

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

УДК _____

Андреев Игорь Дмитриевич

Система воспроизведения звука с цифровой тонкомпенсацией

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-40 80 01 “Элементы и устройства вычислительной
техники и систем управления”

Научный руководитель
Азаров Илья Сергеевич
доктор технических наук, доцент

Минск 2018

Работа выполнена на кафедре электронных вычислительных средств учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **Азаров Илья Сергеевич**,
доктор технических наук, доцент кафедры
электронных вычислительных средств
учреждения образования «Белорусский
государственный университет информатики и
радиоэлектроники»

Рецензент: **Меженная Марина Михайловна**,
кандидат технических наук, доцент кафедры
инженерной психологии и эргономики
учреждения образования «Белорусский
государственный университет информатики и
радиоэлектроники»

Защита диссертации состоится «22» июня 2018 года в 10 часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г. Минск, ул. П.Бровки, 6, 1 уч. корп., ауд. , тел.: 293-89-46, e-mail: kafevs@bsuir.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

ВВЕДЕНИЕ

Характерной чертой современного общества является постоянное использование медиа контента. По улицам городов перемещаются тысячи людей в наушниках. Прослушивание музыки и просмотр видео в дороге, дома, на работе приобрело массовый характер. Такой образ жизни обусловлен общедоступностью современных медиа платформ и высокоскоростного беспроводного интернета. Однако далеко не каждый имеет возможность насладиться всей полнотой звука в воспроизводимых аудио- и видеозаписях ввиду недостаточного качества воспроизведения звуковых сигналов аппаратурой массового потребления.

До сих пор существует проблема разборчивости звуковых сигналов, обусловленная искажениями воспроизводящего оборудования, фоновым шумом и слуховыми особенностями слушателя. Для пользователя она может выражаться в следующем:

- полнота ощущения при прослушивании музыкальной композиции недостаточна;

- из «звуковой картины» пропадают некоторые музыкальные инструменты;

- воспроизводимые звуки могут звучать неестественно;

- страдает детализация фона (например, голоса торговцев на записи рыночной площади накладываются друг на друга, вследствие чего вместо относительно тихих, но различимых фраз людей получаем шум, в котором невозможно что-либо разобрать).

Основным параметром, влияющим на разборчивость звука, является звуковое давление. Чем оно выше, тем громче для человеческого уха аудио сигнал, и тем выше разборчивость. В условиях фоновых шумов, либо искажений оборудования слушатель вынужден повышать громкость. С одной стороны, повышенное звуковое давление негативно сказывается на здоровье слуха. С другой стороны, любая аудиозапись предварительно обрабатывается звукорежиссером. Аудио дорожка модифицируется таким образом, чтобы слушатель получил задуманные композитором ощущения от прослушивания. Запись производится при определенном уровне громкости. Если громкость отличается от этого уровня, то «звуковая картина» искажается и человек слышит больше либо меньше звуков, чем должен.

При повышении громкости все частотные составляющие звука становятся громче в том числе шумы и искажения, при понижении часть звука пропадает из восприятия что приводит к ухудшению разборчивости. В обоих случаях меняется субъективная относительная громкость между частотными составляющими звука что влияет на общее восприятие звука, искажается «звуковая картина».

Для решения описанной проблемы повышения разборчивости предлагается использовать подход на основе цифровой тонкомпенсации.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель работы заключается в исследовании изменений субъективной относительной громкости частотных составляющих звука при линейном изменении общей громкости, а также в разработке и реализации способа цифровой тонкомпенсации, позволяющего увеличить разборчивость в условиях тихого прослушивания и/или при наличии индивидуальных особенностей слуха. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать влияние изменения громкости на субъективное качество звука;
- разработать способ изменения громкости, сохраняющий субъективную относительную громкость частотных составляющих звука;
- разработать систему коррекции громкости на основе тонкомпенсации при помощи цифрового банка фильтров с учетом индивидуальных особенностей слуха;
- оценить возможную степень повышения разборчивости при использовании разработанного подхода.

Объектом исследования является персонифицированная система воспроизведения звука с цифровой тонкомпенсацией, а **предметом** исследования – способ частотно-зависимой коррекции громкости при помощи цифрового банка фильтров.

Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям научных исследований в Республике Беларусь на 2015 – 2020 годы, в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 22 апреля 2015 г. №166 «О приоритетных направлениях научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016 – 2020 годы» п.7.6: «Технологии развития информационного общества».

Результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на конференции «Цифровая обработка сигналов и её применение DSPA-2018» и на 54-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГИУР, секция «Встраиваемые системы реального времени».

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В общей характеристике работы приведены цели и задачи исследования, описаны объект и предмет исследования, а также указана связь работы с приоритетными направлениями научных исследований. Приведены сведения о личном вкладе магистранта.

Во введении изложена суть проблемы разборчивости звуковых сигналов, ее важность и связь с громкостью.

В первой главе магистерской диссертации приводится краткое описание психоакустики как науки. В этой главе дается понятие абсолютного порога слышимости, а также описывается методика измерения слуховых порогов.

Вторая глава посвящена детальному изучению понятия громкости. В ней дается определение уровня громкости, приводится понятие кривой равной громкости. В конце главы описывается функция громкости.

В третьей главе дается более детальное описание проблемы разборчивости звуковых сигналов. Описывается метод компрессии динамического диапазона как стандартный способ коррекции громкости звукорежиссером. Далее приводятся существующие реализации тонкомпенсации, ни один из которых не сохраняет относительную субъективную громкость частотных компонент. Затем предлагается новая функция коррекции громкости, на которой построена разработанная модель. В конце главы дается описание системы на основе ДПФ-модулированного банка фильтров, структуры банков фильтров анализа и синтеза.

В четвертой главе приведена методика проводимых экспериментов. Далее производится анализ полученных результатов экспериментов.

В заключении перечислены основные результаты, полученные в ходе выполнения диссертационного исследования, а также приведены дальнейшие направления исследований.

В приложении А приведены описания функций модели системы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения диссертационного исследования был проведён анализ способов изменения громкости, а также влияние стандартных способов коррекции громкости на качество звука. Полученные результаты показали, что стандартный способ изменения громкости, а именно умножение всего частотного диапазона на фиксированный коэффициент, приводит к ухудшению разборчивости на малых громкостях. Более того, существующие

способы тонкомпенсации не предусматривают сохранения относительной громкости компонент. И хотя они несколько повышают разборчивость, но вносят искажения в звуковой сигнал.

В работе реализован эффект тонкомпенсации. Эффект учитывает неравномерность частотной шкалы слухового восприятия человека. Кроме того, в качестве основного параметра при уменьшении громкости используется не объективная величина SPL, а субъективная громкость, что позволило сохранить относительную громкость частотных составляющих сигнала. Работоспособность модели подтверждена экспериментами с применением метода средней оценки экспертов.

Несмотря на то, что при понижении громкости уменьшение разборчивости без применения системы коррекции громкости происходит быстрее, разработанный алгоритм все еще не совершен. Настройка модели под конкретного пользователя – процесс сложный и отпугивающий. Поэтому необходимо более детально исследовать способы снятия аудиограмм. Кроме этого, необходимо предусмотреть способ коррекции «неправильных» аудиограмм, чтобы избежать искажений на высоких громкостях.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Андреев, И Повышение разборчивости звука при помощи цифровой тонкомпенсации / И. Д. Андреев, И. С. Азаров // 20-я Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и ее применение – DSPA2018», доклады, Том 1. – 2018. – С.174–178.

2. Андреев, И. Персонализация звучания при помощи цифровой тонкомпенсации / И. Д. Андреев // Компьютерные системы и сети: материалы 54-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 23 – 27 апреля 2018 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2018. – С. 224 – 225.