

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.395:004.41

Вершицкий
Кирилл Андреевич

Программный комплекс IP телефонии на базе протокола SIP

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-39 80 01 – Радиотехника, в том числе системы и
устройства радионавигации, радиолокации и телевидения

Научный руководитель
Половения С. И.
к.т.н., доцент

Минск 2020

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время передача речевой информации по компьютерным сетям, основанным на IP протоколе, получила широкое распространение. Данная технология получила название VoIP (Voice over Internet Protocol). Таким образом под термином VoIP понимают набор коммуникационных протоколов, технологий и методов, реализующих традиционные для телефонии функциональные особенности: набор номера, звонок, двухстороннее голосовое общение, но также видеообщение.

Самыми известными решениями VoIP телефонии являются Skype, Viber, Telegram, Zoom, Facetime, WhatsApp и т.д. Данные решения имеют широкие возможности конференцсвязи, передачи аудио, видео, и текстового контента, отвечают международным стандартам по качеству передачи, безопасности. Но самым главным недостатком является то, что данные решения являются закрытым программным обеспечением и не обладают необходимым открытым программным интерфейсом для решения поставленных производственных задач.

В процессе работы была поставлена задача реализации мобильного приложения на базе операционных систем Android и iOS для телемедицины, где врачи и пациенты могли покупать консультации по определенному тарифу и обмениваться голосовой информацией с помощью сети Internet. В качестве основного протокола, иницирующего сеанс связи и определяющего основную инфраструктуру комплекса – протокол SIP. Протокол установления сеанса (SIP, Session Initiation Protocol) – протокол передачи данных, определяющий способ установки и завершения пользовательского соединения, по которому происходит обмен мультимедийная информация (IP-телефония, видео, аудио, конференции, мгновенные сообщения, пользовательские данные). Данный протокол используют в виртуальной телефонии совместно с виртуальными АТС (автоматическая телефонная станция) на большинстве предприятий, что способствует совместимости связи между мобильным приложением и данным оборудованием без его модернизации, а максимум только программной настройки.

С течением времени на предприятие начали поступать другие различные заказы: электронный консьерж, служба технической поддержки, приложение для внутренней связи между предприятием. Все они так же требовали реализацию IP-телефонии внутри мобильного приложения.

Функционально данные приложения отличались, но логика работы с аудиосвязью и бизнес-логика у них были общими. Собственно, было принято решение эту логику вынести в отдельное коробочное решение и поставлять в качестве SDK (software development kit) – набор средств разработки, который позволяет специалистам по программному обеспечению создавать свои приложения на основе данного набора.

В ходе составления основных функциональных требований, системном проектировании было выявлено что разрабатываемое программное

обеспечение – комплекс, так как состоит из сервера IP-телефонии, сервера бизнес-логики, web-приложения для панели управления, и клиентах – мобильных приложений.

В диссертации будет рассмотрена реализация архитектуры программного комплекса в целом, и имплементация телефонии для мобильного приложения на базе операционной системы Android углубленно.

Библиотека БГУИР

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

В современном мире передача информации посредством голоса и видео имеет важное значение. Основными случаями из практики являются передача информации в рамках одного приложения, общение между оператором и клиентом. Существует большое количество готовых и часто используемых программных средств IP-телефонии, но как правило они являются закрытыми, их невозможно встроить в разрабатываемую информационную систему и полностью использовать под свои нужды. Одним из примеров является биллинг – расчёт стоимости звонка на основе определенного тарифа, реализовать который невозможно без возможности внешнего программного интерфейса, который они не предоставляют.

Так же комплекс может встраиваться в сторонние приложения в качестве коробочного решения и может быть использован в телемедицине, сервисе по предоставлению услуг электронного консьержа, в службе технической поддержки и т.д.

Таким образом исходя из предоставленной информации можно сделать вывод, что разработка программного комплекса IP телефонии на базе протокола SIP является актуальной.

Степень разработанности проблемы

В современной научно-технической литературе приведены подходы и методы реализации передачи видео и аудио данных по протоколу IP. Но данные работы основаны на применение закрытого программного обеспечения, в них не проработана возможность интеграции программного обеспечения с внешним ПО.

Цель и задачи исследования

Целью диссертации является разработка программного комплекса IP телефонии на базе протокола SIP.

Поставленная цель работы определяет следующие основные задачи:

- 1 Разработка функциональных требований для программного комплекса.
- 2 Анализ целесообразности использования протокола SIP в качестве средства передачи мультимедийных данных (голоса и видео).
- 3 Разделение программного комплекса на компоненты.
- 4 Проектирование и разработка каждой компоненты.
- 5 Проведение апробации реализованного комплекса, выявление и исправление основных дефектов.

Область исследования

Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-39 80 01 «Радиотехника, в том числе системы и устройства радионавигации, радиолокации и телевидения».

Теоретическая и методологическая основа исследования

В основу диссертации легли материалы и работы ученых в области телекоммуникаций и разработки программного обеспечения, анализ технической документации и правовых актов по рассматриваемой тематике.

Информационная база исследования сформирована на основе открытой информации, литературы, сведений из электронных ресурсов, материалов из научных конференций.

Научная новизна

Научная новизна полученных результатов работы заключается в разработке принципов и методов взаимодействия открытых подсистем для реализации целостного программного комплекса для передачи медиа-данных с помощью протокола SIP.

Теоретическая значимость работы заключается в анализе и обосновании используемых технологий для реализации программного комплекса.

Практическая значимость диссертации состоит в использовании разработанного программного комплекса для передачи медиа-данных, что позволило интегрировать комплекс в область телемедицины.

Теоретические обоснования, выносимые на защиту

1 Теоретическое обоснование реализации программного комплекса на базе протокола SIP, декомпозиция комплекса и анализ выбора основного стека технологий для реализации компонент и способа их взаимодействия.

2 Особенности реализации программного комплекса, что демонстрирует возможность передачи медиаданных между пользователями.

3 Результаты анализа основных показателей по производительности, количеству ошибок, позволяющих устранить недостатки и улучшить производительность программного обеспечения.

Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики

Разработанный программный комплекс использован в компании ОАО «БалинаСофт».

Личный вклад соискателя

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя Половени С. И. заключается в формулировке целей и задач исследования.

Апробация результатов диссертации

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на XXIII Международной научно-технической конференции «Современные средства связи» (Минск, Беларусь, 2018). Так же была произведена публикация в рамках 56-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 2020.

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертации опубликованы 2 печатные работы в сборниках трудов и материалов конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора.

В первой главе произведен анализ предметной области, определены основные функциональные требования к комплексу, составлена функциональная схема, выделены основные компоненты системы, для каждой компоненты произведен анализ выбора стека технологий.

Во второй главе произведено проектирование и разработка каждой компоненты с учетом основных функциональных требований

В третьей главе произведена техническая апробация комплекса, проанализированы основные дефекты и описаны пути их решения, описан процесс публикации готового мобильного приложения в магазин приложений.

Общий объем работы составляет 69 страниц, из которых основного текста – 54 страницы, 32 рисунка на 24 страницах, 3 таблицы на 3 страницах, список использованных источников из 36 наименований на 2 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** описана актуальность темы диссертации, указаны основные области применения программного комплекса, сделан сравнительный анализ с аналогами и дано объяснение, почему аналоги не решают поставленные задачи.

В **общей характеристике работы** показана актуальность проводимых исследований, степень разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи диссертации, обозначена область исследований, научная (теоретическая и практическая) значимость исследований, а также апробация работы.

В **первой главе** были выделены основные функциональные требования к программному комплексу. Составлена структурная схема программного комплекса. Комплекс декомпозирован на подсистемы. Описаны основные функциональные требования к каждой подсистеме.

Был проанализирован и аргументирован выбор следующих спецификаций для комплекса:

- основная архитектура взаимодействия подсистем - клиент-серверная архитектура;
- в качестве протокола взаимодействия используется HTTP;
- REST – архитектурный стиль для построения API между этими подсистемами;
- формат обмена данными – JSON.

В ходе работы было выявлено, что разрабатываемый программный комплекс непосредственно использует прикладной уровень (протоколы SIP, HTTP, RTP), на транспортном уровне в зависимости от типа данных используется или TCP или UDP.

Рассмотрен и аргументирован стек технологий для сервера бизнес-логики и панели управления. В качестве программной платформы - NodeJS, язык - JavaScript, фреймворк для асинхронной обработки запросов - Express, в роли базы данных - нереляционная БД MongoDB.

Панель управления представляет собой web-приложение, строится по принципу Single Page Application (SPA) и использует фреймворк AngularJS для лучшей декомпозиции логики приложения, Bootstrap - для быстрой верстки на готовых компонентах.

Произведен сравнительный анализ протокола SIP с аналогами и аргументирован его выбор. Выполнен разбор протокола SIP, основные функциональные особенности, структура, адресация в сетях на основе SIP, рассмотрены основные элементы, типы запросов и ответов.

Проанализирован выбор платформы для клиентского устройства - операционная система Android. Описаны основные компоненты, используемые при разработке комплекса. Рассмотрено распределение

пользователей по версиям API операционной системы и аргументирован выбор минимальной поддерживаемой версии Android.

В **второй главе** определены основные критерии для выбора решения для сервера телефонии. Произведен сравнительный анализ решений и выбор Asterisk для реализации. Описан процесс настройки АТС SIP телефонии с описанием и обоснованием выбранных настроек.

Произведен выбор библиотеки PJSIP для работы с SIP-протоколом вместо стандартного пакета Android. Описан поэтапно процесс сборки библиотеки из исходного кода. И непосредственно спроектирован и разработан переиспользуемый модуль для работы с библиотекой PJSIP на основе спроектированных функциональных требований. Модуль успешно интегрирован в проект.

В ходе работы решена проблема с подключением к серверу SIP-телефонии когда приложение не запущено с помощью Push-уведомлений. Проработан и описан процесс интеграции сервисов Push-уведомлений в инфраструктуру программного комплекса. Спроектировано и разработано мобильное приложение для операционной системы Android. Описаны и обоснованы основные архитектурные подходы, используемые в разработке. Рассмотрены, в частности, MVP и Clean Architecture в реализации одного из User Case – совершение звонка.

Третья глава описывает процесс Unit-тестирования сервера бизнес логики. Был проведен мониторинг производительности сервера бизнес логики, который показал, что проблем по загрузке сервера не выявлено. Были обнаружены ошибочные запросы, которые скорее всего возникают из-за БД. Запланирована реализация модуля с более подробным мониторингом для выявления ошибок.

Для мобильного приложения был описан процесс Unit-тестирования. Приведены результаты сбора аналитики по вылетам из приложения. Процент Crash-free users равен 98.21%. Были выявлены и описаны слабые места в мобильном приложении и описаны пути их решения.

Описан процесс публикации мобильного приложения в магазин Google Play.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1 В ходе работы были описаны основные области применения программного комплекса. Были разработаны основные функциональные требования. После проведения анализа уже готовых решений было выявлено, что реализованные решения не соответствуют основным функциональным требованиям, соответственно разработанный комплекс - актуальное решение на рынке.

2 Разработана принципиальная схема комплекса, по которой было выявлено что комплекс состоит из сервера телефонии, сервера бизнес-логики, клиентского устройства, панели управления. Для каждого элемента комплекса составлены основные функциональные требования.

3 Рассмотрена обобщенная схема электросвязи и модель OSI применительно к комплексу. Описаны основные протоколы на каждом уровне. Было выявлено, что основная разработка влияет на прикладной уровень, но на транспортном также есть выбор TCP или UDP в зависимости от передаваемых данных.

4 Произведен анализ выбора протоколов или стека протоколов для передачи аудио и видео информации, с возможностью интеграции с существующей телекоммуникационной инфраструктурой. Был выбран протокол SIP, так как он не диктует правила для передачи видео и аудио данных, а только отвечает за процесс соединения, что дает гибкость при разработке, также протокол SIP поддерживается большинством телекоммуникационного оборудования в отличии от WebRTC. Рассмотрены основные узлы и структурные особенности протокола SIP.

5 Исходя из функциональных требований была выбрана клиент-серверная архитектура комплекса. Описан основной стек технологий для каждого из элементов, а также обозначены интерфейсы для их взаимодействия друг с другом.

6 В качестве целевой платформы для клиентского устройства была выбрана ОС Android, так как покрывает 88% пользователей мобильных телефонов. Описаны и выбраны основные компоненты для разработки мобильного приложения. Исходя из проанализированной статистики была выбрана минимальная версия API 18, которая оптимальна при поддержке и реализации нового функционала и количеству пользователей, находящейся на данной версии ОС.

7 Был выбрана виртуальная АТС - Asterisk и обозначены системные требования для серверного оборудования. Произведен обзор и процесс настройки под нужны программного комплекса.

8 Сделан упор на разработке мобильного приложения под Android. В качестве реализации протокола SIP был сделан выбор за библиотекой PJSIP, а

не стандартной реализацией на уровне ОС Android. Описан пошаговый процесс компиляции библиотеки исходя из нужд передачи видео и аудио, а также необходимости шифрования данных с помощью TLS.

9 Спроектирован модуль, для работы с библиотекой PJSIP на основе диаграммы классов UML и реализован.

10 Была выявлена проблема подключения к серверу SIP-телефонии, когда мобильное приложение не запущено. Решена проблема с помощью механизма Push-уведомлений, что потребовало реализации дополнительных интеграций с сервисом Push-уведомлений. Реализована схема взаимодействия сервиса Push-уведомлений с разрабатываемым комплексом.

11 При разработке мобильного приложения было произведено исследование основных архитектурных подходов для написания поддерживаемого слабосвязанного кода, который можно легко покрыть Unit-тестами. Были использованы подходы MVP и Clean Architecture. Рассмотрен пример из проектирования на основе UML диаграммы классов и реализация одного из Use Case по совершению звонка.

12 В процессе апробации программного комплекса был проведен мониторинг производительности комплекса на нагрузке. Были выявлены ошибочные запросы, которые возникают скорее всего из-за подключения к БД. Было принято решение о реализации модуля с более подробным выявлением ошибок.

13 Мобильное приложение покрыто Unit-тестами. После релиза проанализирован процент Crash-free users и были выявлены основные слабые места для будущего их решения.

14 Рассмотрен процесс публикации мобильного приложения в магазин Google Play.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1–А. Вершицкий, К.А. Программный комплекс IP телефонии на базе протокола SIP / К.А. Вершицкий / Материалы XXIII Международной научно-технической конференции «Современные средства связи» (18-19 октября 2018 года / Белорусская государственная академия связи; А. О. Зеневич [и др.] – Минск, 2018. – в печати.

2–А. Вершицкий, К. А. Основные принципы и подходы к проектированию программного комплекса VoIP телефонии / К.А. Вершицкий // Радиотехника и электроника: сборник тезисов 56 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 18–20 мая 2020 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2020.

Библиотека БГУИР