

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

УДК 004.021

Белый  
Денис Владимирович

Организация голосовой системы связи с использованием цифровых устройств

### **АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-40 80 05 – Математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Научный руководитель  
Можей Наталья Павловна  
кандидат физико-математических наук,  
доцент

Минск 2018

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Всего за несколько лет технологии IP-телефонии значительно эволюционировали, и распространенные сегодня решения существенно отличаются от прежних. С одной стороны, это обусловлено развитием аппаратных решений, в частности с появлением мощных магистральных и транзитных маршрутизаторов и высокоскоростных телекоммуникационных каналов. С другой стороны, нельзя не отметить и появления таких качественно новых технологий, как динамическая маршрутизация с учетом качества обслуживания в мультисервисных IP-сетях и резервирование ресурсов для контроля качества обслуживания транзитных маршрутизаторов. Современное оборудование для передачи голоса посредством протокола IP позволяет обеспечивать приоритет передачи голосового трафика над передачей обычных данных, получать приемлемое качество звукового сигнала при сильном сжатии, эффективно подавлять различные шумы.

Сегодня телекоммуникационные операторы, специализирующиеся на предоставлении услуг IP-телефонии, применяют выделенные каналы с приоритетом голосового трафика над трафиком данных, что гарантирует высокое качество передачи речи. При этом используется сразу несколько вариантов маршрутизации голосового трафика для каждого из тысяч направлений, а в случае возникновения каких-либо проблем трафик автоматически перенаправляется на другие каналы. По мере своего развития IP-телефония претерпевает важные качественные изменения: из дополнительной услуги она постепенно превращается в некий базовый сервис, который в скором времени может стать одним из компонентов мультисервисной технологии

Передача речевой информации в IP сетях предъявляет к сетевой инфраструктуре гораздо более жесткие требования, чем любое другое ПО. Степень доступности сети, потеря пакетов и временные задержки оказывают существенное влияние на качество передачи речи в IP сетях. К сожалению, в большинстве случаев конечные узлы не содержат механизмов для эффективной борьбы с этими проблемами. Поскольку и потери пакетов, и временные характеристики их доставки являются сетевыми характеристиками, и конечные узлы могут их только наблюдать. Это особенно актуально для глобальной сети, где нет возможности вносить изменения в настройки промежуточных устройств – маршрутизаторов, которые обеспечивают продвижение пакетов от источника к приемнику.

На основании вышеизложенного можно выделить актуальную проблему передачи речевой информации в сети с плохой инфраструктурой путем разработки специального математического и программного обеспечения.

Диссертационная работа посвящена разработке алгоритма и ПО для голосовой системы, позволяющей передавать речевую информацию в режиме реального времени на цифровых устройствах. Возможность применения данного алгоритма позволит повысить качество связи при передаче речевой информации в реальном времени, а также создать гибкие, универсальные, недорогие голосовые системы, устойчивые к различным параметрам сети.

# **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

## **Цели и задачи исследования**

Целью диссертационного исследования является разработка алгоритмических и программных средств, ориентированных на создание голосовой системы связи с использованием цифровых устройств, таких как планшеты, смартфоны.

Достижение поставленной цели связано с решением следующих задач:

– Провести сравнительный анализ существующих средств, ориентированных на передачу голосовых сообщений с использованием цифровых устройств.

– Разработать алгоритм улучшения качества связи для голосовых систем связи с использованием цифровых устройств.

– Провести сравнительный анализ производительности и безопасности передачи голосовых сигналов на цифровые устройства.

– Провести экспериментальное исследование разработанной системы

– Разработать набор программных модулей для реализации поставленной цели.

Объект исследования – голосовые системы связи.

Предмет исследования – методы и алгоритмы улучшения качества связи в голосовых системах связи с использованием цифровых устройств.

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

Работа выполнялась в соответствии с научно-техническим заданием и планом работ кафедры «Программное обеспечение информационных технологий» по теме «Разработка моделей, методов, алгоритмов, повышающих показатели проектирования, внедрения и эксплуатации программных средств для перспективных платформ обработки информации, решения интеллектуальных задач, работы с большими массивами данных и внедрение в современные обучающие комплексы» (ГБ № 16-2004, № ГР 20163588, научный руководитель НИР – Н. В. Лапицкая).

## **Личный вклад соискателя**

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя Н. П. Можей заключается в формулировке целей и задач исследования.

## **Апробация результатов диссертации**

Основные положения и результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на 53-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГИУР, секция «Программное обеспечение информационных технологий», а также на международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные аспекты информационной безопасности».

## **Опубликованность результатов диссертации**

По теме диссертации опубликованы 2 печатные работы, из них 1 работа в сборнике трудов и материалов международной научно-практической конференции Академии МВД РБ и 1 работа в сборнике трудов и материалов научной конференции БГУИР.

## **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложений.

В первой главе представлен анализ предметной области, рассмотрены основные методы и алгоритмы работы голосовых систем в сети Интернет. Выявлены основные существующие проблемы в рамках тематики исследования, показаны направления их решения.

Вторая глава посвящена изучению способов улучшения качества связи. Разработке и анализу алгоритмов, использующихся для повышения качества связи.

В третьей главе предложена практическая реализация ПО голосовой системы, рассмотрены промежуточные и итоговый результат работы программного средства.

Общий объем работы составляет 79 страниц, из которых основного текста – 53 страницы, 24 рисунков на 19 страницах, список использованных источников из 30 наименований на 3 страницах и 2 приложения на 14 страницах.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** определена область и указаны основные направления исследования, показана актуальность темы диссертационной работы, дана краткая характеристика исследуемых вопросов, обозначена практическая ценность работы.

В **первой главе** рассмотрены этапы и перспективы развития IP-телефонии. Произведен литературный обзор сценариев работы IP-телефонии. Изучены основные кодеки и протоколы для работы IP-телефонии.

Во **второй главе** рассмотрены алгоритмы установления соединения между пользователями при использовании IP-телефонии, а также рассмотрена реализация дополнительных услуг на базе протокола SIP, которые были использованы при разработке голосовой системы связи. Проведен сравнительный анализ протоколов H.323 и SIP, в результате которого было определено использовать протокол SIP. Рассмотрены алгоритмы организации очереди и алгоритмы сглаживания пульсации трафика для повышения производительности в случаях перегрузки сети.

В **третьей главе** проведен сравнительный анализ работы кодеков при котором изменялись параметры: полоса пропускания, время задержки, дисперсия времени задержки и количество теряемых пакетов. На рисунке 1 показана схема сети для проведения эксперимента.

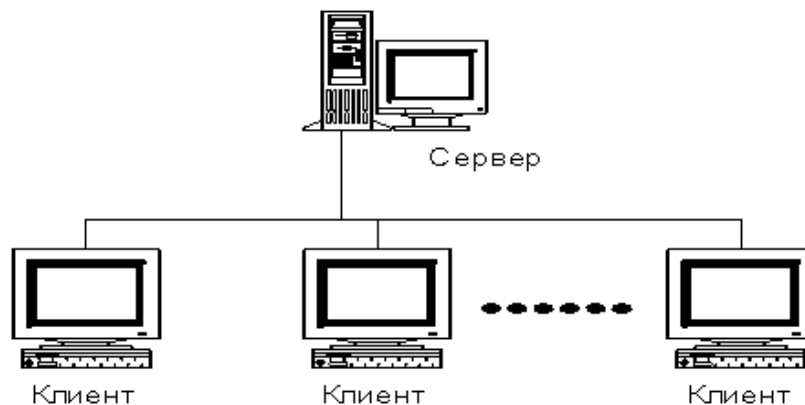


Рисунок 1 – Схема сети

Качество передачи голосовых данных в IP сетях измерялось коэффициентом нелинейных искажений. То есть все графики представляются в виде зависимости коэффициента гармоник от значений полосы пропускания, задержки пакетов, дисперсии задержки пакетов и потери пакетов. Зависимость коэффи-

коэффициента гармоник от пропускной способности представлена на рисунке 2. Зависимость коэффициента гармоник от задержки представлена на рисунке 3.

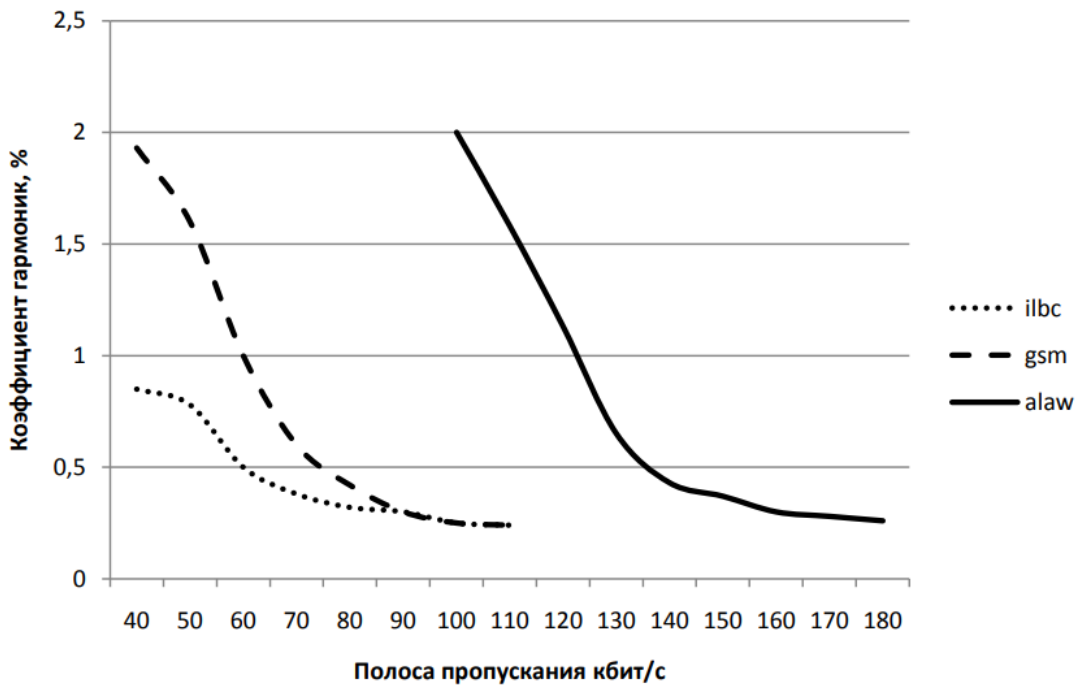


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента гармоник от пропускной способности

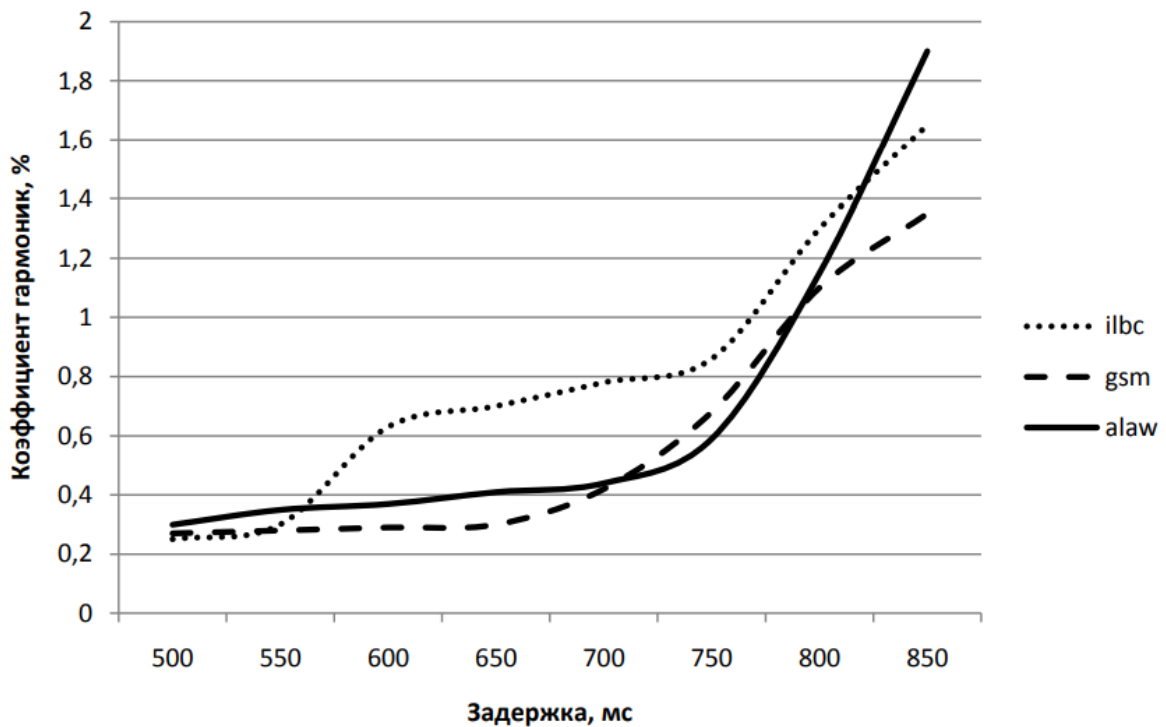


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента гармоник от задержки

Зависимость коэффициента гармоник от джиттера представлена на рисунке 4. Зависимость коэффициента гармоник от потерь пакетов представлена на рисунке 5

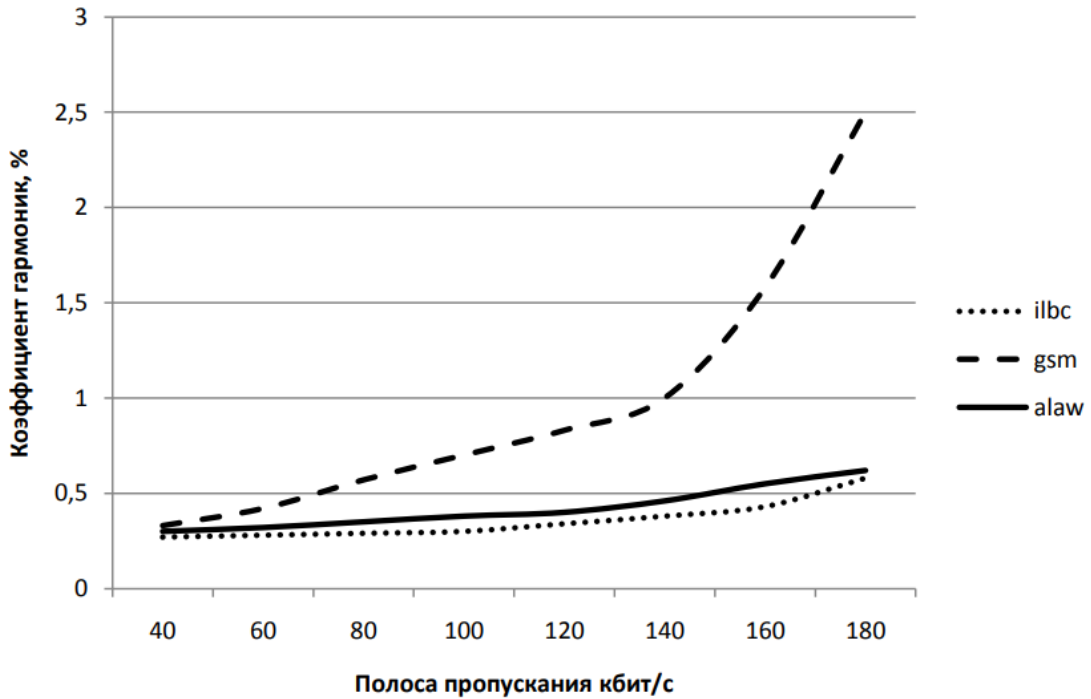


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента гармоник от джиттера

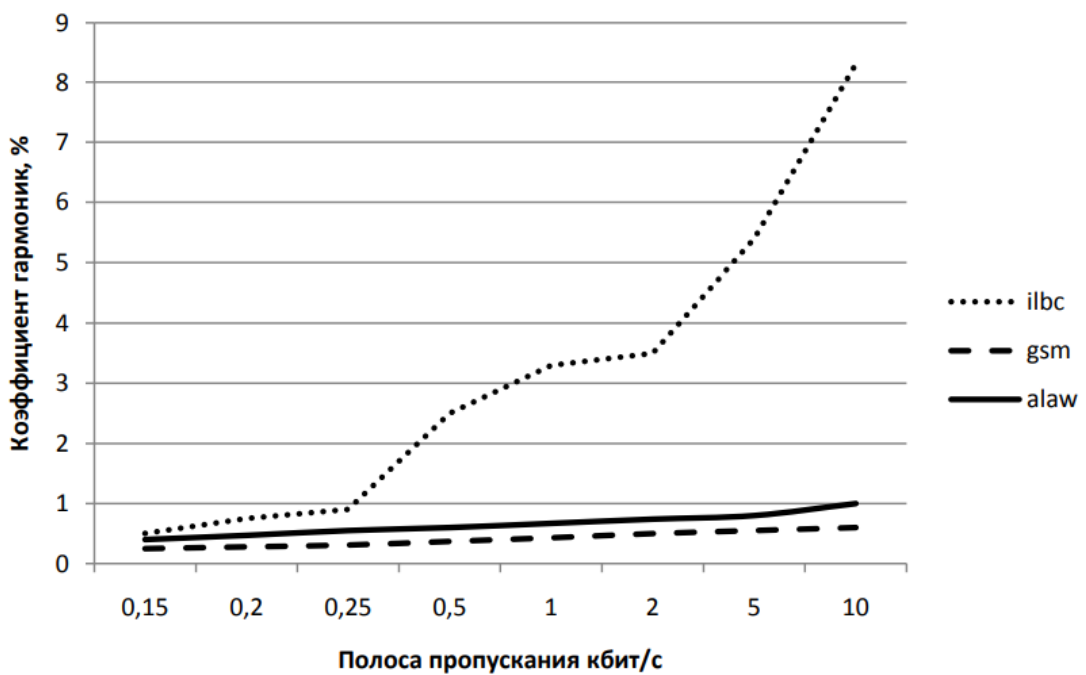


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента гармоник от потерь пакетов



Пропускная способность очень сильно влияет на коэффициент гармоник. При эмулировании пропускной способности меньшей чем скорость кодирования речи разных кодеков наблюдался достаточно большой коэффициент искажений. Причина этому – отброс пакетов на узле маршрутизации. При небольших потерях пакетов кодеки пытаются сгладить искажения. Но при достаточном увеличении процента потерь коэффициент гармоник стремительно растет вверх. При влиянии джиттера и задержек кодеки ведут себя стабильно, но при сильно больших значениях коэффициент линейным образом резко увеличивается.

На основе проведенного анализа разработан алгоритм, который с помощью рекомендаций, полученных во время эксперимента, выбирает подходящий кодек в зависимости от значений полосы пропускания, задержки пакетов, дисперсии задержки пакетов. В результате этого достигается повышение качества связи VoIP.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **Основные научные результаты диссертации**

В ходе выполнения диссертационного исследования были изучены различные модели и алгоритмы голосовых систем. Основной упор был сделан на исследование возможностей улучшения качества связи. Были получены следующие результаты:

- проведен сравнительный анализ кодеков и протоколов для IP-телефонии;
- проведен сравнительный анализ производительности и безопасности передачи голосовых сигналов на цифровые устройства;
- разработана архитектура голосовой системы;
- разработан алгоритм для улучшения качества связи в голосовых системах на основе комплексного применения кодеков;
- разработано программное средство, позволяющее достигнуть оптимального качества связи.

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Полученные результаты формируют теоретическую и практическую базу для разработки голосовых систем для улучшения качества связи VoIP с применением цифровых устройств общего назначения, функционирующих в режиме реального времени. Они могут быть использованы для модернизации и дальнейшего развития существующих систем.

Разработанный алгоритм, позволяющий применять комплексную оптимизацию, может применяться в сетях с различными параметрами для улучшения качества связи, что может расширить аудиторию потенциальных пользователей голосовых систем связи.

## **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**

[1] Белый, Д. В. Механизмы улучшения качества связи VoIP / Д. В. Белый // Компьютерные системы и сети: материалы 53-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов (Минск, 2 – 6 мая 2017 г.). – Минск: БГУИР, 2017. – С. 64 – 65.

[2] Белый, Д. В. Простой способ защиты информации от ошибок при её передаче по линиям связи / Д. В. Белый // Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные аспекты информационной безопасности» (Минск, 18 мая 2017 г.). / А.С Поляков, Д.В. Белый – Минск: Академия МВД, 2017. – С. 34 – 35.