

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

УДК 004.312.26

Корытко
Даниил Сергеевич

Моделирование кодеков речевых сигналов

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-45 80 01 «Системы, сети и устройства
телекоммуникаций»

Научный руководитель
Тарченко Надежда Владимировна
кандидат технических наук, доцент

Минск 2019

ВВЕДЕНИЕ

Проблема цифровой обработки и передачи сообщений неизменно привлекает внимание исследователей и разработчиков. Постоянное увеличение возможностей вычислительной аппаратуры приводит к разработке новых высокоэффективных алгоритмов цифровой обработки речевых сигналов.

На протяжении последних пяти лет цифровая обработка сигналов оказывает первостепенное и постоянно возрастающее влияние на такие отрасли, как телекоммуникации, цифровое телевидение, биомедицина и цифровая звукозапись.

В настоящее время происходит интенсивное развитие различных цифровых систем передачи данных, таких как космическая, спутниковая, мобильная связь и др. Постоянный рост числа абонентов и загруженности сетей подталкивают разработчиков к разработке все новых и более эффективных методов обработки информации, стремясь уменьшить необходимую скорость для передачи речевого сигнала.

Актуальность этого можно подтвердить, сравнивая характеристики кодеков в самом начале развития цифровой обработки сигнала и в настоящее время. Самый первый кодек – G.711, давал возможность передавать речевой сигнал со скоростью 64 кбит/с. Дальнейшее развитие ЦОС позволило создать новые способы обработки информации. Следующим шагом стало создание кодека G.726 со следующими скоростями: 40, 32, 24, 16 кбит/с. В настоящее время, например, кодек G.723 имеет скорости 6,3 и 5,3 кбит/с, что позволяет уменьшить первоначальную скорость в 10 – 12 раз. Кодек G.728 имеет скорость 16 кбит/с. Кодек G.729 имеет скорость 8 кбит/с.

В настоящее время ЦОС используется во многих областях, где раньше применялись аналоговые методы, кроме того, появились совершенно новые области применения, где было сложно или невозможно пользоваться аналоговыми устройствами. Привлекательность ЦОС обусловлена такими основными преимуществами:

1 Гарантированная точность. Точность определяется только числом задействованных битов.

2 Совершенная воспроизводимость. Можно идентично воспроизвести каждый элемент, поскольку отсутствуют отклонения, обусловленные устойчивостью отдельных составляющих. Например, используя методы ЦОС, цифровые записи можно копировать или воспроизводить многократно без ухудшения качества сигнала.

3 Отсутствует искажение характеристик из-за температуры или старости.

4 Полупроводниковые технологии позволяют повысить надежность, уменьшить размеры, снизить стоимость, понизить энергопотребление и увеличить скорость работы.

5 Большая гибкость. Системы ЦОС можно запрограммировать и перепрограммировать на выполнение различных функций без изменения оборудования. Это, пожалуй, одна из самых важных особенностей ЦОС.

6 Превосходная производительность. ЦОС можно использовать для выполнения функций, которые невозможны при аналоговой обработке сигналов. Например, можно получить линейную фазовую характеристику и реализовать сложные алгоритмы адаптивной фильтрации.

7 В некоторых случаях информация уже может быть записана в цифровом виде, и обрабатывать ее можно только методами ЦОС.

В ЦОС есть и свои недостатки. Однако благодаря новым технологиям значение этих недостатков постоянно уменьшается.

Используя все возможности цифровой обработки сигнала, возможно моделирование и расчет параметров системы в процессе обработки. Вышеуказанные преимущества позволяют выявлять и исправлять ошибки на стадии моделирования, что позволяет сэкономить огромные средства. Учитывая, что на каждом последующем этапе создания системы, стоимость ошибки возрастает в 10 раз по сравнению с предыдущим этапом.

Скорее всего, в обозримом будущем интерес к цифровой обработке сигнала продолжит расти, а ее развитие, как с промышленной, так и с академической точки зрения, будет продолжаться. Существование огромного количества процессоров для цифровой обработки сигналов свидетельствует о большом коммерческом значении ЦОС. Больше всего привлекает то, что цифровая обработка сигналов, позволяющая достичь высокой точности и идеального качества воспроизводимых сигналов[4].

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Целью диссертации является разработка программного продукта для моделирования кодеков речевых сигналов. Для достижения поставленной цели, сформулированы **следующие задачи**:

- Сравнительный анализ существующих кодеков речевых сигналов.
- Математический модели кодирования и декодирования речевых сигналов.
- Изучение научно-технической литературы.
- Разработка программного продукта для моделирования кодеков речевых сигналов.

Объектами исследования являются кодеки речевых сигналов используемые в современных телекоммуникационных системах.

Предметом исследования выступают методы и рекомендации по проектированию и реализации кодеков речевых сигналов.

Теоретическая и методологическая основа исследования

В основу диссертации легли математические модели, описывающие кодеки речевых сигналов. Для получения результатов

исследования использовался собственный разработанный программный продукт.

Научная новизна работы заключается в разработке программного продукта, позволяющего оценить основные характеристики кодеков речевых сигналов качественно и количественно.

Теоретическая значимость диссертации заключается в том, что в ней исследованы кодеки речевых сигналов, проведен сравнительный анализ характеристик кодеков речевых сигналов, описаны основные принципы, которые заложены в реализации кодеков, и получены данные, оценивающие качество воспроизводимой речи для разных типов кодеков.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанный программный продукт может использоваться в обучающих целях, научных исследованиях и позволяет оценивать качество речевых кодеков методами экспертных оценок и с помощью количественных значений определенных характеристик.

Апробация и внедрение результатов исследования

Результаты исследования были представлены на 54-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, и на XXII Международной научно-технической конференции «Современные средства связи».

Отдельные положения диссертации, в частности разработанная программа, полученные результаты исследований рекомендованы для использования при следующих учебных дисциплин учебный дисциплин: «Цифровые телекоммуникационные системы», «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей», «Алгоритмы цифровой обработки сигналов», а также «Методы формирования и обработки телекоммуникационных сигналов».

Приоритетные направления научных исследований

Тема диссертационной работы соответствует пункту 5 приоритетных направлений научных исследований Республики Беларусь на 2016–2020 гг., утвержденных Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 190 от 12 марта 2015 г. " Информатика и космические исследования".

Структура и объем работы. Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, четырех разделов и заключения, библиографического списка и приложений.

Диссертация выполнена самостоятельно, проверена на плагиат. Оригинальность работы составляет 85,63%. Все заимствованные материалы имеют ссылки на литературные источники.

утвержденных Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 190 от 12 марта 2015 г. " Информатика и космические исследования"

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первом разделе представлен сравнительный анализ существующих кодеков речевых сигналов, таких как ИКМ кодеков, вокодеров и гибридных кодеков. Представлена классификация кодеков речевых сигналов, описаны преимущества и недостатки для каждого типа кодеков. Представлена информация о распространенности разных типов кодеков в системах телекоммуникаций.

Во втором разделе описаны основные параметры разработанной программы для моделирования кодеков речевых сигналов. Описаны основные возможности данной программы, такие как:

- кодирование сигнала;
- передача сигнала по каналу связи;
- декодирование сигнала.
- фильтрация сигнала в заданной полосе частот;
- расчет спектра сигнала;
- ввод ошибок в канал передачи;
- изменение коэффициента ошибок;
- графическое и численное представление результатов моделирования.

Представлена блок-схема программы-оболочки, инструкция по использованию данной программы и рекомендации. –

В третьем разделе описаны следующие речевые кодеки: G.711 – ИКМ, G.726 – АДИКМ, G.723 – MP-MLQ – множественная импульсная, многоуровневая квантизация, G.728 – LD-CELP – кодек с управляемым кодом с линейным предсказанием и малой задержкой, G.729 CS-ACELP основан на модели кодирования с линейным предсказанием с кодовым возбуждением. Описан принцип работы для каждого кодека, представлены блок-схемы кодера и декодера, приведена математическая модель для каждого кодека в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т.

В четвертом разделе представлены результаты моделирования, для каждого кодека, приведены осциллограммы исходных и декодированных сигналов, приведены математические расчеты для кодеков с ИКМ, которые подтверждают правильную работу смоделированных кодеков. Были проведены исследования, позволяющие оценить и подтвердить качество смоделированных гибридных кодеков.

Диссертация выполнена самостоятельно, проверена на плагиат. Оригинальность работы составляет 85,63%. Все заимствованные материалы имеют ссылки на литературные источники.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного исследования в рамках дипломной работы были смоделированы кодеки речевых сигналов G.711, G.726, G.723, G.728, G.729.

Была создана программа-оболочка для удобного исследования и тестирования кодеков.

В ходе магистерской работы были сформулированы требования к программе моделирования. На основе патентного и библиографического поиска дана классификация кодеков речевых сигналов, были проведены сравнения основных характеристик кодеков: битовая скорость, сложность реализации, количество выполняемых операций в секунду и субъективная оценка качества.

Результаты моделирования показали, что самым эффективным из исследуемых кодеков, является кодек рекомендации МСЭ–Т стандарта G.723. Скорость передачи составляет 6,3 кбит/с, что в 10 раз меньше, чем кодек стандарта G.711, при этом, не ухудшается качество воспроизведения.

В результате проделанной работы, была создана программа на основе системы MATLAB, которая используется в учебных целях. Универсальность программы-оболочки позволяет дополнять ее новыми программами моделирования кодеков. Данная программа призвана увеличить интерес у студентов к ЦОС, а также более близко ознакомиться с системами моделирования, например, MATLAB.

Список собственных публикаций

1-А Коротко Д. С. Моделирование кодеков речевых сигналов / Д. С. Коротко, Н. В. Тарченко //54-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. – Минск: БГУИР, 2018 – С. 8–9.

2-А Коротко Д. С. Моделирование кодеков речевых сигналов / Д. С. Коротко, Н. В. Тарченко // XXII Международная научно-техническая конференция “Современные средства связи”. – Минск: 2017 – С. 24–25.