

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГАОУ ВО НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

Факультет компьютерных наук  
Образовательная программа «Прикладная математика и информатика»

Отчет о программном проекте на тему:  
IOS-приложение с Stereo Audio

**Выполнил:**

студент группы БПМИ219  
Сечкарь Константин Сергеевич

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(дата)

**Принял руководитель проекта:**

Сосновский Григорий Михайлович  
Приглашенный преподаватель департамента программной инженерии  
Факультета компьютерных наук НИУ ВШЭ

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(дата)

Москва 2023

# Содержание

<b>Аннотация</b>	<b>3</b>
<b>1 Введение</b>	<b>4</b>
1.1 Процесс сведения . . . . .	4
1.2 Stereo Audio для сведения и микширования . . . . .	4
<b>2 Задачи</b>	<b>4</b>
2.1 Изучение Swift и XCode . . . . .	4
2.2 Анализ приложений-аналогов . . . . .	4
2.2.1 Pioneer Rekordbox . . . . .	4
2.2.2 Serato DJPro . . . . .	5
2.2.3 djay Pro . . . . .	5
2.2.4 VirtualDJ . . . . .	6
2.3 Анализ применений Spatial Audio . . . . .	7
2.4 Создание приложения . . . . .	7
2.4.1 Создание UI . . . . .	7
2.4.2 Работа с аудио . . . . .	8
<b>3 Назначение приложения</b>	<b>8</b>
<b>4 Заключение</b>	<b>9</b>
<b>Список литературы</b>	<b>10</b>

## Аннотация

Функцию "Пространственное аудио"(Spatial/Stereo Audio) поддерживают наушники с режимом "Прозрачность". Задачей этой курсовой работы является реализация приложения для сведения и микширования аудио дорожек. Вышеупомянутый режим используется чтобы слышать выходной звук не снимая наушников, а Spatial Audio нужно для ясного предварительного прослушивания. Это обеспечивает регулировка функции во время прослушивания а так же легкий и понятный интерфейс управления ей.

## Ключевые слова

Сведение/Микширование, Дека, Контроллер, Пространственное аудио(Spatial Audio/Stereo Audio), Предварительное прослушивание(Pre-cueing), Cue Points, Тональность(Pitch), Темп(BPM), Кроссфейдинг(Crossfading)

# 1 Введение

## 1.1 Процесс сведения

Во время сведения играет аудио дорожка, установленная на одной из дек. Для незаметного перехода к другой дорожке диджей слушает ее в наушниках(Pre cueing). Впоследствии в наушниках также можно включить обе дорожки одновременно. Только после полной готовности второй дорожки диджей переключает трек при помощи кросс-фейдера, который одновременно регулирует громкость двух дорожек, обеспечивая плавный переход

## 1.2 Stereo Audio для сведения и микширования

Во время предварительного прослушивания обычно используются накладные наушники, которые снимают когда вторую дорожку слушать не надо. Режим "Прозрачность" же на наушниках с функцией "Пространственное аудио" позволяет слышать окружение ясно не снимая их. Однако при синхронном прослушивании двух аудио треков в обычном режиме звук ухудшается, а так же мешает прослушиванию звук с внешнего устройства. Эту проблему помогает решить Spatial Audio, используемое вместе с режимом "Шумоподавление" часто применяемом при микшировании.

# 2 Задачи

## 2.1 Изучение Swift и XCode

Для создания приложения было необходимо выучить синтаксис языка Swift и научиться работать с XCode при помощи первых двух глав книги "Beginning IOS16 Programming with Swift and UIKit" от AppCoda [2]

## 2.2 Анализ приложений-аналогов

### 2.2.1 Pioneer Rekordbox

Это приложение предназначено только для использования с внешним диджей пультом, поэтому не так актуально для анализа. Однако из его минималистичного интерфейса выделяются главные функции для реализации: загрузка треков из библиотеки, Cross-Fading треков т.е. непосредственно сведение. Rekordbox не использует функции наушников Apple и служит скорее примером для структуры и функций приложения

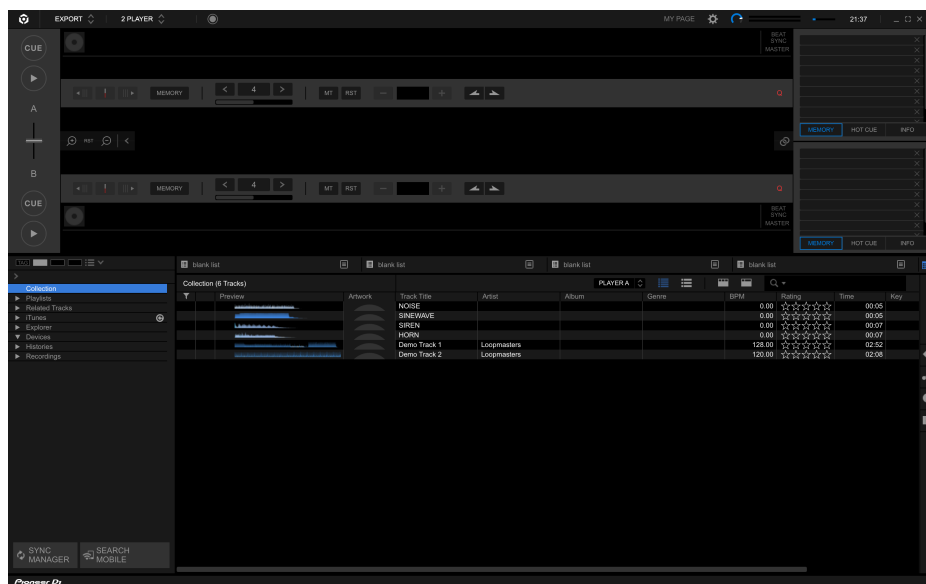


Рис. 2.1: Интерфейс приложения Rekordbox

## 2.2.2 Serato DJPro

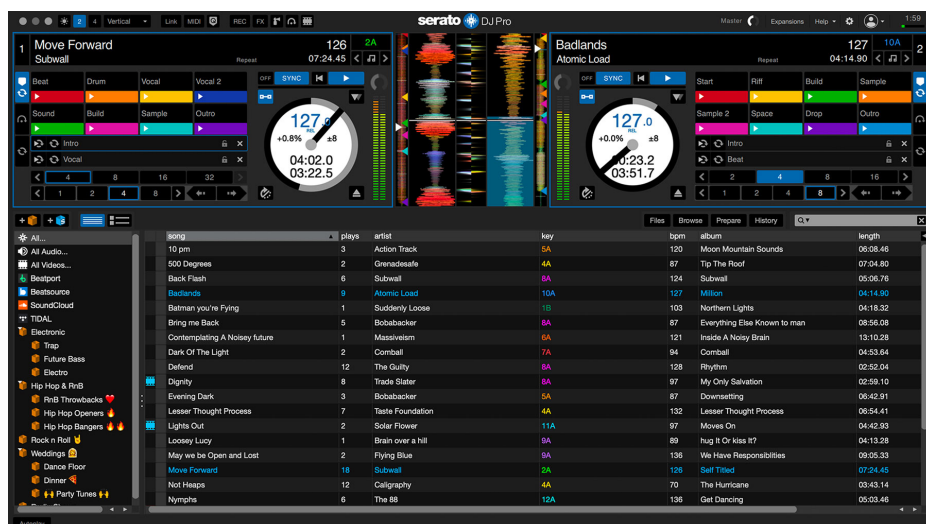


Рис. 2.2: Интерфейс приложения Serato DJPro

Интерфейс приложения Serato выглядит понятнее. Два круга, визуализирующих деки. Также стоит отметить доступность контроллера Cue Points и функции Loop

## 2.2.3 djay Pro

Это приложение доступно на iPad, поэтому оно являлось главной основой для создания интерфейса моей программы. Основные функции в режиме ручного микширования согласуются с выделенными ранее. Отдельно стоит выделить удобный вид прогресса и формы волны звуковых дорожек. Также трек удобно размечен линиями для разметки темпа.

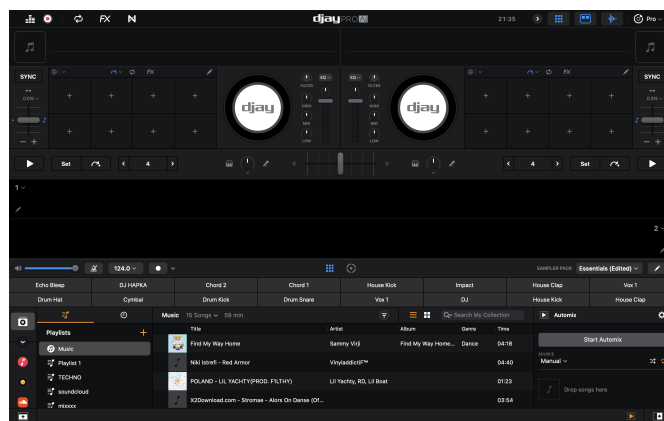


Рис. 2.3: Интерфейс приложения djay Pro



Рис. 2.4: "Про" Интерфейс приложения djay Pro при загруженной музыке на обе деки

## 2.2.4 VirtualDJ



Рис. 2.5: Интерфейс приложения virtualDJ

Приложение является самым распространенным. Интерфейс понятный, прогресс аудиодорожек расположен горизонтально, подобно "Классическому" интерфейсу djay Pro. Интерфейс понятен при работе с внешним диджей контроллером, однако был бы неудобен в ис-

пользовании на Ipad(Этого приложения на нем нет). Однако опять же стоит подчеркнуть похожесть интерфейса на диджей контроллер.

## 2.3 Анализ применений Spatial Audio

Функция Spatial Audio позволяет регулировать местоположение звука в пространстве, создаваемом наушниками. Это позволяет направить два разных звука из разных точек, что улучшает слышимость каждой аудио дорожки. Подобную черту можно заметить рассмотрев приложения для аудио звонков. Когда одновременно говорят несколько участников звонка, слова невозможно ясно услышать. Но при личном обсуждении, благодаря разному расположению участников в пространстве, все слышно разборчиво. Теория была в том, что используя Spatial Audio можно расположить источники звука в разных местах аудио пространства и улучшить качество слышимости обеих дорожек. После создания приложения для проигрывания двух файлов с функцией Spatial Audio, стало заметно как качество звука повысилось и теория оказалась верна. Такое свойство звука может применяться при сведении аудио дорожек, улучшая качество звука при предварительном прослушивании.

## 2.4 Создание приложения

Для создания каркаса приложения и ознакомления с возможностями AVAudioEngine я прошел "AVAudioEngine Tutorial for iOS: Getting Started" на [kodeco.com](http://kodeco.com) [1].

### 2.4.1 Создание UI

В приложении для миксинга UI должен быть интуитивным. Расположение библиотеки внизу, а контроллера сверху можно увидеть в любом приложении для микширования. Остальные элементы расположены так для возможности управления с Ipad и интуитивного управления; за основу взят внешний вид настоящего DJ-контроллера.

UI приложения создан при помощи Storyboard для основы интерфейса и UIKit [5] для создания элементов в коде.

Конечно приложение выглядит очень просто, ведь для создания интерфейса использовались базовые элементы, представленные в среде разработки. Однако их просто настраивать, и в будущем в качестве улучшения можно придать приложению узнаваемый стиль.

## 2.4.2 Работа с аудио

Фреймворк AVFoundation [4] это стандарт для работы со звуком при создании IOS приложений, однако он является инструментом и для создания сложных приложений, использующих звук.

За все устройство аудио отвечает аудио движок(AVAudioEngine) у которого есть микшерный и выходной проигрыватель. К нему подключается два плеера через цепочку узлов, позволяющих обработку темпа, тональности и частот аудио дорожки. Такое позволяет не только легко работать со всеми свойствами аудио, нужными для сведения.

Для ручной регулировки громкости, темпа и тональности используются ползунки, но есть и автоматическая синхронизация. Тональность и темп аудио взаимосвязаны, и возникла необходимость изучить как менять тональность после смены темпа на music.stack.exchange [6] и документацию изменения тональности при помощи AVAudioUnitTimePitch [3]. Значение темпа указывается в BPM(beats per minute), а для тональности латинские обозначения нот. Обе системы распространенные и понятные, а главное легкие в использовании.

Песни представляют собой структуру с всей информацией, включающей в себя темп, тональность, а так же cue points для воспроизведения трека с конкретного момента, которых 4, как и в большинстве программ для сведения.

Отдельное внимание уделено кроссфейдингу. В любом приложении-аналоге есть настройка прямых кроссфейдинга, регулирующих как перестраивается громкость. В моем приложении так же есть разные варианты сведения громкости звука.

## 3 Назначение приложения

Приложение позволяет в реальном времени сводить два аудио трека. Оно обеспечивает как ручное, так и автоматическое управление темпом и тональностью песен; позволяет устанавливать cue points, мгновенно создавать Loop и регулировать его длину во время произведения.

Основной особенностью программы является использование функций наушников AirPods Pro/Max, что делает эту программу возможной только с девайсами Apple. Примеров таких приложений много, например Logic Pro для звукозаписи, доступный на macOS и iPad.

Использование этих функций упрощает pre cueing и делает его более точным. Предварительное прослушивание может осуществляться в режиме "Шумоподавления что помогает диджею яснее слышать аудио при сведении. Во время предварительного прослушивания



также используется функция Spatial Audio и регулируются ее настройки для лучшего распознавания двух отдельных источников звука. А когда на втором проигрывателе аудио файла не установлено, диджей может оставаться в наушниках, включив режим "Прозрачность".

## 4 Заключение

В итоге работы удалось выполнить вышеописанные задачи и создать приложение которое упрощает сведение музыки, используя технологии наушников AirPods. Функция "Spatial Audio" помогает расслышать два трека, играющих синхронно яснее. Это может использоваться например в звонках, чтобы два участника могли говорить одновременно. Мое приложение же использует функцию для сведения музыки, так же учитывая, что в наушниках с Spatial Audio есть режимы "Шумоподавление" и "Прозрачность". Используя их вместе можно улучшить качество сведения, а так же упростить сам процесс, продемонстрировав этим одно из применений функции "Пространственное звучание".

## Список литературы

- [1] Ryan Ackermann. *AVAudioEngine Tutorial for iOS: Getting Started*. URL: <https://www.kodeco.com/21672160-avaudioengine-tutorial-for-ios-getting-started>.
- [2] AppCoda. *Beginning IOS16 Programming with Swift and UIKit*. URL: <https://www.appcoda.com/learnuikit/playgrounds.html>.
- [3] Apple. *Documentation/.../AVAudioUnitTimePitch*. URL: <https://developer.apple.com/documentation/avfaudio/avaudiounittimepitch>.
- [4] Apple. *Documentation/AVFoundation*. URL: <https://developer.apple.com/documentation/avfoundation/>.
- [5] Apple. *Documentation/UIKit*. URL: <https://developer.apple.com/documentation/uikit/>.
- [6] piiperi Reinststate Monica. *Last answer in the forum*. URL: <https://music.stackexchange.com/a/98690>.