с целью сжатия динамического диапазона по A - или μ - закону. В последнем случае обработка должна также включать соответствующий экспандер на приемной стороне. В устройстве эхо-компенсации (*Echo canceller*) из передаваемого сигнала удаляются остатки принимаемого сигнала. Эхокомпенсатор представляет собой адаптивный нерекурсивный фильтр, объем памяти (порядок) которого и механизм адаптации выбираются такими, чтобы удовлетворить требованиям рекомендации МСЭ-Т G.165. Для обнаружения и определения сигналов внутрисполосной многочастотной телефонной сигнализации (*Multi Frequency, MF*), сигналов частотного (*Dual Tone Multi Frequency, DTMF*) или импульсного наборов используются детекторы соответствующих типов [2, 3].

Дальнейшая обработка входного сигнала происходит в речевом кодере (*Speech Coder*). В анализаторе кодера сигнал сегментируется на отдельные фрагменты определенной длительности (в зависимости от метода кодирования) и каждому входному блоку сопоставляется информационный кадр соответствующей длины.

Часть параметров, вычисленная в анализаторе кодера, используется в блоке определения голосовой активности, который определяет, является ли текущий анализируемый фрагмент сигнала речью или паузой. При наличии паузы информационный кадр может не передаваться в службу виртуального канала. На сеансовый уровень передается лишь каждый пятый информационный кадр паузы. Кроме того, при отсутствии речевого сообщения для кодировки текущих спектральных параметров используется более короткий информационный кадр. На приемной стороне из виртуального канала в логический поступает либо информационный кадр, либо признак передачи паузы.

В течение кадра паузы вместо речевого синтезатора включается генератор комфортного шума, который восстанавливает спектральный состав сигнала паузы. Параметры генератора обновляются при получении паузного информационного кадра. В течение информационного кадра включается речевой декодер, на выходе которого формируется речевой сигнал. Для эхокомпенсатора этот

сигнал является сигналом дальнего абонента, фильтрация которого формирует составляющую электрического эха в передаваемом сигнале. В зависимости от типа цифро-аналогового преобразования (ЦАП) сигнал может быть подвергнут дополнительному декодированию по A - или μ -закону.

При использовании двухпроводных абонентских линий актуальной остаётся задача эхокомпенсации, особенность которой состоит в том, что компенсировать необходимо два различных вида сигналов — речь и телефонную сигнализацию. Очень важной является задача обнаружения и детектирования телефонной сигнализации. Сложность этой задачи состоит в том, что служебные сигналы могут перемешиваться с сигналами речи.

3. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

3.1. Состав лабораторной установки

Лабораторная работа выполняется одновременно двумя студентами, каждый из которых устанавливает на своем персональном компьютере ПО для выполнения лабораторной работы. Допускается выполнение лабораторной работы на портативных устройствах, планшетах и смартфонах. Для выполнения работы необходимо обеспечить доступ к Интернет на используемых устройствах.

Вариант упрощенной структурной схемы оборудования, используемого при выполнении лабораторной работы, изображен на рис. 3.1.

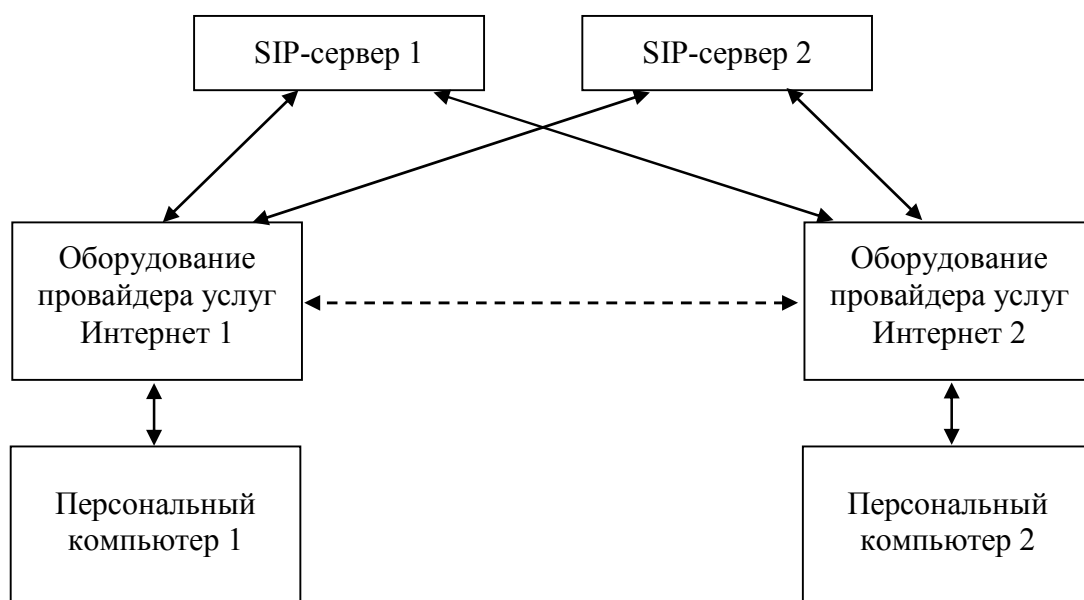


Рис. 3.1 — Структурная схема лабораторной установки

3.2. Характеристика программных средств

Для выполнения работы рекомендуется установить на персональный компьютер программный SIP-телефон *MicroSIP*, предназначенный для работы под управлением операционной системы *Windows*. Особенности использования программы *MicroSIP* приведены в разделе 4.

При выполнении работы также используется браузер Интернет, например, *FireFox*, *Google Chrome* или др. Кроме того, при выполнении лабораторной работы используются два варианта виртуальных АТС IP-телефонии.

Облачная или виртуальная АТС размещена на серверах оператора (в облаке), и клиенту системы не нужно устанавливать и поддерживать ее функционирование своими средствами. Облачная АТС позволяет распределять входящие и исходящие звонки офиса, дома или предприятия. Система позволяет создать телефонную сеть за короткое время и реализовать необходимые сервисные функции телефонной станции. Необходимая для выполнения лабораторной работы конфигурация виртуальной АТС предварительно создана.

Для выполнения лабораторной работы используется сервис *RuVoIP.net*, который позволяет реализовать звонки на номера абонентов, зарегистрированных в данном сервисе, а также звонки пользователям других *SIP*-сетей [4]. Например, для звонка пользователю сети *sipnet.ru* достаточно набрать адрес в виде номер@sipnet.ru.

Для звонков пользователям Telegram необходимо набрать номер в виде: tg#логин или tg#номер (длительность одного звонка ограничена двумя минутами). Сервис позволяет использовать программные средства для различных операционных систем. В частности, для мобильных устройств на базе *Android* могут использоваться программы: *Zoiper*, *Sipdroid*, *Linphone* и др.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

4.1. Выполнение лабораторной работы производится бригадой студентов, состоящей из двух человек.

4.2. Для выполнения работы для каждого студента следует зарегистрировать учетную запись на сервисе ruvoip.net. Для этого войти в режим создания учетной записи по ссылке <https://ruvoip.net/register/>. Для регистрации потребуется действующий адрес электронной почты студента. Важно учесть, что для регистрации не следует использовать электронные адреса сервиса *gmail.com*.

При регистрации необходимо обязательно задать и запомнить: «имя пользователя» для учетной записи — английскими буквами в любом регистре; пароль.

Кроме того, в правой части окна регистрации нужно ввести: «имя пользователя» для профиля и «имя пользователя» на портале.

После регистрации на введенный ранее электронный адрес придет ссылка для подтверждения регистрации, которую необходимо активировать. На финальном этапе следует в настройках системы определить назначенный после регистрации номер. В примере на рис. 4.1. это внутренний номер телефона в системе 979996, номер содержит шесть цифр и является номером пользователя в системе.

Далее для настройки программного обеспечения потребуются следующие данные:

login, указанный при регистрации;
пароль, указанный при регистрации;
адрес SIP-сервера — ruvoip.net.

Для некоторых программ следует указывать полный логин в следующем виде: login@ruvoip.net

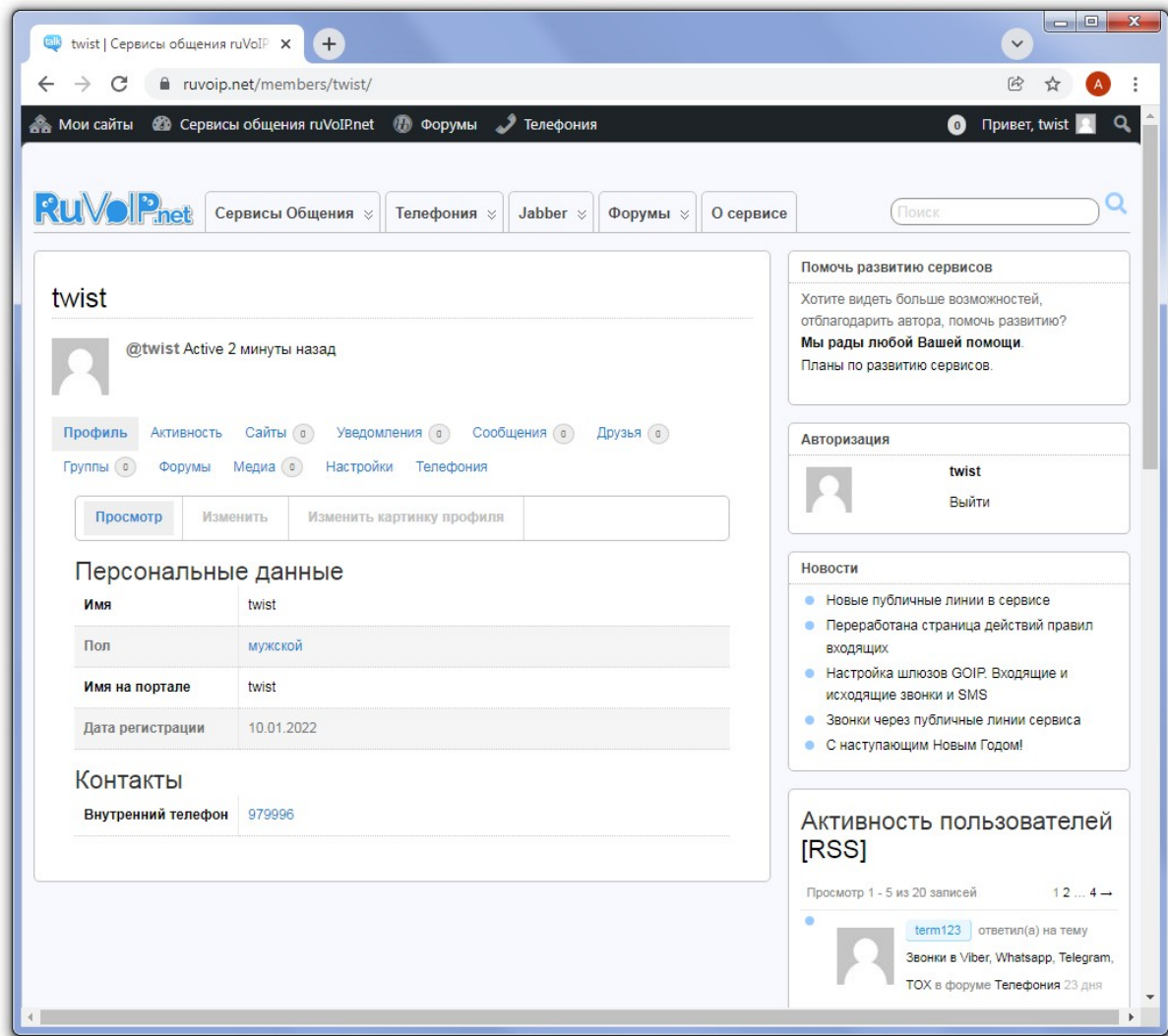


Рис. 4.1 — Вид окна сервиса ruvoip.net

4.3. Далее для выполнения работы следует загрузить на ПК каждого студента архив *portable* версии программы *MicroSIP* [5].

Сайт программы — <https://www.microsip.org/>, страница загрузки программы — <https://www.microsip.org/downloads>, ссылка на архив программы — <https://www.microsip.org/download/MicroSIP-Lite-3.19.29.zip>. Затем, необходимо разархивировать программу в отдельную папку, размещение папки — произвольное.

4.4. Запустить установленную программу *MicroSIP*, используя файл *microsip.exe*. В случае появления предупреждения системы безопасности операционной системы (например, как показано на рис. 4.2) следует разрешить за-

пуск программы. Аналогично, следует дать разрешение на запрос от Брандмауэра *Windows* (см. рис. 4.3). Вид окна программы *MicroSIP* показан на рис. 4.4, а).

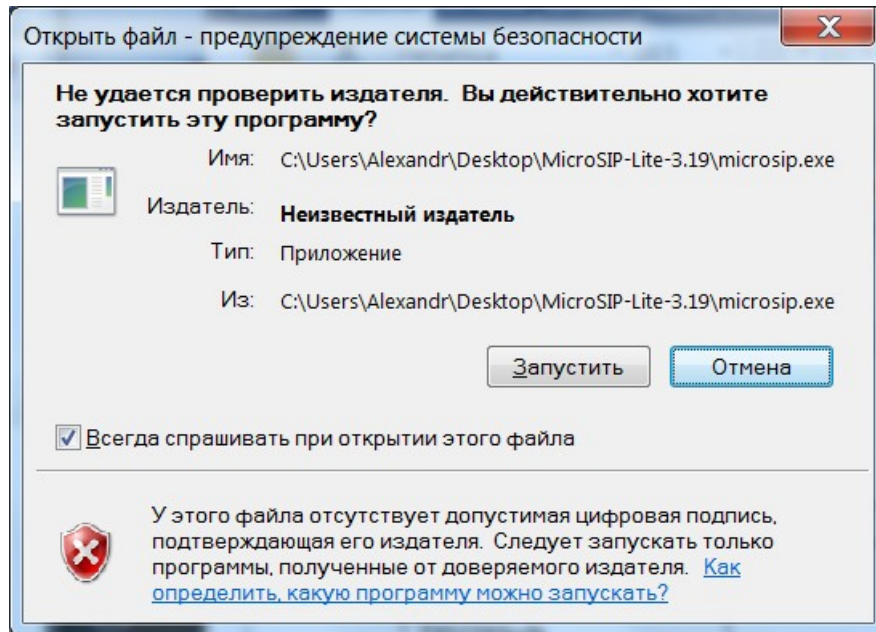


Рис. 4.2 — Вид окна предупреждения системы безопасности

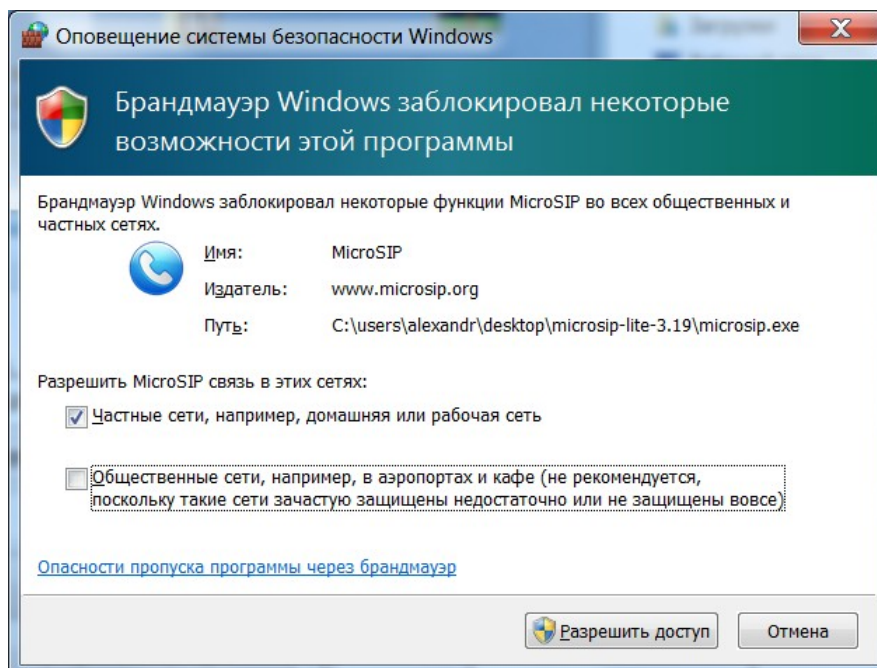


Рис. 4.3 — Вид окна предупреждения Брандмауэра *Windows*

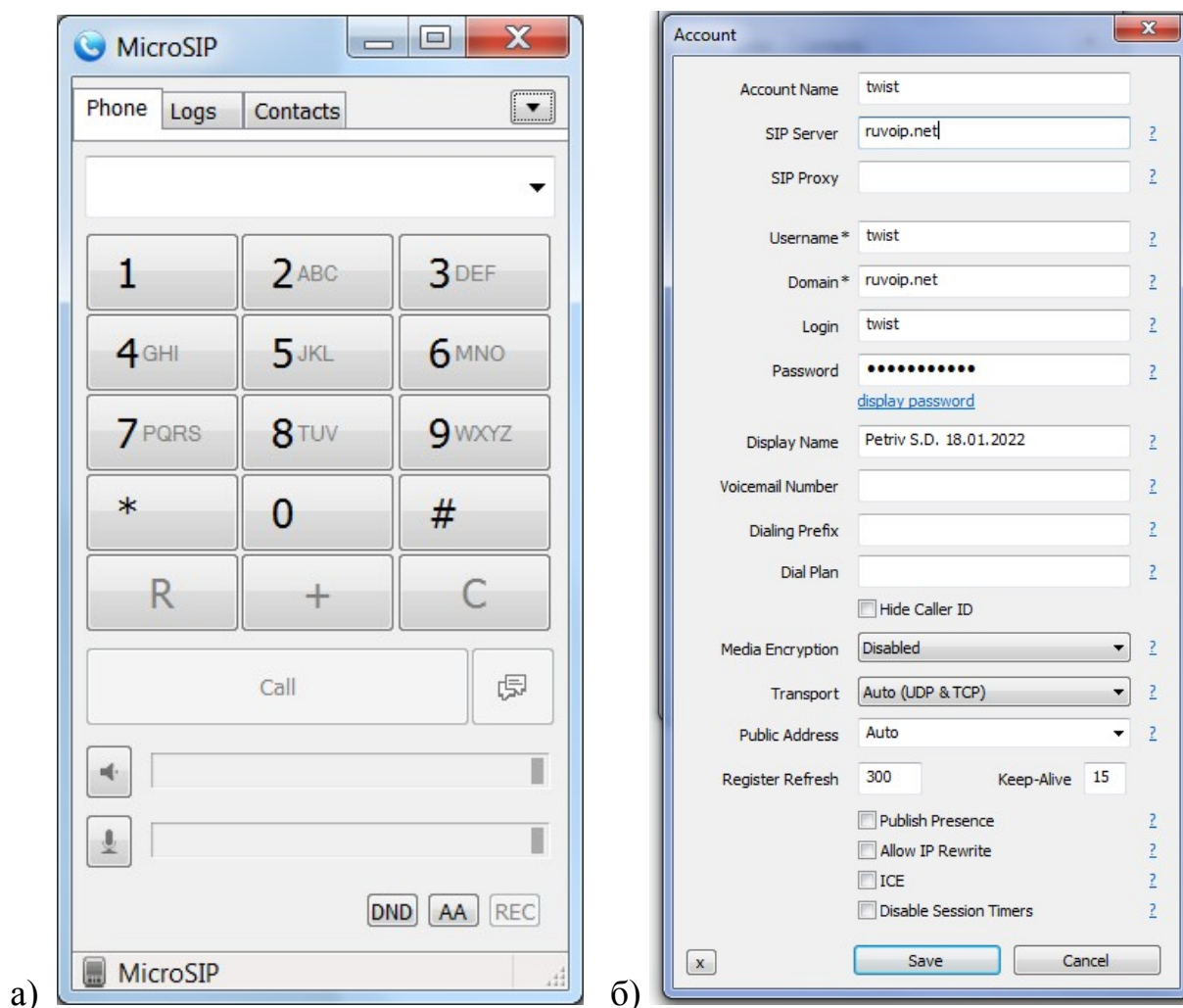


Рис. 4.4 — Вид окна программы *MicroSIP* (а) и окна настройки параметров аккаунта (б)

4.5. После запуска программы *MicroSIP* следует зайти в режим настройки параметров аккаунта, нажав знак  в правой части меню программы и выбрать пункт меню «*Edit Account*» (или «*Add Account*» при первом запуске программы), и далее заполнить поля формы, как показано на рис. 4.4, б). Исходные данные для настройки определены при регистрации на сервере *IP*-телефонии, согласно п.п. 4.2.

При этом в поля «*Account Name*», «*Username*» и «*Login*» следует ввести значение Логин, в поля «*SIP server*», «*Domain*» — имя сервера провайдера *ruvoip.net*, в поле «*Password*» — значение пароля (вводить с учетом регистра). В поле «*Display Name*» следует ввести Ф.И.О. студента и дату выполнения ла-

бораторной работы. После ввода параметров следует нажать кнопку «*Save*» для записи и ввода в действие введенных данных. Признаком корректного ввода параметров является появление надписи *Online* в левой нижней части окна программы.

Далее следует сохранить в протокол по выполнению лабораторной работы копию окна ввода параметров в протокол по выполнению лабораторной работы.

4.6. Выполнить исследование системы *SIP* телефонии при использовании ресурса *ruvoip.net*. Для этого, необходимо запустить программу *MicroSIP* и выполнить поочередное соединение со стороны 1-го студента на сторону 2-го студента и наоборот, контролируя качество связи передачей нескольких предложений. Номер вызываемого абонента в системе назначен при регистрации (шестизначное число).

Результаты соединения следует оценить по 10-ти бальной шкале и занести в таблицу по форме табл. 4.1. Сохранить копию экрана в момент совершения соединения в протокол по выполнению лабораторной работы.

Таблица 4.1 — Оценка результатов соединения

Название Интернет ресурса	Направление соединения	
	Студент 1 → Студент 2	Студент 2 → Студент 1
<i>ruvoip.net</i>		
<i>call2sip</i>		
<i>ruvoip.net</i> → <i>call2sip</i>		

4.7. Выполнить тестирование работы системы *ruvoip.net* в режиме эхо-теста, для этого произвести звонок на номер 0202, и, прослушав текст инструкции, проговорить несколько предложений. Дать оценку прохождению теста по 10 бальной шкале и оценить количественно временную задержку на передачу сообщения (ориентировочно). Выполняется каждым из студентов на своем оборудовании.

Дополнительно проверить работу функций «Тест звучания (слышимости) музыки» по номеру 0201, «Текущее местное время и дата» по номеру 0102. Результат отметить в отчете по выполнению лабораторной работы.

4.8. Подготовиться к исследованию *SIP* соединения, используя интернет ресурс *call2sip*, для чего необходимо на ПК студентов открыть основную страницу сайта *call2sip.ru*. При запуске страница возможно появление запроса на разрешение доступа к микрофону, на который следует дать ответ «разрешить доступ». Вид окна сайта показан на рис. 4.5, в нижней части окна отобразится назначенный сайтом *SIP*-адрес.

Следует сделать копию экрана и сохранить ее в протокол по выполнению лабораторной работы.

Примечание. Копия активного окна сохраняется в буфере обмена операционной системы путем нажатия клавиш *[ALT] + [PrintScreen]*.

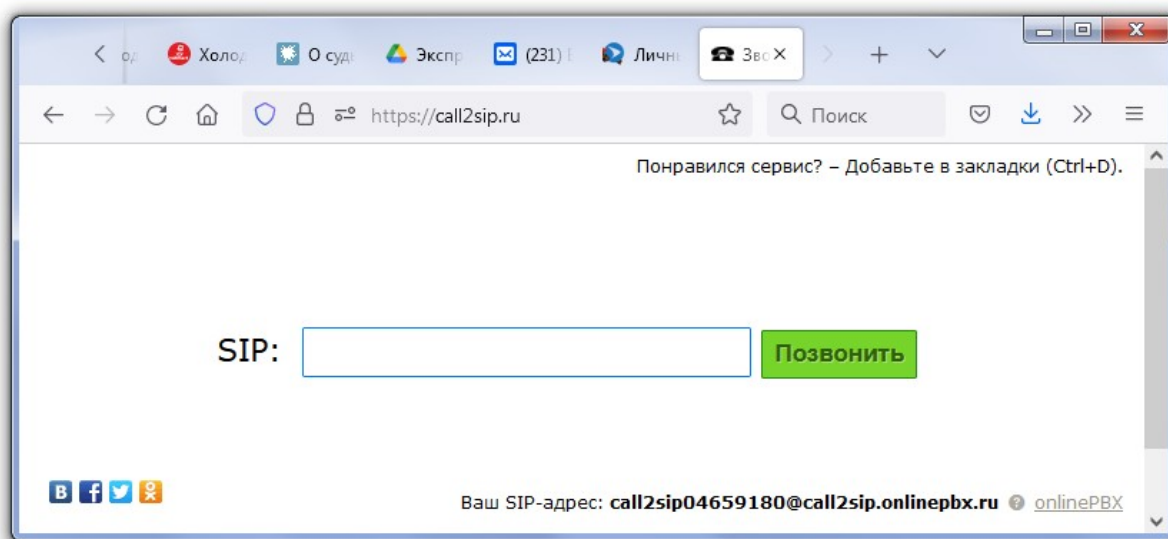


Рис. 4.5 — Вид окна сайта *call2sip.ru*

4.9. Выполнить исследование системы *SIP* телефонии при использовании ресурса *call2sip*. Для этого студентам бригады необходимо войти на сайт *call2sip.ru*, и обменяться назначенными сервисом *SIP*-адресами, используя для этого сеть *VK*, личную телефонную связь или электронную почту (пример адреса *call2sip04659180@call2sip.onlinepbx.ru*), затем необходимо выполнить по-

очередное соединение со стороны 1-го студента на сторону 2-го студента и наоборот, контролируя качество связи передачей нескольких предложений.

Результаты соединения следует оценить по 10-ти бальной шкале и занести в таблицу по форме табл. 4.2. Сохранить в протоколе копию экрана в момент совершения соединения.

4.10. Выполнить исследование систем *SIP* телефонии при использовании ресурсов *call2sip* и *ruvoip.net*. Для этого, студентам бригады следует запустить программу *MicroSIP* и с ее помощью выполнить поочередное соединение со стороны 1-го студента на *SIP*-номер ресурса *call2sip* со стороны 2-го студента и наоборот, контролируя качество связи передачей нескольких предложений.

Результаты соединения следует оценить по 10-ти бальной шкале и занести в таблицу по форме табл. 4.2. Сохранить в протоколе копию экрана в момент совершения соединения.

Примечание. Допускается выполнение лабораторной работы на планшете или смартфоне. Для этого можно использовать программы, предназначенные для операционной системы *Android* или *iOS*. Например, *Zoiper* , или другие, указанные на странице сайта по адресу <https://ruvoip.net/voip/settings/> .

Копия экрана устройства, работающего под управлением операционной системы *Android* формируется при одновременном нажатии клавиши *Power* и основной клавиши на лицевой стороне смартфона (или клавиши уменьшения громкости).

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- титульный лист;
- цель лабораторной работы, в которой указано какие исследования проводятся в лабораторной работе;
- структурная схема лабораторной установки с указанием назначения отдельным блокам;
- результаты исследований в форме табл. 4.2.;
- анализ результатов исследований;
- результаты оценки качества соединения в режиме эхо-теста при звонке и с указанием величин временной задержки (п.п. 4.7.);
- копии экрана, сохраненные в протоколе при выполнении п.п. 4.6. — 4.10;
- выводы по работе с анализом экспериментальных данных и обсуждение полученных результатов.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Вопросы для допуска к выполнению лабораторной работы

- 1) Охарактеризуйте структурную схему лабораторного оборудования с указанием назначения отдельных элементов в части формирования *VoIP* сигналов.
- 2) Приведите структурную схему обработки телефонного сигнала в *VoIP* шлюзе.
- 3) Охарактеризуйте, какие возможности облачной АТС используются и исследуются в лабораторной работе.
- 4) Охарактеризуйте процесс преобразования телефонного сигнала из исходного непрерывного вида в цифровую форму.
- 5) Приведите порядок настройки программного телефона для обеспечения подключения к облачной АТС.
- 6) Охарактеризуйте назначение интерфейсов *Foreign Exchange Office* и *Foreign Exchange Subscriber*.
- 7) В чем заключаются особенности и преимущества применения облачного варианта АТС?
- 8) Охарактеризуйте особенности использования сервиса *IP*-телефонии *ruvoip.net*.
- 9) Приведите последовательность настройки программного телефона *MicroSIP*.
- 10) Охарактеризуйте особенности использования интернет ресурса *call2sip.ru* в ходе выполнения лабораторной работы.

6.2. Вопросы для защиты лабораторной работы

- 1) Объясните принципы работы и методы организации систем *IP* телефонии.
- 2) Охарактеризуйте технические характеристики лабораторного стенда и предложите свои варианты исследований, не выполненные в рамках лабораторной работы.
- 3) Охарактеризуйте вид полного *SIP*-адреса, и объясните назначение его составляющих.
- 4) Определите скорость цифрового сигнала, требуемую для передачи сообщений по системе *VoIP* в случае отсутствия цифрового компандирования, и в случае применения цифрового компандирования типа *A*-закон. Оцените относительную эффективность использования метода компандирования с целью уменьшения скорости цифрового потока.
- 5) Приведите сравнительный анализ методов компандирования типа *A*-закон и μ -закон.
- 6) Поясните работу структурной схемы эхокомпенсатора.
- 7) Охарактеризуйте подробно особенности использования интернет сервиса *call2sip*.
- 8) Приведите пример структурной схемы телефонной *SIP*-сети организации, которая должна иметь 20 телефонных подключений в офисе, при имеющихся двух телефонных соединениях с внешней АТС.
- 9) Сравните характеристики и свойства традиционной телефонии и телефонии через Интернет, и выделите преимущества традиционной телефонии.
- 10) Приведите развернутый обзор результатов выполненной лабораторной работы и сформулируйте полученные при выполнении работы навыки и умения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Евсеенко, Г.Н. Цифровые системы передачи: Учебное пособие / Г.Н. Евсеенко. — Ростов-на-Дону: РКСИ, 2005. — 100 с.
2. Гольдштейн, Б.С. Протокол SIP: Справочник / Б.С. Гольдштейн, А.А. Зарубин, В.В. Саморезов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 456 с. — Режим доступа: http://static1.ozone.ru/multimedia/book_file/1009553572.pdf (дата обращения: 18.08.2023).
3. Основы и принципы IP телефонии / ООО «Вокс Линк». — Режим доступа: <https://voxlink.ru/knowledge-base/curriculum/osnovy-i-printsipy-ip-telefonii/> (дата обращения: 10.08.2023).
4. Сервисы общения / ruvoip.net. — Режим доступа: <https://ruvoip.net/> (дата обращения: 10.06.2023).
5. Microsip. Open source portable SIP softphone for Windows based on PJSIP stack / MicroSIP. — Режим доступа: <https://www.microsip.org> (дата обращения: 10.08.2023).

Учебное издание

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Учебно-методическое пособие

Составитель: **Савочкин** Александр Анатольевич

В авторской редакции

Изд. № 229/2023. Объем 1,5 п.л. Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,47.
Издательский центр ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»