



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Направление подготовки: 09.03.04 «Программная инженерия»

ООП/ОПОП: Разработка программно-информационных систем

Отделение школы (НОЦ): ОИТ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка сервиса генерации музыки на основе нейросетевого подхода

УДК 004.4`277.4:004.032.26

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K93	Бабинов Данил Андреевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Марухина Ольга Владимировна	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	Д.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Чердынцев Евгений Сергеевич	К.Т.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах).
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.
ОПК(У)-2	Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.
ОПК(У)-3	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке стандартов, норм и правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью.
ОПК(У)-5	Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем.
ОПК(У)-7	Способен осуществлять выбор платформ и инструментальных программно-аппаратных средств для реализации информационных систем
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен выполнять интеграцию программных модулей и компонент.

ПК(У)-2	Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения.
ПК(У)-9	Способность использовать когнитивный подход и воспринимать (обобщать) научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.
ПК(У)-13	Способность использовать информационные технологии и инструментальные средства при разработке проектов.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 09.03.04 Программная инженерия
Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП/ОПОП
_____ Чердынцев Е.С.
(Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8К93	Бабинов Данил Андреевич

Тема работы:

Разработка сервиса генерации музыки на основе нейросетевого подхода
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	09.06.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)	Объектом проектирования является сервис генерации музыки на основе нейросетевого подхода.
---	--

Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i>	1. Изучение предметной области и поиск данных для обучения 2. Программная реализация нейросети и апробация результатов 3. Разработка и реализация интерфейса 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Слайды в формате pptx, демонстрирующие результаты работы
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али оглы
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2023
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Марухина Ольга Владимировна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K93	Бабинов Данил Андреевич		



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 09.03.04 «Программная инженерия»
Уровень образования – Бакалавриат

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
8K93	Бабинов Данил Андреевич

Тема работы:

Разработка сервиса генерации музыки на основе нейросетевого подхода		
Срок сдачи обучающимся выполненной работы:		09.06.2023
Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.03.2023	Изучение предметной области и поиск данных для обучения	20
25.04.2023	Программная реализация нейросети и апробация результатов	20
25.05.2023	Разработка и реализация интерфейса	30
15.05.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение	10
15.05.2023	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Марухина Ольга Владимировна	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП/ОПОП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Чердынцев Евгений Сергеевич	к.т.н.		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K93	Бабинов Данил Андреевич		

Оглавление

Оглавление	7
Реферат	10
Введение	11
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	13
1. Основной раздел	14
1.1 Анализ существующих проектов по генерации музыки	14
1.1.1 Melobytes	14
1.1.2 Computoser	14
1.1.3 AI Duet	15
1.1.4 Dadabots	16
1.1.5 MuseNet	16
1.1.6 Сравнительный анализ	17
1.2 Ключевые особенности разработки	18
1.3 Выбор инструментов реализации	19
1.3.1 Язык программирования	19
1.3.2 Библиотеки Python	20
1.3.3 Среда выполнения	20
1.4 Алгоритм генерации музыки	22
1.4.1 Обучение	22
1.4.2 Генерация	23
1.5 Архитектура нейросети	25

1.6	LSTM сеть.....	27
1.7	Формат данных	28
1.8	Набор данных.....	30
1.9	Выбор целевой платформы.....	32
1.10	Создание макета интерфейса приложения	34
1.10.1	Выбор инструментария.....	34
1.10.2	Поиск референсов	36
1.10.3	Создание макета	40
1.11	Выбор инструментария для разработки.....	41
1.12	Реализация интерфейса.....	44
1.13	Результат работы по разделу.....	47
	Задание для Раздела «Финансовый Менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	48
2.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	50
2.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	50
2.2	Анализ конкурентных технических решений	51
2.3	Планирование научно-исследовательских работ	58
2.3.1	Структура работ в рамках научного исследования	58
2.4	Бюджет научно-исследовательских работ	63
2.4.1	Расчет материальных затрат НИР	63
2.4.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) целей	64
2.4.3	Основная заработная плата исполнителя темы	65
2.4.4	Расчет дополнительной заработной платы исполнителей темы	68

2.4.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	68
2.4.6	Накладные расходы	70
2.4.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	71
2.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .	72
2.6	Вывод по главе.....	74
Задание для раздела «Социальная ответственность»		76
3.	Социальная ответственность.....	78
3.1	Введение	78
3.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения	79
3.2.1	Правовые нормы трудового законодательства	79
3.3	Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны	80
3.4	Производственная безопасность	81
3.5	Экологическая безопасность	85
3.6	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	86
3.7	Вывод по разделу	87
Заключение		89
Список использованных источников		90

Реферат

Ключевые слова: генерация, разработка, музыка, нейросети, глубокое обучение.

Объектом исследования является генерация музыки на основе нейросетевого подхода.

Цель работы разработка приложения для генерации музыки на основе нейросетевого подхода.

В процессе исследования были осуществлены изучение методов машинного обучения и анализ существующих проектов по данной тематике, подготовлен набор данных, кроме того, была разработана архитектура и создан графический интерфейс для работы с приложением.

В результате исследования была обучена нейросеть, проведена апробация результатов работы сети и разработан графический интерфейс.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики – использование технологии рекуррентных нейросетей.

Степень внедрения – выполнена программная реализация.

Область применения: игровая индустрия, видеоблоги.

Экономическая эффективность/значимость работы – автоматизация генерации музыки для коммерческой деятельности.

В будущем планируется: улучшение архитектуры нейросети и изменение представления входных данных для повышения качества генерируемой музыки, кроме того, планируется обучить дополнительные модели для увеличения количества жанров генерируемой музыки.

Введение

В настоящее время создание медиа контента становится все более доступным и индивидуальным занятием, большая часть контента создается группами, включающими в себя от 1 до 10 человек, что хорошо наблюдается на примере интернет-блогов или видеоигр.

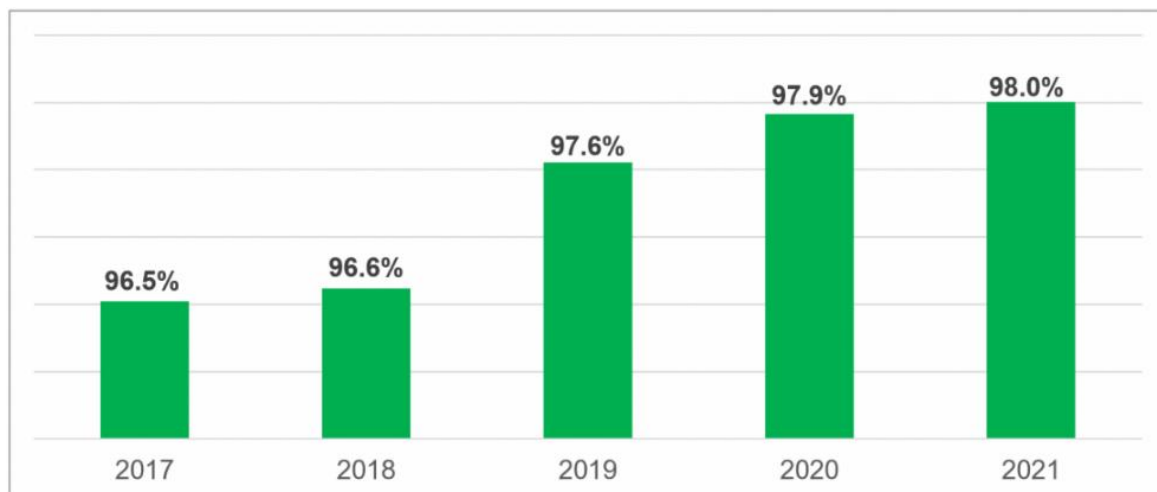


Рисунок 1. Процент вышедших инди игр в Steam от общего числа релизов.

Главной проблемой таких небольших команд является бюджет, который не позволяет приобретать лицензии на музыку и, тем более, не позволяет нанимать музыкантов. Но данную проблему могут решить искусственные нейронные сети (далее – нейросети), создавая или помогая создавать музыкальные треки людям, не имеющим прямого отношения к музыке.

Таким образом, цель данной работы – разработать программное обеспечение для генерации музыкальных треков для последующего использования при создании медиаконтента.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- Ознакомление с предметной областью, анализ публикаций и интернет-источников;
- Анализ функционала аналогичных программных продуктов;
- Выбор инструментария решения задачи;

- Разработка алгоритма решения задачи;
- Разработка архитектуры программного обеспечения;
- Реализация нейросети;
- Разработка и реализация интерфейса;

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ПО – программное обеспечение.

ООП – объектно-ориентированное программирование.

датасет - то механизм хранения информации, который предоставляет быстрый доступ к большим объемам данных

GPU - Графический процессор (GPU или Graphics Processing Unit)

CPU - Центральный процессор (CPU или Central Processing Unit)

OS – Operating System – операционная система.

API – Application Programming Interface – программный интерфейс приложения, интерфейс прикладного программирования

SDK – Software Development Kit – набор средств разработки

HTTP – HyperText Transport Protocol – протокол передачи гипертекста

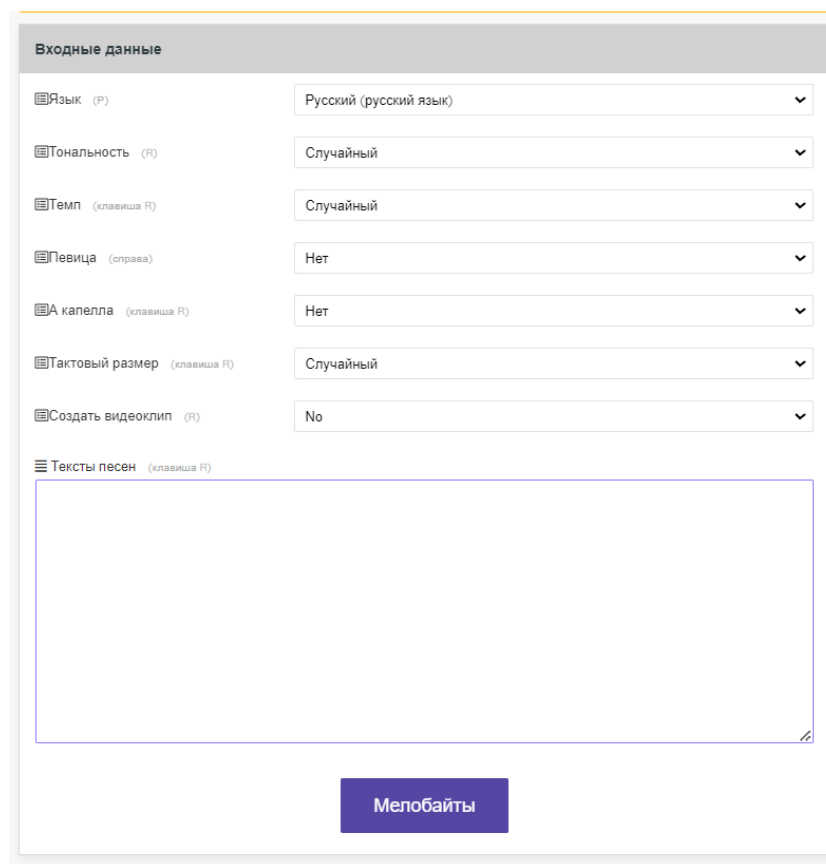
URI – Universal Resource Identifier – универсальный идентификатор ресурса

1. Основной раздел

1.1 Анализ существующих проектов по генерации музыки

1.1.1 Melobytes

Melobytes – нейросеть для создания музыки на основе текста. После анализа текста приложение создает на его основе мелодию [9]. В качестве пробы была создана мелодия на основе произведения «Лесной царь» Шуберта, однако, в получившемся результате нельзя было различить слова.



The screenshot displays the 'Входные данные' (Input data) section of the Melobytes application. It features a list of settings, each with a small icon and a label in parentheses: 'Язык (P)', 'Тональность (P)', 'Темп (клавиша R)', 'Певица (справа)', 'А капелла (клавиша R)', 'Тактовый размер (клавиша R)', and 'Создать видеоклип (P)'. Each setting is followed by a dropdown menu. The values are: 'Русский (русский язык)', 'Случайный', 'Случайный', 'Нет', 'Нет', 'Случайный', and 'No'. Below these settings is a section labeled 'Тексты песен (клавиша R)' with a large, empty text area. At the bottom right of the form is a blue button labeled 'Мелобайты'.

Рисунок 1. Интерфейс Melobytes

1.1.2 Computoser

Computoser – приложение, создающее музыку согласно настройкам пользователя. Позволяет выбрать настроение, инструмент, стиль. Однако и сервиса есть проблемы с доступом. [12].

Слушайте уникальную компьютерную музыку...

Computoser — это алгоритм «искусственного интеллекта», который превращает компьютер в композитора.

Каждый трек, который вы слышите, генерируется алгоритмически.

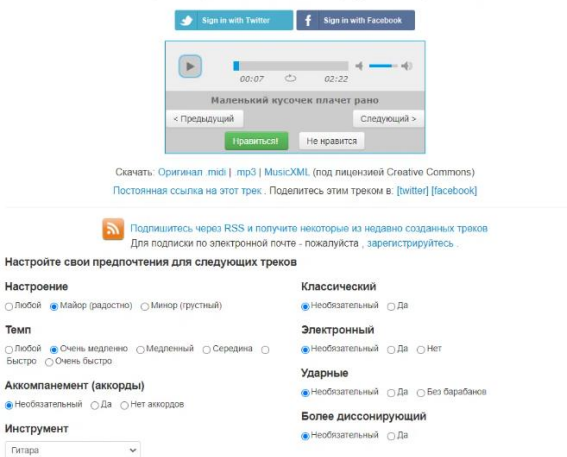


Рисунок 2. Интерфейс Computoser

1.1.3 AI Duet

AI Duet — необычное приложение использующее нейросети для взаимодействия с человеком, суть работы сети в том, чтобы компьютер подыгрывал человеку, когда тот играет, таким образом музыка создается на половину человеком, а на половину компьютером [13].

Тем не менее требуется хотя бы базовое умение игры на пианино.

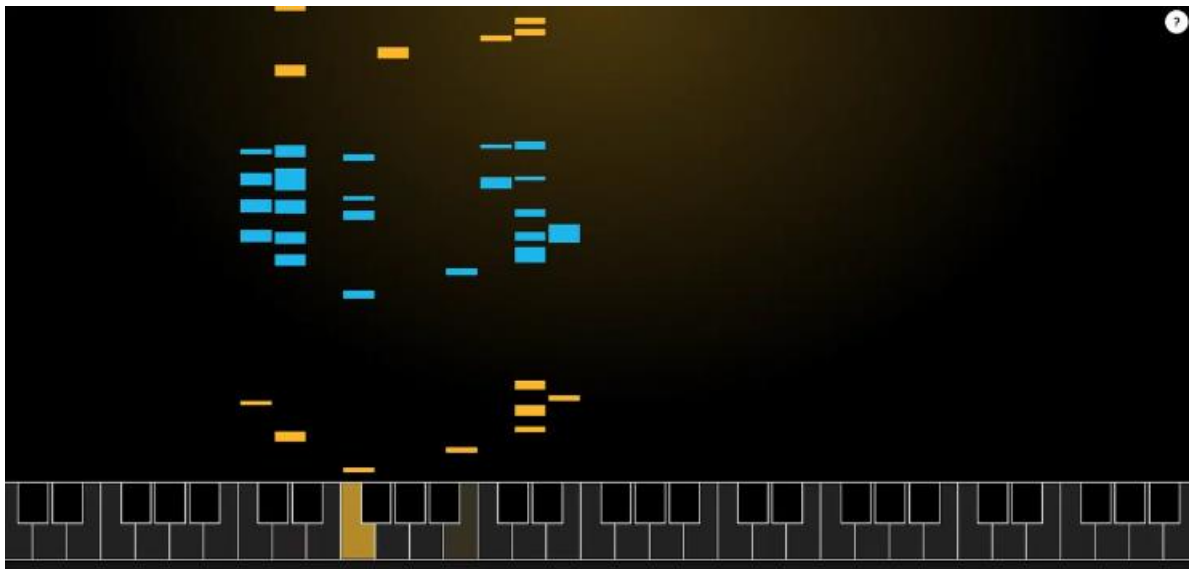


Рисунок 3. Интерфейс AI Duet

1.1.4 Dadabots

Dadabots – нейросеть написанная энтузиастами, ее особенность в непрерывной генерации металл-музыки и трансляции ее на YouTube. Ознакомиться с результатом работы этой программы можно в любой момент на соответствующем YouTube канале [11].

1.1.5 MuseNet

MuseNet – нейросеть для генерации музыки от крупной компании OpenAI, значительно превосходящая своих конкурентов как по качеству создаваемой музыки, так и по количеству настроек [10].

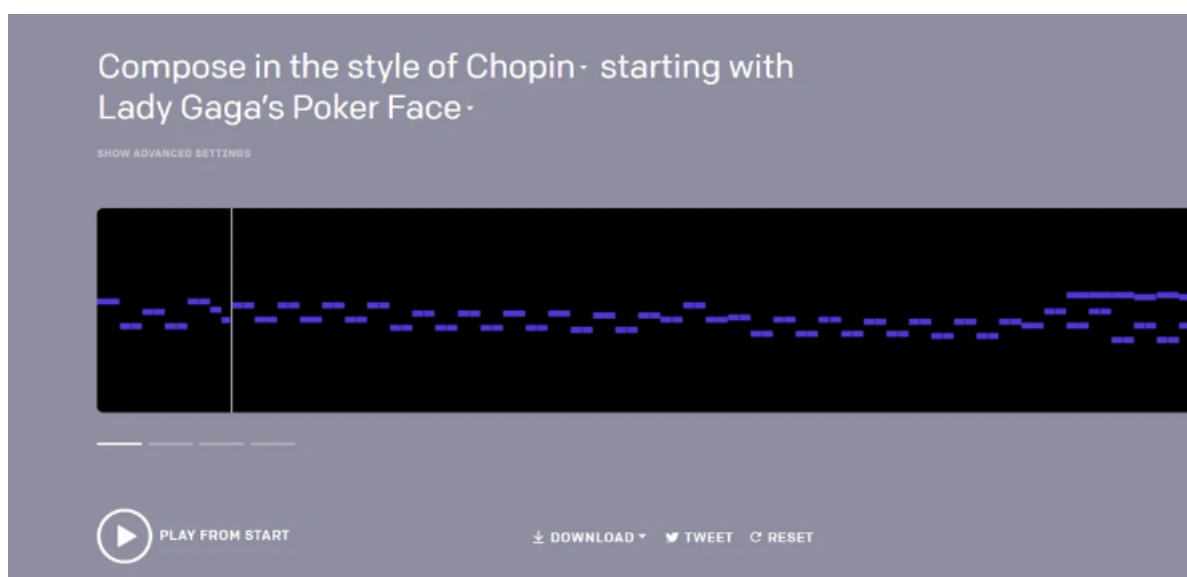


Рисунок 4. Веб сайт MuseNet

Нейросеть позволяет генерировать сложные мелодии, однако OpenAI представляет лишь API, что делает нейросеть доступной только для продвинутых пользователей.

1.1.6 Сравнительный анализ

Таблица 1. Сравнительный анализ проектов по генерации музыки

	Потоковая генерация	Взаимодействие между сетью и пользователем	Настройка генерации	Редактирование результата	Умное редактирование (с помощью нейросети)
Melobytes	Нет	Нет	Да	Нет	Нет
Computoser	Нет	Нет	Да	Нет	Нет
AI Duet	Нет	Да	Нет	Нет	Нет
MuseNet	Нет	Нет	Да	Нет	Нет
Dadabots	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
Наша система	Нет (Возможно в виде дополнительной функции)	Нет	Да	Да	Да

1.2 Ключевые особенности разработки

На основе сравнительного анализа, результат которого приведен в таблице 1, можно выделить следующие достоинства планируемой разработки:

- **Простота пользования**

Схожие по функционалу приложения, перегружены интересными, но на практике бесполезными функциями.

- **Возможность редактирования результата**

Большинство проектов подобной тематики, только генерируют музыку, в лучшем случае, позволяя предварительно настроить генератор, но не дают менять получившийся результат.

- **Объединение разных фрагментов музыки**

Ключевой особенностью будет дополнение и объединение готовых фрагментов музыки.

1.3 Выбор инструментов реализации

1.3.1 Язык программирования

После определения цели необходимо выбрать язык программирования, который будет соответствовать следующим параметрам:

- быстродействие;
- наличие уже реализованных проектов;
- простота реализации кода;
- наличие готовых библиотек.

Выбор состоял из двух языков программирования:

- C++
- Python

Явные достоинства C++:

- быстродействие,
- обилие библиотек,
- хорошая сочетаемость с Windows 10 (не требует дополнительного программного обеспечения).

Однако, несмотря на достоинства C++ был выбран язык программирования Python.

Python был выбран по следующим причинам:

- Большое количество курсов, уроков и реализованных подобных проектов на данном языке,
- Простота в установке программного обеспечения для работы с языком,

1.3.2 Библиотеки Python

Для реализации проекта была использована библиотека **TensorFlow**.

TensorFlow – Библиотека для машинного обучения, разработанная компанией Google для построения и обучения искусственных нейронных сетей. Данная библиотека на данный момент является стандартом в данной области и применяется большинством исследователей. API для работы с библиотекой реализован для Python, но существует поддержка и других языков программирования.

Помимо прочего, в проекте были использованы такие библиотеки как:

- **music21** – Инструментарий для компьютерного музыкального анализа и вычислительной музыковедения [8].
- **Keras** – фреймворк для глубокого обучения, предлагающий простые и согласованные API, значительно упрощающие работу [8].
- **NumPy** – библиотека для эффективной работы с массивами любого размера.

1.3.3 Среда выполнения

Код запускался в бесплатном сервисе Google Colaboratory, который имеет следующие преимущества:

1. Бесплатный доступ: Google Colab предоставляет бесплатный доступ к вычислительным ресурсам, включая доступ к графическим процессорам (GPU) и тензорным процессорным единицам (TPU).
2. Облачная среда: Google Colab работает в облачной среде, что означает, что не нужно устанавливать и настраивать никаких программ или библиотек на своем компьютере. Все вычисления выполняются на серверах Google.

3. Интеграция с Google Drive: Google Colab интегрируется с Google Drive, что позволяет сохранять и загружать Jupyter Notebook из облачного хранилища.
4. Удобство использования: Google Colab имеет простой и понятный интерфейс, что делает его удобным инструментом для начинающих и опытных пользователей.
5. Масштабируемость: Google Colab позволяет масштабировать вычисления, что позволяет ускорить выполнение задач, требующих больших вычислительных ресурсов.
6. Удобный обмен данными: Google Colab позволяет удобно обмениваться данными и ноутбуками с другими пользователями, включая возможность совместной работы над проектами в режиме реального времени.
7. Доступность библиотек: Google Colab предоставляет доступ к множеству библиотек Python и средствам машинного обучения, включая TensorFlow, Keras и PyTorch, что делает его удобным инструментом для разработки и исследования алгоритмов машинного обучения.

1.4 Алгоритм генерации музыки

Алгоритм генерации музыки в своей сути – это алгоритм продолжения последовательности. Нейросеть на основе уже имеющихся нот добавляет новые.

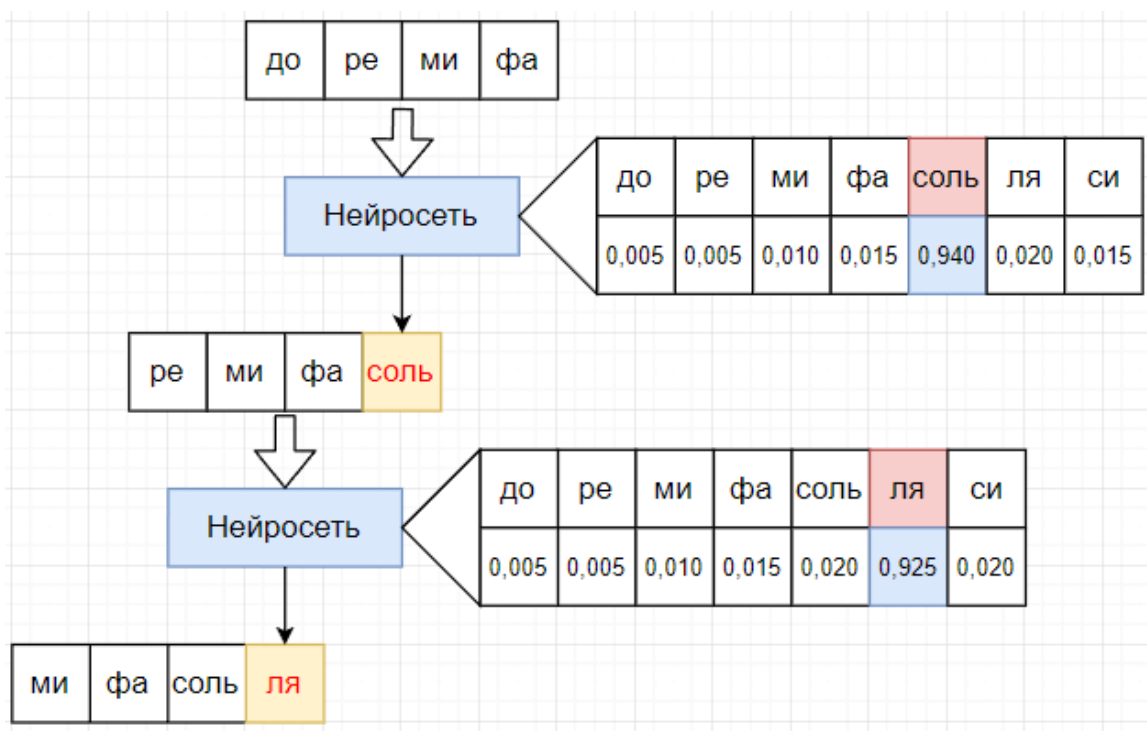


Рисунок 5. Визуализация работы модели

1.4.1 Обучение

На первом этапе, с помощью функции *converter.parse (файл)* библиотеки Music21, преобразуем файлы MIDI в последовательность нот.

Затем ноты преобразуются в числовое представление, при этом интервалы между нотами не учитываются, так как они часто одинаковые и примерно равны 0,5.

Затем это числовое представление объединяется в матрицу. Далее массив таких матриц, где каждая соответствует своей мелодии используется для обучения модели.

```
def train(model, network_input, network_output):
    """ train the neural network """
    filepath = "weights-improvement-{epoch:02d}-{loss:.4f}-bigger.hdf5"
    checkpoint = ModelCheckpoint(
        filepath,
        monitor='loss',
        verbose=0,
        save_best_only=True,
        mode='min'
    )
    callbacks_list = [checkpoint]

    model.fit(network_input, network_output, epochs=125, batch_size=128, callbacks=callbacks_list)
```

Рисунок 6. Функция тренировки сети

1.4.2 Генерация

Получившиеся файлы весов используются в файле генераторе, для корректной работы настройки сети должны совпадать в обоих файлах.

```
def create_network(network_input, n_vocab):
    """ create the structure of the neural network """
    model = Sequential()
    model.add(LSTM(
        512,
        input_shape=(network_input.shape[1], network_input.shape[2]),
        recurrent_dropout=0.3,
        return_sequences=True
    ))
    model.add(LSTM(512, return_sequences=True, recurrent_dropout=0.3,))
    model.add(LSTM(512))
    model.add(BatchNorm())
    model.add(Dropout(0.3))
    model.add(Dense(256))
    model.add(Activation('relu'))
    model.add(BatchNorm())
    model.add(Dropout(0.3))
    model.add(Dense(n_vocab))
    model.add(Activation('softmax'))
    model.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer='rmsprop')

    # Load the weights to each node
    model.load_weights('weights.hdf5')

    return model
```

Рисунок 7. Функция создания сети

Сеть выдаст числовую матрицу, которую будет необходимо перевести в ноты, а затем записать в файл.

```
midi_stream.write('midi', fp='test_output.mid')
```

Рисунок 8. Вывод результата в файл

1.5 Архитектура нейросети

Архитектура сети представлена 3 слоями LSTM по 256 нейронов в каждом слое, а также выходным слоем с количеством нейронов равным количеству нот в словаре. На вход, в свою очередь, подается матрица последовательностей по 100 нот в каждой.

Оптимизатор выбран RMSprop, так же рассматривались другие оптимизаторы, как адаптивный градиент и ADAM, но они показали плохие результаты, в частности модель с использованием ADAM генерировала Циклы из примерно 10-20 нот, а адаптивный градиент выдавал на выход только одну повторяющуюся ноту.

Также варьировались следующие параметры:

- Дополнительные Dense слои
- Наличие\Отсутствие Dropout
- Количество нейронов в LSTM слоях
- Количество\Тип функции активации
- Оптимизатор

А лучшие результаты показали:

- На основе RMSprop (без Dropout)
- На основе RMSprop (с Dropout)
- На основе Adam (плохой но интересный результат)

После анализа результатов было принято решение оставить архитектуру на основе RMSprop (без Dropout), которая представлена на рисунке ниже:

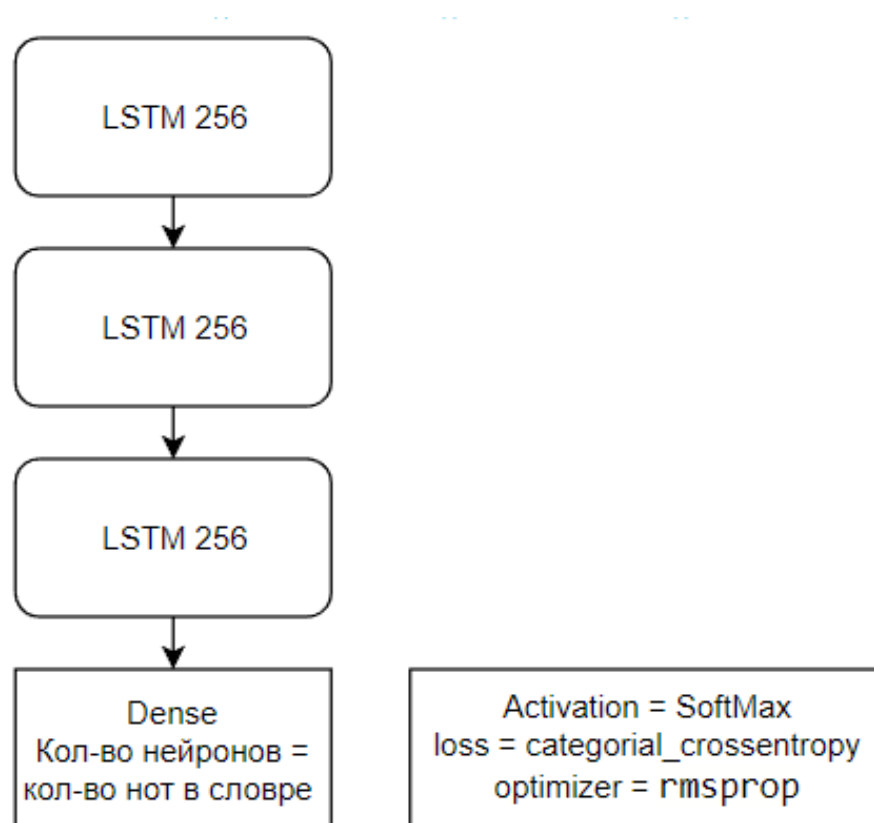


Рисунок 9. Итоговая архитектура нейросети

Такая архитектура показала лучший результат в сравнении с другими, однако требуются дополнительные проверки на переобученность модели.

1.6 LSTM сеть

В основе нейросети лежит LSTM-сеть (сеть с долгосрочной кратковременной памятью), которая является разновидностью рекуррентных сетей, способная к обучению долговременным зависимостям.

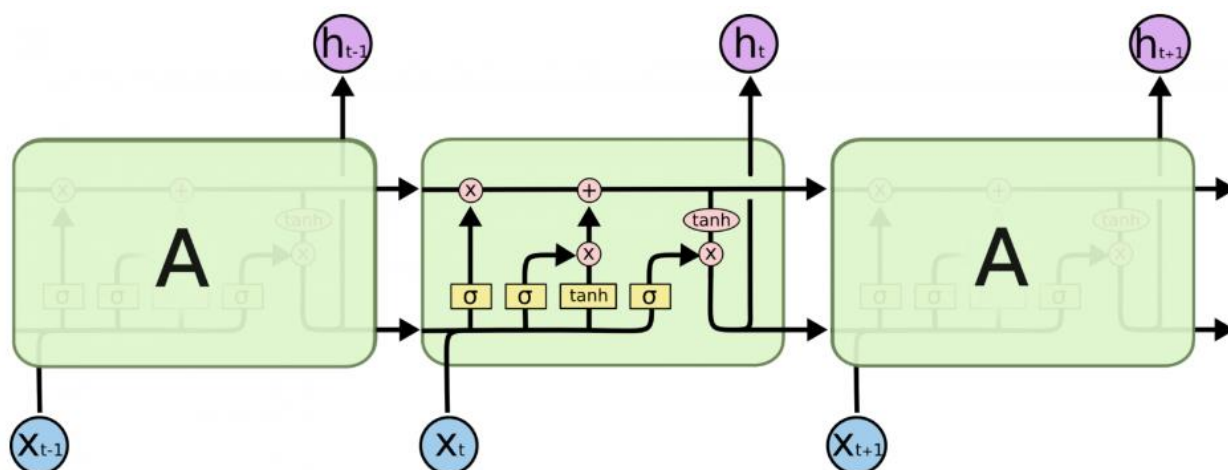


Рисунок 10. Иллюстрация LSTM сети

Исходя из названия, особенностью данной сети, как и других рекуррентных сетей является возможность «запоминания» информации. Однако за счет дополнительных слоев такая сеть может контролировать ту информацию, которую она запоминает, решая проблему потери контекста.

1.7 Формат данных

MIDI – аудио формат, который в отличие от других подобных, содержит не сами звуки, а набор нот, который при воспроизведении проигрывает компьютер. Это позволяет упростить сложный процесс анализа звучаний и генерации, до тривиальной задачи предсказания следующего элемента в последовательности.

На основе MIDI формата невозможно обучить нейросеть создавать грандиозные композиции сочетающие сотни различных звучаний, однако MIDI формат идеально подходит для генерации моноинструментальных композиций.

При том что выбор инструмента остается за слушателем, его можно изменить в настройках проигрывателя.

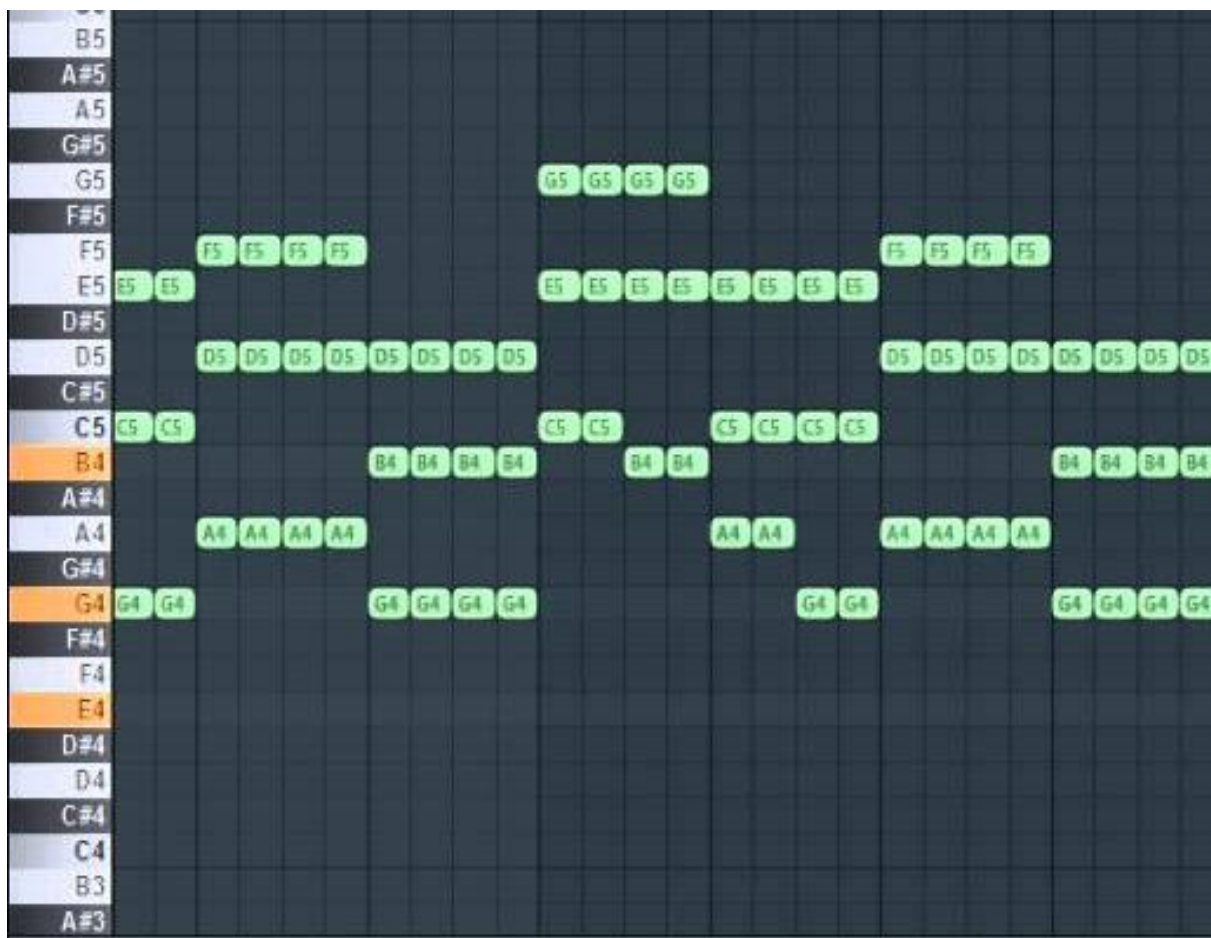


Рисунок 11. – Визуальное представление MIDI мелодии

Однако, в ходе работы выяснился существенный недостаток этого метода. Найти музыку в формате MIDI файлов весьма сложная задача. Так как этот формат используют для записи отдельных комбинаций звучаний, чтобы использовать их в следующем.

Для решения проблемы были найдены программы, конвертирующие обычный MP3 формат в MIDI, но результат такой конвертации оставляет желать лучшего, если в музыка обработана (наложены звучания, которые нельзя однозначно отнести к тому или другому инструменту). На выходе получается нотная какофония, которая не годится для обучения.

Было найдено 2 решения:

1. Использование готовых наборов MIDI музыки.
2. Конвертация пианинных произведений.

Первый вариант ограничивает круг доступной музыки вынуждая довольствоваться лишь классиками, вроде Баха. Второй вариант требует длительной подготовки.

1.8 Набор данных

В результате поисков был найден набор данных представленный музыкой из игры Final Fantasy и обладающий следующими характеристиками:

- Продолжительность: ~5ч;
- Суммарное количество нот: ~45000;
- Уникальных звуков: ~350;
- Количество мелодий: 96;
- Формат: MIDI;

Выбор данного набора обусловлен следующими факторами:

- MIDI формат – нейросеть проще обучать на MIDI формате, т.к. MIDI – нотный формат, что в сравнении с другими форматами позволяет значительно оптимизировать входные данные и упростить архитектуру нейросети, сильно ускорив обучение сети;
- Набор данных не является классической музыкой – т.к. классическая музыка не смотря на свободный доступ не пользуется спросом у целевого пользователя, было важно найти другой источник данных;
- Единая тематика – при прослушивании набора данных несложно угадать к какому проекту относится музыка, что позволяет достичь сразу несколько целей: 1) Повысить качество обучения ограничившись определенными паттернами. 2) На раннем этапе реализовать конкретные запросы потенциальных пользователей, например «Музыка как в Final Fantasy»;
- Большой объем – при поиске данных было тяжело найти набор данных, который соответствовал бы всем критериям и при этом был

бы достаточно большим для обучения, к примеру второй по величине из найденных наборов насчитывал лишь 36 мелодий;

1.9 Выбор целевой платформы

Начать реализацию интерфейса любого приложения необходимо с выбора платформы, так как дизайн для каждой из платформ может сильно отличаться, как в случае дизайна для мобильных устройств и настольных компьютеров.

Для выбора подходящей платформы была составлена соответствующая таблица:

Таблица 2. Сравнение платформ для приложения

Платформа	Преимущества	Недостатки
Windows	• Простота разработки	• Малая аудитория в сравнении с остальными вариантами • Сложности с распространением (нет достаточно популярного магазина, который бы позволял пользователям устанавливать приложение) • Тяжело обновлять уже установленное приложение
Android	• Большая аудитория • Легко обновлять	• Сложная разработка
Web	• Большая аудитория • Легко обновлять	• Требуется адаптивный дизайн

	• Нет необходимости устанавливать приложение • Легко распространять (люди охотнее переходят по ссылке на уже рабочий сервис, чем по ссылкам для скачивания)	
--	--	--

Исходя из данных, изложенных в таблице, было принято решение разрабатывать интерфейс для web приложения.

1.10 Создание макета интерфейса приложения

1.10.1 Выбор инструментария

Прежде, чем реализовывать интерфейс приложения, необходимо создать макет. Создание макета приложения позволяет:

1. Добиться лучшего дизайна, не прикладывая усилий по переписыванию кода
2. Создать несколько дизайнов для последующего выбора
3. Спланировать деятельность пользователя
4. Уточнить функции приложения (путем добавления новых функциональных элементов)

Далее необходимо выбрать сервис или приложение, с помощью которого можно создать макет. Так, для создания макета было выбрано приложение Figma, как не имеющее достойных аналогов в своем сегменте.

Figma – онлайн-редактор, в котором удобно проектировать интерфейсы, создавать макеты сайтов, мобильных приложений, презентации, иллюстрации, логотипы и анимацию.

Преимущества Figma:

1. Кроссплатформенность: доступ к Figma можно получить не только на компьютерах с разными операционными системами, но и на смартфонах и планшетах.
2. Коллаборация: возможность одновременной работы нескольких дизайнеров над одним проектом, что помогает ускорить процесс и улучшить качество результата.

3. Облачное хранилище: все файлы сохраняются в облаке, что позволяет получить к ним доступ из любого места и с любого устройства.
4. Закладки и прототипирование: в Figma есть возможность создавать закладки на нужные элементы дизайна и создавать прототипы интерфейса.
5. Редактирование в реальном времени: изменения, которые вносятся в документ в реальном времени, отображаются у всех участников проекта.
6. Библиотеки компонентов: можно создавать и использовать готовые компоненты, что облегчает процесс дизайна и снижает вероятность ошибок.
7. Бесплатный тариф и доступность: доступна бесплатная версия Figma для небольших проектов, хобби-проектов и начинающих дизайнеров.

Такой комбинации преимуществ нет у других подобных систем, что делает Figma единственным актуальным инструментом для таких задач.

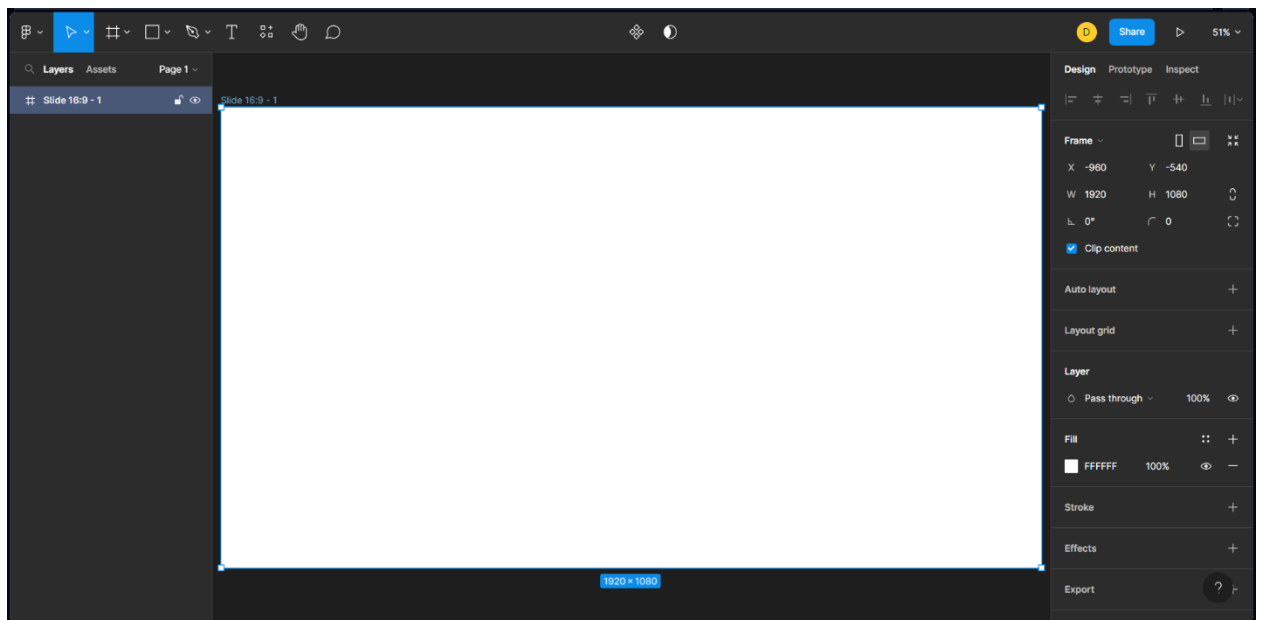


Рисунок 12. Интерфейс приложения Figma

1.10.2 Поиск референсов

Референсы – это изображения или объекты, которые дизайнер или художник выбирает при подготовке проекта и к которым обращается во время работы.

Поиск референсов – важная часть работы, которая позволяет создать качественный и уникальный дизайн.

Таким образом, было найдено множество удачных референсов, из которых можно позаимствовать идеи для дизайна или целые элементы интерфейса. Собранные референсы помогут дизайнеру понять, какие элементы и цвета можно использовать в своем проекте. Важно отметить, что поиск референсов не означает копирование или плагиат. Референсы нужны для вдохновения и создания своего уникального дизайна. Примеры хорошего дизайна приведены на рис. 2-7.



Рисунок 13. Дизайн сайта easterneuropeanmovies.com



Рисунок 14. Дизайн сайта pixudio.com

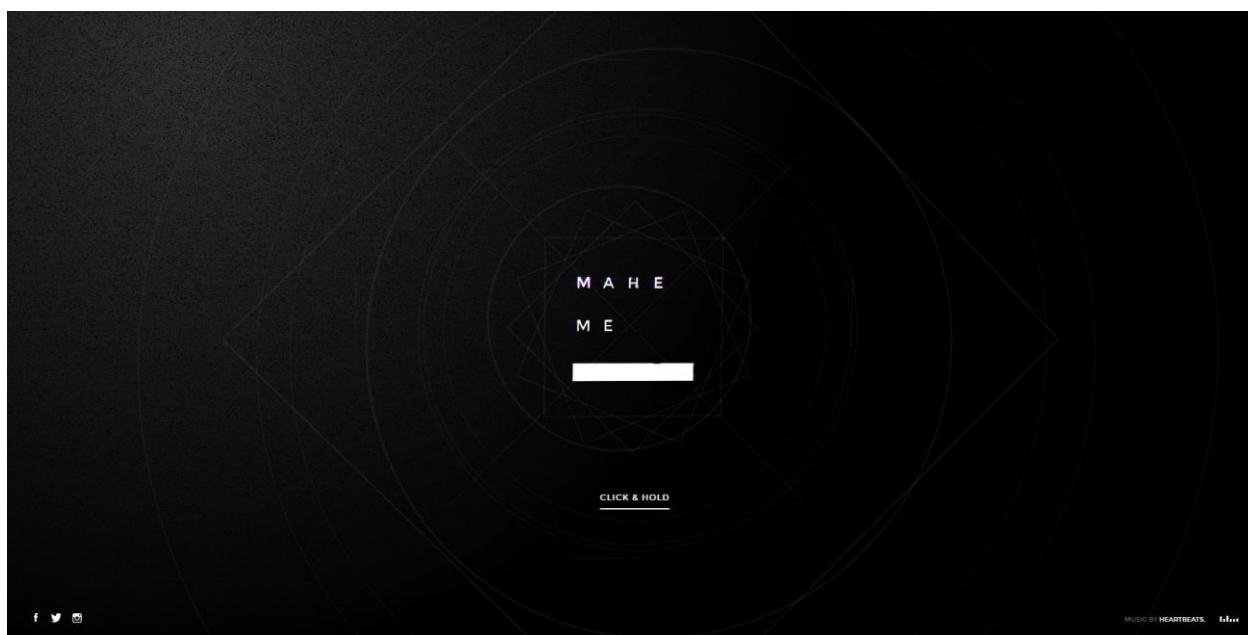


Рисунок 15. Дизайн сайта makempulse.com



Рисунок 16. Дизайн сайта makemerpulse.com



Рисунок 17. Дизайн сайта www.kabu-kitamura.com

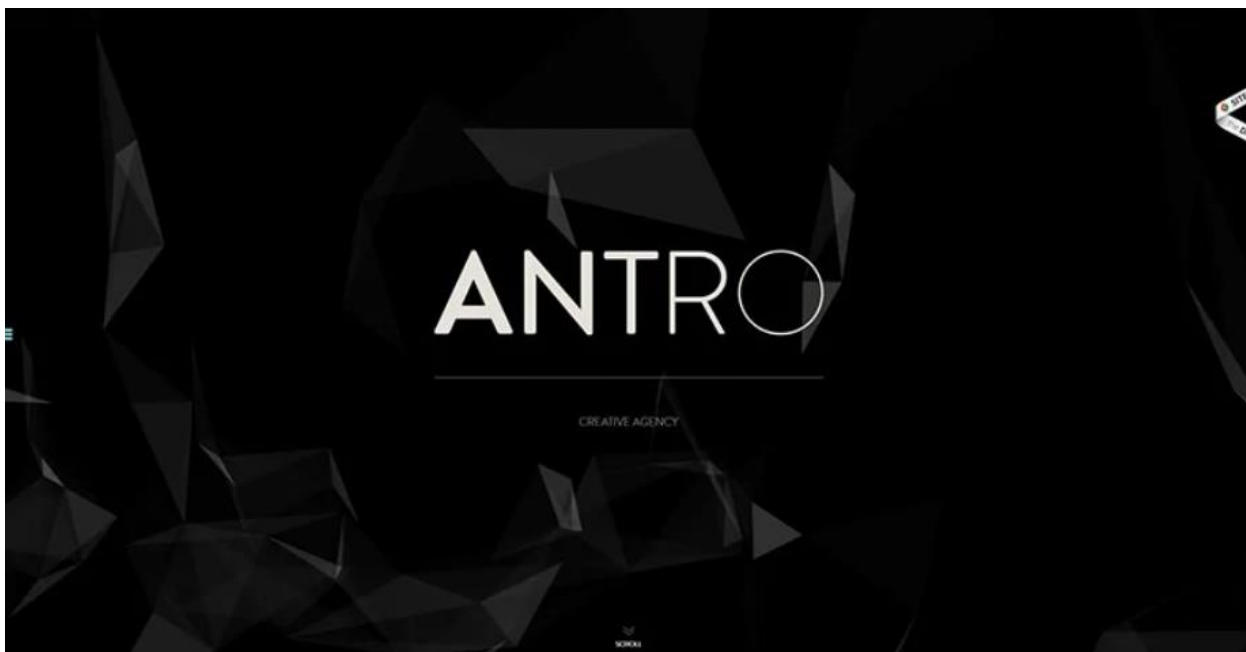


Рисунок 18. Дизайн сайта www.kabu-kitamura.com

Может показаться, что этот этап работы не важен, однако опыт показал, что, как минимум, 40% успеха будущего дизайна определяется на данном этапе, так как позволяет не только ознакомиться с уже существующими решениями, но еще и вдохновиться, интуитивно понять, что делает дизайн привлекательным, все это оказывает значительное влияние на всю работу.

1.10.3 Создание макета

Далее, в Figma был создан макет для приложения:

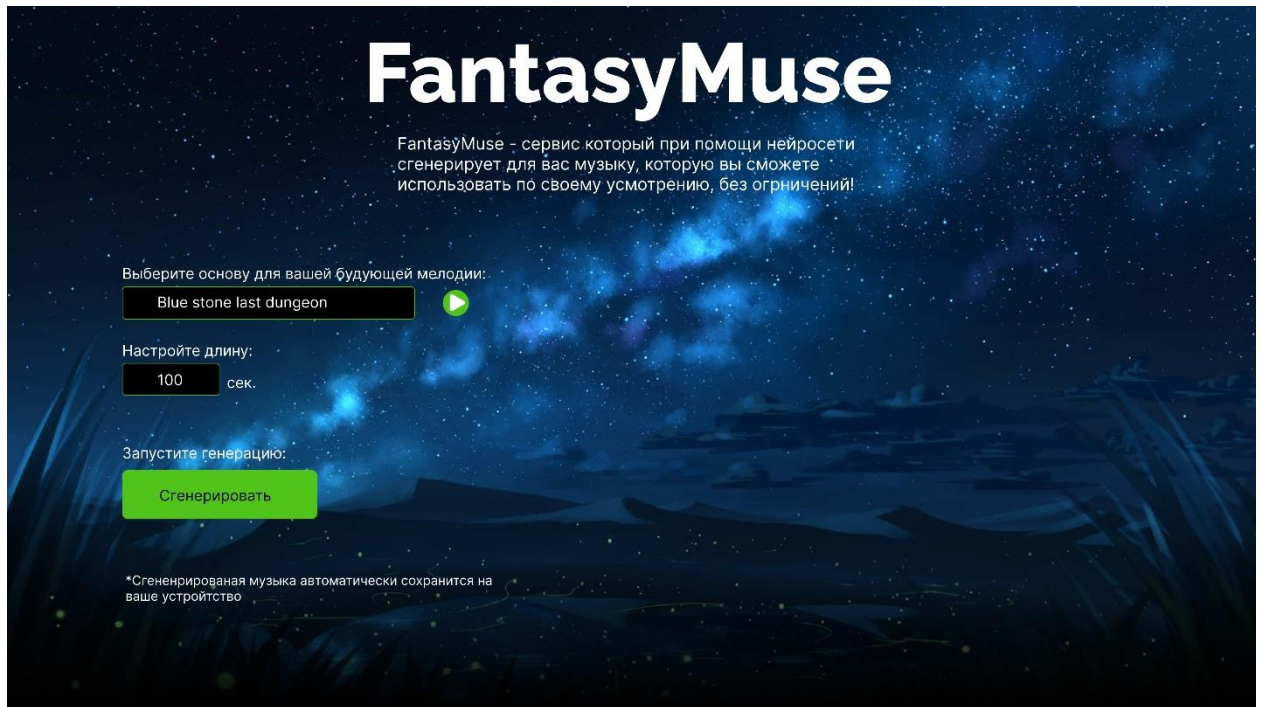


Рисунок 19. Макет приложения в Figma

Результатом данного этапа стал макет приложения, который в дальнейшем будет использоваться для создания интерфейса.

1.11 Выбор инструментария для разработки

Как правило, для создания сайтов используется язык программирования JavaScript, однако, так как остальная часть проекта была написана на языке Python, для избегания проблем с совместимостью и для упрощения работы было принято решение использовать язык Python.

Для разработки в Web-приложений для языка Python существуют множество различных фреймворков, для выбора между ними был проведен сравнительный анализ (табл. 2).

Таблица 3. Сравнительный анализ фреймворков для Python

Фреймворк	Особенности
Django	• наличие собственного ORM • встроенный административный интерфейс • шаблонизатор; • библиотека работы с формами; • система кэширования и интернализации; • система авторизации и аутентификации.
Pyramid	• возможность написать приложение в одном файле; • обслуживание запросов на статические файлы; • панель инструментов для отладки приложения прямо в браузере; • расширяемые взаимозаменяемые шаблоны (template); • встроенная интернационализация; • кэширование HTTP; встроенная поддержка сессий;

	• управление транзакциями, в том числе при работе сразу с несколькими базами данных; • гибкая расширяемая аутентификация и авторизация; • автоматизация повторяющейся конфигурации.
TurboGears	• поддержка множества баз данных; • поддержка различных JavaScript-библиотек; • поддержка множества форматов обмена данными; • поддержка горизонтального масштабирования данных по примеру шардинга; • возможность расширения средствами стандартных WSGI-компонент.
CherryPy	• надёжный многопоточный веб-сервер, соответствующий стандарту HTTP/1.1.; • возможность запускать различные HTTP-серверы (например, на нескольких портах) одновременно; • встроенные инструменты работы с сессиями, кэшированием, аутентификацией, статическим контентом; • мощная система конфигурирования; • встроенная поддержка профилирования и тестирования; • поддержка Python 2.7+, 3.5+, PyPy, Jython.
Flask	• встроенный сервер разработки и отладчик;

	• диспетчеризация запросов в RESTful-стиле; • встроенная поддержка модульного тестирования; • использование шаблонизатора Jinja2; • 100%-ная совместимость с WSGI 1.0; • множество расширений, предоставляемых сообществом.
--	---

Исходя из результатов анализа, приведенного в таблице 2, был сделан вывод, что фреймворк Flask является наиболее подходящим, так как включает в себя диспетчеризацию в RESTful-стиле, что поможет сразу сделать архитектуру приложения для работы с сервером. Кроме того, Flask – очень маленький фреймворк, благодаря чему прост в изучении, функционал других же фреймворков излишне большой и сложный для данной задачи.

1.12 Реализация интерфейса

Работу по реализации интерфейса можно разделить на 3 этапа:

1. Воссоздание интерфейса при помощи Html и Css.
2. Создание логики интерфейса.
3. Подключение интерфейса к приложению.

При реализации интерфейса удалось добиться максимального сходства с макетом, кроме того, были доработаны некоторые части интерфейса, а некоторые упрощены:

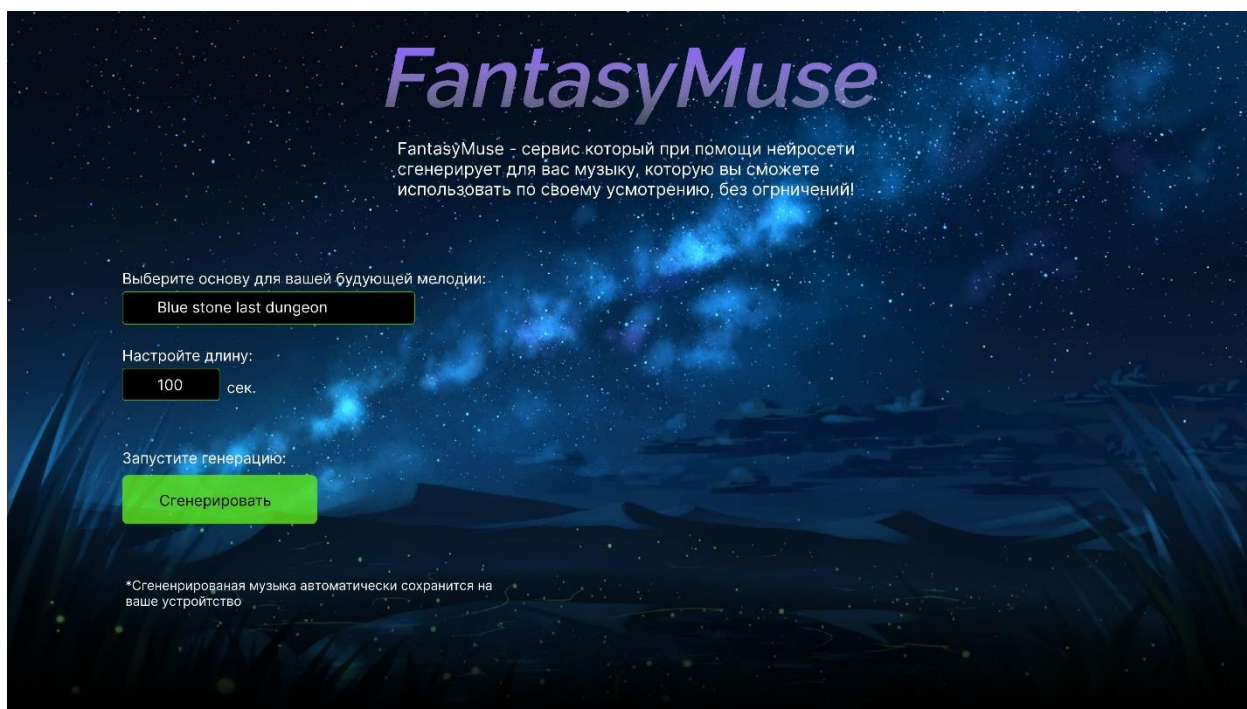


Рисунок 20. Доработанный и реализованный дизайн

Для передачи параметров в Flask была необходима форма, которая отправляла бы необходимый запрос:

```

<div class="content_block">

  <form action="/download" method="post">
    <div>Выберите основу для вашей будущей мелодии:</div>
    <input class="seed_input" type="text" name="seed_param">
    <div>Настройте длину:</div>
    <input class="duration_input" type="number" name="duration_param">
    <div>Запустите генерацию:</div>
    <button type="submit">Сгенерировать</button>
  </form>
  <div class="small_words">*Сгенерированная музыка автоматически сохранится на ваше устройство</div>
</div>

```

Рисунок 21. Форма для отправки запроса

Форма при нажатии клавиши генерация отправляет запрос в Flask с необходимыми параметрами, после чего в Flask принимающая функция обрабатывает запрос, реализуя функцию *generate()* нейросети, а после получения результата отправляет его пользователю:

```

@app.route('/download', methods=['POST'])
def download_file():
    path = 'Static/output.mid'
    seed_param = request.form['seed_param']
    duration_param = request.form['duration_param']
    print(duration_param)
    predict.generate(duration_param, seed_param)
    return send_file(path, as_attachment=True)

```

Рисунок 22. Форма для отправки запроса

Форма, при нажатии клавиши генерация, отправляет запрос в Flask с необходимыми параметрами, после чего в Flask принимающая функция обрабатывает запрос, реализуя функцию *generate()* нейросети, а после получения результата отправляет готовый файл пользователю:

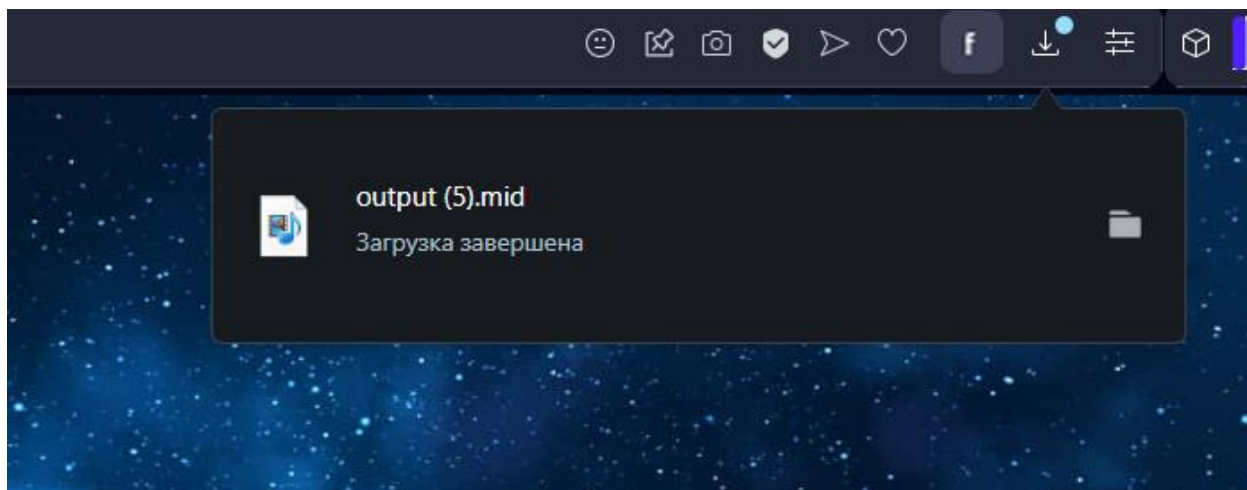


Рисунок 23. Результат обработки запроса

Таким образом, в результате проделанной работы был создан полностью функциональный графический интерфейс, теперь даже неподготовленный пользователь может работать с данным приложением.

1.13 Результат работы по разделу

В результате работы удалось разработать ПО, для генерации музыки на основе нейросетевого подхода. Данное ПО обеспечение обладает может генерировать музыку и обладает интуитивным интерфейсом, который делает данный продукт доступным обычному потребителю.

Так же был сгенерирован набор мелодий, который был продемонстрирован публике для оценки результатов работы приложения.

Задание для Раздела «Финансовый Менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Студенту:

Группа	ФИО
8K93	Бабинов Данил Андреевич

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение школы (НОЦ)	Отделение информационных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.04 Программная инженерия

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Бюджет проекта НИ – 411536 руб. Затраты на заработную плату – 244772 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премияльный коэффициент 30%; Коэффициент доплат и надбавок 20%; Районный коэффициент 30%; Коэффициент дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 15%, 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Определение потенциальных потребителей; SWOT-анализ;
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки; Определение структуры и трудоемкости работ; Разработка графика Ганта; Формирование бюджета затрат;
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Оценка эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений*
2. *Матрица SWOT*
3. *График проведения и бюджет НИ*
4. *Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОСГН	Гасанов М.А.	Д.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K93	Бабинов Данил Андреевич		

2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Разработка НИ производится группой работников, состоящей из двух человек – руководителя и студента. Данная выпускная квалификационная работа заключается в проектировании и реализации приложения для генерации музыки использующее в своей основе нейросети.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности НИ, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НИ;
2. Осуществить планирование этапов выполнения исследования;
3. Рассчитать бюджет затрат на исследования;
4. Произвести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.

2.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Целевой рынок можно разделить на три сегмента по характеру применения разработки:

- Малые игровые или творческие студии, в т.ч. интернет-блоги, которые не могут позволить себе штатных музыкантов применяющие ПО для генерации треков, которые впоследствии будут использоваться в их продуктах;
- Музыканты-профессионалы, применяющее ПО регулярно для поиска новых идей или упрощения работы;

- Частные лица или ИП, применяющие ПО разово или нерегулярно, возможно в качестве развлечения;

Таблица 4 – Карта сегментирования рынка продаж

		Применение		
		В готовом продукте	Для упрощения работы	Некоммерческое применение
Размер компании	Микро			
	Малые			
	Частные лица			



OpenAI
MuseNet



Musika

Согласно карте сегментирования рынка, можно сделать вывод об относительной свободе всех сегментов продаж программных решений по теме данной работы, но приоритетными сегментами будут являться рынок малого бизнеса и микробизнеса. В эти рынках разработка будет применяться для использования в готовом продукте. Кроме того, привлекательными являются остальные ранки.

2.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения будет основываться на сравнении разрабатываемой системы и двух конкурентных решений производителей программного обеспечения:

- **MuseNet** – Проект от **OpenAI** создаёт оригинальную музыку. Нейросеть обучали сотнями тысяч треков, и она способна генерировать мелодии практически во всех жанрах. Программа является прототипом, но доступна для всех пользователей.
- **Musika** – Разработка от Яндекс с простым интерфейсом и минимальным выбором настроек. Поэтому результат зачастую оставляет желать лучшего, но и что-то интересное нейросеть может создать.

Анализ конкурентных технических решений был проведен с помощью оценочной карты, представленной в таблице 2 (индекс 1 отвечает за текущее решение).

Таблица 5– оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

\	Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
			Бк 1	Бк 2	Бк 3	К ₁	К ₂	К ₃
Технические критерии оценки ресурсоэффективности								
1	Ресурсоэффективность	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2
2	Потребность в ресурсах памяти	0,1	1	4	1	0,1	0,4	0,1
3	Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,2	2	3	1	0,4	0,6	0,2

4	Простота эксплуатации	0,1	5	1	5	0,5	0,1	0,5
5	Качество пользовательского интерфейса	0,2	3	5	3	0,6	1	0,6
Экономические критерии оценки эффективности								
1	Конкурентоспособность продукта	0,1	4	5	2	0,4	0,5	0,2
2	Уровень проникновения на рынок	0,05	1	3	1	0,05	0,15	0,05
3	Цена	0,1	2	1	1	0,2	0,1	0,1
4	Послепродажное обслуживание	0,1	1	1	1	0,1	0,1	0,1
	Итого	1	23	28	19	2,55	3,2	2,05

Анализ конкурентных решений определяется по формуле 1:

$$K = \sum B_i \times \text{Б}_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

Б_i – балл i-го показателя.

Разработка уступает одному из конкурентов, однако решения конкурентов представляют две крайности: сложная программа с большим функционалом и простая программа с малыми возможностями, это говорит о

том что ниша между ними не занята и данное решение имеет возможности ее занять.

4.3 Технология Quad

Технология Quad (Quality ADvistor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающий качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Анализ имеющихся конкурентных продуктов необходимо проводить с достаточной регулярностью, так как рынок ИТ находится в постоянном и активном движении на сегодняшний день. Данный анализ позволяет производить изменения текущего внедрения, чтобы сделать его наиболее перспективным и конкурентоспособным в дальнейшем. Результат QuaD-анализа представлен в таблице 3.

Таблица 6. Оценка критериев в соответствии с технологией Quad

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное
Ресурсоэффективность	0,05	80	100	0,8	4
Потребность в ресурсах памяти	0,1	80	100	0,8	8
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,2	60	100	0,6	12
Простота эксплуатации	0,1	100	100	1	10
Качество пользовательского интерфейса	0,2	70	100	0,7	14
Конкурентоспособность продукта	0,1	80	100	0,8	8

Уровень проникновения на рынок	0,05	60	100	0,6	3
Цена	0,1	80	100	0,8	8
Послепродажное обслуживание	0,1	60	100	0,6	6
Итого	1				73

Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки равен 73 (попадает в промежуток от 79 до 60), то есть такая разработка оценивается по перспективности как разработка выше среднего.

4.4 SWOT-анализ

SWOT-анализ – метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории:

- Strengths (сильные стороны);
- Weaknesses (слабые стороны);
- Opportunities (возможности);
- Threats (угрозы).

Сильные (S) и слабые (W) стороны являются факторами внутренней среды объекта анализа, (то есть тем, на что сам объект способен повлиять); возможности (O) и угрозы (T) являются факторами внешней среды (то есть тем, что может повлиять на объект извне и при этом не контролируется объектом). В рамках данного анализа выявлены сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы. Все параметры SWOT анализа данного проекта представлены в таблице 4.

Таблица 7 – Сильные и слабые стороны проекта

	Сильные стороны: С1. Низкие издержки. С2. Относительно низкая цена.	Слабые стороны: Сл1. Средний уровень персонала. Сл2. Отсутствие опыта реализации глобальных проектов.
--	--	--

		Сл3.Ограниченность материальных ресурсов.
Возможности: В1.Слабая конкуренция на региональных рынках. В2.Льготная система налогообложения		
Угрозы: У1.Возможность появления новых конкурентов. У2.Ужесточение фискальной политики (повышение налоговых ставок, введение новых налогов).	.	

В рамках второго этапа проведём анализ соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Анализ представлен ниже в виде интерактивных матриц, сильное соответствие отмечено знаком «+», слабое знаком «-».

Таблица 8 – Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей проекта

		С1	С2
Возможности	В1	+	+
	В2	-	-

Направления реализации сильных сторон и возможностей: В1С1С3В2С3.

Таблица 9 – Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей проекта
Слабые стороны

		Сл1	Сл2	Сл3
Возможности	В1	+	+	-
	В2	-	0	+

Направления реализации слабых сторон и возможностей: В1Сл1Сл2, В2Сл3.

Таблица 10 – Интерактивная матрица сильных сторон и угроз проекта

		С1	С2
Угрозы	У1	+	-
	У2	-	+

Направления реализации сильных сторон и угроз: У1С1С2С3, У2У3С3С4, У4С1С2С3.

Таблица 11 – Интерактивная матрица слабых сторон и угроз проекта

Слабые стороны

Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	+
	У2	+	-	-

Направления реализации слабых сторон и угроз: У2Сл1, У1Сл3.

В рамках третьего этапа построим итоговую матрицу SWOT анализа, результат представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Итоговая матрица SWOT

	Сильные стороны: С1. Низкие издержки. С2. Относительно низкая цена.	Слабые стороны: Сл1. Средний уровень персонала. Сл2. Отсутствие опыта реализации глобальных проектов. Сл3. Ограниченность материальных ресурсов.
Возможности: В1. Слабая конкуренция на региональных рынках. В2. Льготная система налогообложения	Внедрение ПО в РФ и за рубежом, придерживаться оптимальной ценовой политики	Привлечение специалистов на постоянной основе и разовые работы, обучение персонала, совместные работы с другими организациями, заимствование опыта.
Угрозы: У1. Возможность появления новых конкурентов. У2. Ужесточение фискальной политики (повышение налоговых ставок, введение новых налогов).	Наращивание функционала и качества ПО	Привлечение финансирования и использования гос. программ по импортозамещению в сфере ПО

SWOT-анализ показал, что риски, связанные возможно устранить расширением функционала ПО, расширением рынков сбыта, работой с персоналом и использованием программ господдержки. В целом, несмотря на угрозы и слабые стороны проекта, разработка обладает является перспективной.

2.3 Планирование научно-исследовательских работ

2.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Важным этапом проведения научно-исследовательских работ является необходимость планирования работ, которое включает в себя определение полного перечня работ, а также их распределение между всеми исполнителями проекта. Исполнителями проекта являются студент и научный руководитель. Научный руководитель определяет цели и задачи для студента, направляет и контролирует его работу, оценивает результаты проделанной работы и дает рекомендации студенту. Студент полностью отвечает за выполняемую работу. В таблице 13 представлен перечень работ, а также распределение исполнителей по ним.

Таблица 13. Перечень работ и распределение исполнителей

№	Название	Исполнитель
1	Получение индивидуального задания	Научный руководитель, Студент
2	Планирование работ	Научный руководитель, Студент
3	Изучение литературных источников	Студент
4	Изучение технологий	Студент
5	Разработка алгоритмов моделирования	Студент

6	Проектирование программы	Студент
7	Кодирование программы	Студент
8	Проектирование входных данных, загрузка данных	Студент
9	Первичная подготовка данных	Студент
10	Тестирование модели	Студент
11	Проектирование интерфейса	Студент
12	Кодирование интерфейса	Студент
13	Интеграция интерфейса	Студент
14	Тестирование готового приложения	Студент
15	Согласование выполненной работы с научным руководителем	Научный руководитель, Студент
16	Документирование разработки	Студент
17	Выполнение разделов социальная ответственность и финансовый менеджмент	Студент
18	Оформление работы	Студент

4.5.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Как правило, трудовые затраты образуют основную часть стоимости исследования, поэтому важным этапом планирования научно-исследовательской деятельности является определение трудоемкости работ.

Определение трудоёмкости выполнения работ осуществляется на основе экспертной оценки ожидаемой трудоёмкости выполнения каждой работы путём расчёта длительности работ в рабочих и календарных днях каждого этапа работ. Трудоемкость оценивается по следующей формуле 2:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{ож\ i}$ – это ожидаемая трудоемкость i -ой работы (чел.-дни),

t_{mini} – это минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка) (чел.-дни),

$t_{\max i}$ – это максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка) (чел.-дни).

После оценки ожидаемой трудоемкости работ, производится определение продолжительности каждой работы в рабочих днях по формуле 3:

$$Tpi = \frac{toji}{\chi_i}, \quad (3)$$

где Tpi – это продолжительность одной работы (раб. дни),

$toji$ – это ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы (чел.-дни),

χ_i – это численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на этом этапе (чел.).

Для того чтобы в дальнейшем построить график работ с помощью диаграммы Ганта, необходимо также произвести перевод длительности работ из рабочих дней в календарные по формуле 4:

$$Tki = Tpi \times k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

где Tki – это продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

Tpi – это продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – это коэффициент календарности.

Коэффициент календарности $k_{\text{кал}}$ рассчитывается по формуле 5:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности;

$T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{кал}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

С учётом того, что календарных дней в 2023 году 365, а сумма выходных и праздничных дней составляет 118 дней, коэффициент календарности равен $k_{\text{кал}} = 1,48$.

4.5.3 Разработка графика проведения научного исследования

В таблице 14 приведены временные показатели научного исследования.

Таблица 14. Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Исполнитель	Трудоемкость работ, чел-дни		Длительность работ, дни		
			tmin	tmax	toж	Тр	Тк
1	Получение индивидуального задания	Научный руководитель, Студент	2	5	3,2	1,6	2,4
2	Планирование работ	Научный руководитель, Студент	2	5	3,2	1,6	2,4
3	Изучение литературных источников	Студент	6	9	7,2	7,2	10,7
4	Изучение технологий	Студент	6	10	7,6	7,6	11,2
5	Разработка алгоритмов моделирования	Студент	5	8	6,2	6,2	9,2
6	Проектирование программы	Студент	5	10	7,0	7,0	10,4
7	Кодирование программы	Студент	3	7	4,6	4,6	6,8
8	Проектирование входных данных, загрузка данных	Студент	8	12	9,6	9,6	14,2
9	Первичная подготовка данных	Студент	3	5	3,8	3,8	5,6
10	Тестирование модели	Студент	4	6	4,8	4,8	7,1
11	Проектирование интерфейса	Студент	3	7	4,6	4,6	6,8
12	Кодирование интерфейса	Студент	3	7	4,6	4,6	6,8

1 3	Интеграция интерфейса	Студент	3	5	3,8	3,8	5,6
1 4	Тестирование готового приложения	Студент	3	5	3,8	3,8	5,6
1 5	Согласование выполненной работы с научным руководителем	Научный руководител ь, Студент	2	4	2,8	2,8	4,1
1 6	Документировани е разработки	Студент	2	4	2,8	1,4	2,1
1 7	Выполнение разделов социальная ответственность и финансовый менеджмент	Студент	2	5	3,2	3,2	4,7
1 8	Оформление работы	Студент	5	10	7,0	7,0	10,4
	Итого	Научный руководител ь	6	14	9,2	9,2	13,6
		Студент	67	124	89,8	89, 8	132, 9

На основе данных таблицы 14 был построен календарный план-график, представленный на рисунке 24.



Рисунок 24 – Календарный график проведения работ

2.4 Бюджет научно-исследовательских работ

В состав бюджета входит стоимость всех расходов, необходимых для выполнения работ по проекту. При формировании бюджета используется группировка затрат по следующим статьям:

- расчет материальных затрат НИИ;
- затраты на специальное оборудование;
- основная заработная плата исполнителей;
- дополнительная заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

2.4.1 Расчет материальных затрат НИИ

Материальные затраты на создание рабочих мест научного руководителя и студента, включающих в себя комплект офисной мебели, в текущем проекте отсутствуют, так как они уже существуют и нет необходимости в их дополнении или модернизации под текущий проект. Амортизационные отчисления также отсутствуют по причине истекших (более шести лет) сроков уплаты отчислений. Статья аренды помещений не

включена, так как разработка проекта осуществляется в дистанционном режиме. Затраты на канцелярские принадлежности будем учитывать, как накладные расходы.

Рассчитаем других статей материальных затрат НИР. Стоимость одного дня затрат электроэнергии рассчитывается по формуле 6.

$$\text{Электр} = \text{Эл мощн} \times \text{Эл тариф} \times \text{Эл р.день} \quad (6)$$

где Эл мощн – потребляемая электрическая мощность, КВтч

Эл тариф – Тариф для населения, руб/КВтч

Эл р.день – Количество часов в рабочем дне, час

Таким образом расчет затрат за рабочий день составит

$$\text{Электр} = 0,300 \times 4,39 \times 8 = 10,54 \text{ рублей}$$

Стоимость затрат на услуги связи принимаем равный тарифному плану провайдера «TRU.net» 300 руб/месяц.

Материальные затраты НИР представлены в таблице 15.

Таблица 15. Материальные затраты

Наименование статьи расходов	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, руб	Стоимость, руб
Компенсация затрат на электроэнергию	день	105	10,54	1106,7
Компенсация затрат на услуги связи	месяц	5	300	1500
Итого				2606,7

Таким образом, сумма материальных затраты НИР составляет 2606,7 рублей.

2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) целей

Данная статья затрат включает в себя затраты на приобретение специального оборудования. Также в эту статью включаются затраты по доставке и монтажу оборудования, равные 15% от его стоимости.

В ходе работы над проектом использовалось оборудование, имеющееся у исполнителей, соответственно необходим расчет его амортизации.

При создании информационной системы был использован один ноутбук и один персональный компьютер общей стоимостью 94000 рублей. Стоимость программного обеспечения ОС Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016, приобреталась совместно с ноутбуком и персональным компьютером составляет 6000 рублей. Остальное программное обеспечение (Microsoft Visual Studio Code, Nvidia Deep Learning Software, Python & etc) в проекте используется по GPU лицензиям, затраты отсутствуют.

Расчет амортизации: первоначальная стоимость 100000 рублей; срок полезного использования для машин офисных код 330.26.20.11 составляет 36 месяцев. Планируемое время использования для написания ВКР - 6 месяцев. Норма амортизация основных средств линейным способом рассчитывается по формуле 7:

$$A_n = \frac{1}{n} \times 100\%, \quad (7)$$

n – установленный срок в месяцах;

A_n – норма амортизации.

Тогда расчет амортизации ПК:

Норма амортизации:

$$A_n = \frac{1}{n} \times 100\% = \frac{1}{36} \times 100\% = 2,78\%$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_m = 100000 \times 0,0278 = 2780 \text{ рублей}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 2780 \times 8 = 22240 \text{ рублей}$$

Таким образом, сумма затрат на специальное оборудование составляет 22240 рублей, в виде амортизационных отчислений.

2.4.3 Основная заработная плата исполнителя темы

Данная статья затрат включает основную заработную плату, премии и доплаты всех исполнителей проекта. В качестве исполнителей проекта

выступают студент и научный руководитель. Заработная плата рассчитывается по формуле 8:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (8)$$

где $З_{зп}$ – заработная плата исполнителя;

$З_{осн}$ – основная заработная плата исполнителя;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата исполнителя (12%-15% от размера основной заработной платы).

Основную заработную плату можно получить по формуле 9:

$$З_{осн} = З_{дн} \times Тр \times (1 + (К_{пр} + К_{дф})) \times К_{р} \quad (9)$$

где $З_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.

$К_{пр}$ – премиальный коэффициент (0,3);

$К_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,5);

$К_{р}$ – районный коэффициент (для Томска 1,3);

$Тр$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дни

где $З_{дн}$ – среднедневная заработная плата исполнителя;

$Тр$ – продолжительность работ, выполняемых исполнителем.

Среднедневную заработную плату можно получить по формуле 10:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \times М}{F_{д}}, \quad (10)$$

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад исполнителя, рубль;

$М$ – количество месяцев работы равно:

При отпуске в 24 рабочих дня $М = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

При отпуске в 48 рабочих дней $М = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени персонала по разработке.

Должностные оклады исполнителей проекта представлены в таблице 13.

Таблица 16. Месячные должностные оклады исполнителей

Исполнитель	Районный коэффициент (для Томска)	Размер месячного оклада без учета коэффициента, рубль
-------------	---	---

Научный руководитель (должность-доцент, степень – кандидат технических наук)	1,3	40000
Студент	1,3	25000

Баланс рабочего времени для 6-дневной рабочей недели представлен в таблице 17.

Таблица 17. Баланс рабочего времени (для 6-дневной недели)

Показатели рабочего времени	Дни
Календарные дни	365
Нерабочие дни (праздники/выходные)	118
Действительный годовой фонд рабочего времени	247

На основе формулы 8 и таблиц 16-17 была рассчитана среднедневная заработная плата:

$$З_{дн}(\text{студент}) = \frac{25000 \times 10,4}{244} = 1065,57 \text{ руб.}$$

$$З_{дн}(\text{науч. рук.}) = \frac{40000 \times 10,4}{243} = 1704,92 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на основную заработную плату приведен в таблице 18.

Таблица 18. Затраты на основную заработную плату

Исполнители	Здн, руб.	Кпр	Кд	Кр	Тр	Зосн,руб.
Научный руководитель	1704,92	0,3	0,2	1,3	13	43219,67
Студент	1065,57	0,3	0,2	1,3	97	201553,28
Итого:						244772,95

Итоговая сумма затрат на основную заработную плату составила 244772,95 руб.

2.4.4 Расчет дополнительной заработной платы исполнителей темы

Данная статья расходов учитывает величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда и выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций. Расчёт дополнительной заработной платы осуществляется по формуле 11:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}}, \quad (11)$$

где $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, рубли;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,2);

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, рубли.

Расчет затрат на дополнительную заработную плату приведен в таблице 19.

Таблица 19. Затраты на дополнительную заработную плату

Исполнители	Зосн, руб.	Кдоп	Зосн,руб.
Научный руководитель	43 219,67	0,12	5 186,36
Студент	201 553,28	0,12	24 186,39
Итого:			29 372,75

Итоговая сумма затрат на дополнительную заработную плату составила 29372,75 руб.

2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Федеральным законом от 14.07.22 г. № 239-ФЗ введен единый тариф страховых взносов с 2023 года в размере 30%.

К отчислениям во внебюджетные фонды относятся отчисления:

- отчисления органам государственного социального страхования (ФСС);
- отчисления в пенсионный фонд (ПФ);
- отчисления медицинского страхования (ФФОМС).

Сумма отчислений во внебюджетные фонды рассчитывается на основе затрат на оплату труда исполнителей и может быть вычислена по формуле 12.

$$Звнеб = kвнеб \times (Зосн + Здоп), \quad (12)$$

где $kвнеб$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и др.);

Также необходимо учесть что, в 2023 году на учреждения высшего образования распространяется пониженная ставка тарифа страховых взносов, а именно, для плательщиков перечисленных в пункте 1 статьи 427 Налогового кодекса РФ применяется пониженный тариф страховых взносов в размере 15% в отношении части выплат в пользу физического лица, определяемого по итогам каждого календарного месяца как превышение над величиной минимального размера оплаты труда, установленного федеральным законом на начало расчётного периода (п.2.4 ст. 427 НК РФ). с 01 января 2023 тариф с выплат выше минимального размера оплаты труда (далее - МРОТ) составляет - 15% (размер МРОТ установленный Федеральным законом от 19.12.2022 № 522-ФЗ на 2023 год составляет - 16242 рублей).

Таким образом, отчисления страховых взносов будем проводить по формуле (13) для каждого сотрудника

$$Здн = ((Зосн + Здоп) - (МРОТ * Мес)) * 0,15 + (МРОТ * 0,3 * Мес), \quad (13)$$

Расчет затрат на отчисления во внебюджетные фонды приведен в таблице 20.

Таблица 20. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Зосн, руб.	Здоп,руб.	Отработанное время, месяц	МРОТ	Звнеб,руб.
Научный руководитель	43 219,67 Р	5 186,36 Р	1	16242	9 697,20

Студент	201 553,28	24 186,39	5	16242	46 042,45
Итог					55 739,66

Итоговая сумма отчислений во внебюджетные фонды составила 55739руб.

2.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы – расходы на организацию, управление и обслуживание процесса производства товара, оказания услуг; носят комплексный характер. Накладные расходы вычисляются по формуле 14:

$$З_{нкл} = \text{сумма статей} (1 - 5) \times k_{нр}, \quad (14)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент накладных расходов (16% от суммы затрат, подсчитанных выше).

Суммы затрат возьмем из предыдущих разделов, суммируем, полученный подитог умножаем на коэффициент 0.16, результаты расчета приведены в в таблице 21.

Таблица 21. Расчет накладных расходов

Статьи затрат	Сумма, руб.
Материальные затраты НТИ	2 647,78 Р
Затраты на специальное оборудование	22 240,00 Р
Затраты на основную заработную плату	244 772,95 Р
Затраты на дополнительную заработную плату исполнителям проекта	29 372,75 Р

Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	55 739,66 Р
Подитог	354 773,14 Р
Коэффициент накладных расходов	0,16
Накладные расходы	56 763,70 Р

Итоговая сумма накладных расходов составила 56 763,70 руб.

2.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

После того, как была подсчитана каждая из статей расходов, можно приступить к формированию общего бюджета затрат проекта. Итоговый бюджет затрат представлен в таблице 22.

Таблица 22. Расчет бюджета затрат проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	2 647,78 Р	0,64
Затраты на специальное оборудование	22 240,00 Р	5,40
Затраты на основную заработную плату	244 772,95 Р	59,48
Затраты на дополнительную заработную плату	29 372,75 Р	7,14
Страховые взносы	55 739,66 Р	13,54
Накладные расходы	56 763,70 Р	13,79
Общий бюджет	411 536,84 Р	100,00

Таким образом, общий бюджет НИ составляет 411536,18 руб.

2.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности получают в ходе оценки бюджета затрат нескольких вариантов выполнения исследования по формуле 15:

$$I_{\text{фип рипс } i} = \Phi_{ri} / \Phi_{\text{max}}, \quad (15)$$

где $I_{\text{фип рипс } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{ri} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно - исследовательского проекта.

Интегральный показатель ресурсоэффективности может быть вычислен по следующей формуле 16:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i, \quad (16)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – оценка i -го варианта исполнения разработки, выраженная в баллах, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n – число параметров сравнения

Определение интегральных показателей эффективности проведем при двух варианта исполнения системы:

1. Научное исследование реализуется с использованием Google Collab.

2. Научное исследование реализуется с использованием GPU рабочего компьютера.

Главное преимущество Google Collab – возможность уменьшить износ GPU и CPU рабочего компьютера, так как необходимые вычисления проводятся в облаке, так же важным преимуществом является возможность

использовать компьютер для других задач пока идет обучение модели, однако у сервиса есть ограничения по времени использования, что может привести к преждевременной остановке работы обучающего алгоритма, что может привести к потере результата.

Использование же второго варианта предполагает под собой:

- Дополнительное обслуживание;
- Простой компьютера, невозможность его использования для другой работы или отдыха;
- Повышенный риск поломки

Все эти факторы в сумме можно оценить как дополнительные траты в размере 20000р.

Расчеты интегрального финансового показателя и интегральных показателей ресурсоэффективности обоих вариантов исполнения приведен в таблице 23 и 24.

Таблица 23 – Расчёт интегрального финансового показателя

Вариант	Φp_i , руб	Φmax , руб	$I_{фип}$ рисп i
Google Collab	411 536,84 Р	431 536,84 Р	0,95
GPU	431 536,84 Р		1,00

Таблица 24 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

	Весовой коэффициент параметра	Google Collab	GPU
Стоимость	0,40	5,00	1,00
Время работы	0,10	3,00	5,00
Вероятность ошибок	0,35	3,00	4,00
Удобство	0,15	4,00	4,00
Итого	1,00	3,95	2,90

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле (17):

$$I_{испi} = \frac{I_{pi}}{nI_{фип\text{ }исп\text{ }i}}, \quad (17)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Расчет приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Сравнительная эффективность разработки

	Интегральный показатель финансовой эффективности	Интегральный показатель ресурсоэффективности	Интегральный показатель эффективности
Google Collab	0,95	3,95	4,14
GPU	1,00	2,90	2,90

Отсюда можно сделать вывод о том, что первый вариант (Google Collab), более выгоден при разработке проекта.

2.6 Вывод по главе

В рамках данного раздела для определения сильных и слабых сторон проекта был проведен SWOT-анализ. Были выявлены возможные пути дальнейшего развития и совершенствования проекта для повышения его конкурентоспособности и произведена оценка качества и перспективности данного проекта.

Также была оценена трудоемкость проекта и времязатраты на его реализацию, которые отражены в диаграмме Ганта.

Кроме того, был определен бюджет проекта. На основании материальных затрат, зарплат исполнителей, страховых отчислений, накладных расходов и амортизации.

Из сравнения интегральных показателей эффективности вариантов исполнения становится ясно, что использованный вариант является наиболее выгодным.

Задание для раздела «Социальная ответственность»

Студенту:

Группа		ФИО	
8K93		Бабинов Данил Андреевич	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.04 Программная инженерия

Тема ВКР:

Разработка сервиса генерации музыки на основе нейросетевого подхода	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	<i>Объект исследования:</i> приложение для генерации музыки <i>Область применения:</i> разработка видеоигр, интернет-блоги, создание музыки <i>Рабочая зона:</i> офис <i>Размеры помещения:</i> 35 кв. м. <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> персональный компьютер (1 шт) <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> разработка, тестирование
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс РФ; ТК РФ Статья 91. Понятие рабочего времени. Нормальная продолжительность рабочего времени; ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя.
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные: 1. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 2. Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения; 3. Повышенная яркость света; 4. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса. Опасные: 1. Факторы, связанные с электрическим током. Требуемые средства коллективной защиты от выявленных факторов: системы естественного освещения, приборы искусственного освещения, изоляционные средства, предохранительные устройства.

3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	Воздействие на селитебную зону: не выявлено Воздействие на атмосферу: не выявлено Воздействие на гидросферу: твердые и ядовитые отходы при неправильной утилизации оборудования Воздействие на литосферу: твердые и ядовитые отходы при неправильной утилизации оборудования
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	Возможные ЧС: Обрушение здания, аварии на коммунальных системах, пожар, теракт. Наиболее типичная ЧС: пожар
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K93	Бабинов Данил Андреевич		

3. Социальная ответственность

3.1 Введение

В рамках выпускной квалификационной работы было разработано программное обеспечение для генерации музыки на основе нейросетей. Задача данного приложения – увеличить доступность музыки для применения в коммерческих проектах.

Данное приложение может быть применено в таких областях как:

- **Разработка видеоигр** – приложение может быть использовано разработчиками видеоигр чтобы создать музыкальное наполнение игрового проекта
- **Интернет-блоги** – приложение может быть использовано блогерами для создания музыкального фона для видеоряда.
- **Создание музыки** – приложение может быть использовано композиторами для поиска вдохновения и необычных музыкальных решений

Рабочим местом является офисное помещение размером 35 м2 оборудованное компьютером, а также всем необходимым для работы с ним: компьютерным столом, офисными стульями, источниками бесперебойного питания, хорошим искусственным освещением. Целью данной главы является определение и оценка параметров рабочей среды, а также исследование социальной ответственности при работе в офисе и написания приложения.

3.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения

3.2.1 Правовые нормы трудового законодательства

В статье 108 Трудового Кодекса РФ «Перерывы для отдыха и питания» сказано, что в течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается.

В соответствии со статьей 162 ТК РФ «Введение, замена и пересмотр норм труда» о введении новых норм труда работники должны быть извещены не позднее чем за два месяца.

Согласно статье 163 ТК РФ «Обеспечение нормальных условий работы для выполнения норм выработки», работодатель обязан обеспечить:

- исправное состояние помещений и оборудования;
- условия труда, соответствующие требованиям охраны труда и безопасности производства.

Согласно статье 212 ТК РФ «Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда», работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, оборудования, осуществлении технологических процессов, применяемых материалов;
- создание и функционирование системы управления охраной труда;

Следуя статье 219 «Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда» ТК РФ, каждый работник имеет право на:

- соответствующее требованиям охраны труда рабочее место;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- получение достоверной информации от работодателя об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения

здоровья, мерах защиты от воздействия вредных и опасных факторов производства.

3.3 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

Рабочее место должно быть организовано с учетом требований ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Согласно ГОСТ 12.2.032-78, взаимное расположение элементов рабочего места должно обеспечивать возможность осуществления всех необходимых движений для эксплуатации и технического обслуживания оборудования. В оборудование входит ПЭВМ.

Если работник постоянно загружен работой с ПЭВМ, приемлемой является поза сидя. В положении сидя основная нагрузка падает на мышцы, поддерживающие позвоночный столб и голову. В связи с этим при длительном сидении время от времени необходимо менять фиксированные рабочие позы. При организации работы с ЭВМ, согласно указанным выше требованиям, должны быть соблюдены следующие условия:

1. Рабочие места с ПЭВМ должны располагаться на расстоянии не менее 1,5 м от стены с оконными проемами, от других стен на расстоянии 1 м, между собой на расстоянии не менее 1,5 м.
2. Конструкция рабочей мебели должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки соответственно росту пользователя и создавать удобную позу для работы.
3. При размещении рабочих мест необходимо исключить возможность прямой засветки экрана источником естественного освещения.
4. Окна в помещениях с ПК должны быть оборудованы регулируемыми устройствами – жалюзи, занавески, внешние козырьки.
5. При размещении ЭВМ на рабочем месте должно обеспечиваться пространство для пользователя величиной не менее 850 мм.
6. Высота рабочего стола с клавиатурой должна составлять 680 - 800

мм над уровнем стола.

При выполнении выпускной квалификационной работы правовых и организационных нарушений по указанным требованиям не было выявлено, рабочее место было оборудовано согласно всем нормам и правилам.

3.4 Производственная безопасность

Сотрудники офиса и программисты в основном подвержены физическим и психофизиологическим факторам на своем рабочем месте. В таблице 26 представлены все вредные и опасные факторы и их классификация в соответствии с нормативными документами.

Таблица 26 – Возможные опасные и вредные производственные факторы в офисе

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1) Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [7]
2) Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	
3) Повышенная яркость света	
4) Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [8]
5) Факторы, связанные с электрическим током	ГОСТ 12.1.019-2017 «Электробезопасность. Общие

	требования и номенклатура видов защиты» [9] ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление» [10] ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [11]
--	---

1.1.1 Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения, отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения, повышенная яркость света

Основные причины недостатка необходимого естественного освещения служат неправильное расположение рабочих мест в помещении, недостаток окон или преграды на пути распространения света.

Недостаточный уровень света заставляет напрягать зрение, что приводит к быстрой усталости глазных мышц, общей сонливости головным болям и мигрени.

Рабочие места следует размещать так, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал больше всего слева. Окна в офисном помещении должны быть направлены на север.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90° с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях не должна превышать 200 кд/м², а защитный угол светильников обязан превышать 40°.

Следует обеспечить равномерное распределение яркости в поле зрения программиста, при этом соотношения яркости между рабочими

поверхностями должно быть меньше 3:1-5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1. Эти данные указаны в СанПиН 1.2.3685-21 [13]. Нормы освещения в офисных помещениях также представлены в данном документе.

Рекомендованные значения можно найти в таблице 5.25 указанного документа. В ней приводятся следующие показатели для офисов:

- Естественное освещение (КЕО, ен) составляет 3,0 при верхнем или комбинированном освещении и 1,0 при боковом.
- Показатель КЕО при совмещенном освещении равен 1,8 при комбинированном или верхнем свете и 0,6 при боковом.
- Искусственная освещенность равна 400 лк при комбинированном и 300 лк при общем освещении.
- Показатель дискомфорта М не может превышать уровня 40.
- Допустимый коэффициент пульсации света составляет не более 15%.

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) позволяет контролировать уровень естественного освещения офиса. Это тот свет, который проникает через оконные и прочие проемы в помещении. Когда показатели КЕО недостаточны, дополнительно к естественному свету устраивают искусственное освещение.

1.1.2 Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса

При длительной работе программист также подвержен нервно-психическим перегрузкам, определенные в ГОСТ 12.0.003-2015 [8].

Эмоциональные перегрузки способны вызвать изменения функционального состояния центральной нервной системы, что пагубно влияет на состоянии организма в целом. Они могут быть вызваны конфликтами с коллегами и начальством, стрессом или перенапряжением на рабочем месте. Умственное перенапряжение может проявляться из-за недостатка времени на отдых после длительной работы, нарушения режима

приема пищи или недосыпа, может накапливаться и приводить к неблагоприятным последствиям и заболеваниям.

Главными признаками монотонной работы служат многократное повторение и однообразие рабочих процессов, и их короткая длительность. Таковой является работа программиста. В результате сотрудник теряет интерес к рабочим процессам, и у него возникает состояние «производственной скуки». Монотонная работа отрицательно влияет на рабочие процессы: ухудшаются экономические показатели, растет текучесть кадров, возрастает уровень травматизма и повышается аварийность.

Для снижения нервно-психических перегрузок и перенапряжений предусмотрены перерывы в работе и выбор удобного времени для выполнения той или иной работы.

1.1.3 Факторы, связанные с электрическим током

Основными причинами поражения электрическим током являются:

- прикосновение к токовыводящим частям под напряжением;
- неисправность изоляции и защитных устройств;

Прохождение электрического тока через тело человека сопровождается нарушением функций внутренних органов или ожогом тканей. Поражение током приводит к остановке сердца, судорогам, потере сознания.

Мерами защиты от воздействия электрического тока при неисправности изоляции являются защитное заземление, зануление [26] и использование устройств защитного отключения (УЗО).

1.1.4 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего

Учитывая все вышесказанное, в офисе при организации и расположении рабочего пространства необходимо соблюдать следующие моменты:

- Заземлить крупные металлические предметы в офисе, где устанавливаются компьютеры и другая организационная техника.

- Разместить сетевые фильтры и провода электропитания как можно ближе к полу. Подключать не более 2-3 устройств к каждому групповому рабочему месту. Удалить источники питания, провода соединения компьютера и периферийные устройства наиболее далеко от пользователя в пределах рабочего пространства.
- Обеспечить качественное освещение на рабочих местах пользователей. Продумать расположение мониторов, качество мебели и угол падения света.
- Определить время отдыха, включающее поддержание тонуса мышц, отдых зрительных органов и обеденный перерыв.
- Учитывать потоки воздуха от кондиционеров при расположении сотрудников и определить наиболее комфортное положение для всех с минимальным воздействием на здоровье.

3.5 Экологическая безопасность

Неверная утилизация составных частей компьютерной техники может иметь серьезное воздействие на литосферу. Вещества, такие как свинец, кадмий, ртуть и другие токсичные вещества, могут проникать в почву и затем попадать в грунтовые воды, загрязняя их. ПДК веществ для почвы: свинца – 32 мг/кг, кадмия – 0,96 мг/кг, ртути – 2,1 мг/кг.

Это может привести к серьезным последствиям для окружающей среды и здоровья людей, таких как отравления. Помимо этого, загрязнение почвы может привести к значительному урону природе например: отравление животных и растений.

Неверный способ утилизации рабочей техники может привести к серьезному загрязнению гидросферы. Отходы могут попадать в реки, озера и другие водные источники, загрязняя их, что может привести к сокращению численности водных животных, а также к отравлениям людей, которые

употребляет их в пищу. ПДК веществ для гидросферы: ПДК в воде ртути – 0,0005 мг/л, свинца – 0,03 мг/л, кадмия – 0,001 мг/л.

Поэтому очень важно правильно утилизировать рабочую технику, используя методы, которые не оказывают негативного воздействия на окружающую среду. Это может включать в себя переработку и утилизацию техники с использованием безопасных методов и в соответствии с законодательством и нормативами, а также соблюдение мер предосторожности при работе с техникой.

На атмосферу влияние не оказывается.

На селитебную зону влияние не оказывается.

3.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможные чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при работе в офисе:

- Внезапное обрушение здания
- Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения населения
- Пожар
- Теракт

Пожары являются наиболее распространенной чрезвычайной ситуацией в офисе из-за большого количества компьютерной техники и перегрузки электрических сетей, а также из-за человеческого фактора.

Для того чтобы предупредить и избежать возникновения пожара нужно:

- Проводить плановые проверки оборудования и электросетей в офисе
- Проводить инструктаж на рабочем месте сотрудников
- Максимально уменьшить нагрузку на сеть
- Установить датчики дыма и огня в помещении
- Расположить планы эвакуации и огнетушители в доступных местах
- Следить, чтобы выходы не были перекрыты

Если же случилось возгорание, необходимо:

- Сообщить о возникновении пожара в пожарную часть и руководству
- В случае угрозы жизни людей немедленно организовать эвакуацию с объекта
- Отключить электроэнергию, кроме систем противопожарной безопасности
- Остановить работы, кроме работ по тушению пожара
- Помочь пожарной бригаде в выборе кратчайшего пути к очагу возгорания
- Сообщать пожарной бригаде об опасных веществах, хранящихся на объекте

На основании Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ [16] классом возможного пожара является пожар класса А (Пожары твердых горючих веществ и материалов).

Первичные средства пожаротушения подразделяются на следующие типы:

- 1) переносные и передвижные огнетушители;
- 2) пожарные краны и средства обеспечения их использования;
- 3) пожарный инвентарь;
- 4) покрывала для изоляции очага возгорания;
- 5) генераторные огнетушители аэрозольные переносные.

3.7 Вывод по разделу

В ходе работы по разделу были выявлены основные законодательные акты, которые обеспечивают безопасность жизнедеятельности на рабочем месте. Также были рассмотрены наиболее значимые опасные и вредные факторы, связанные с разработкой программного решения, а также описано влияние этого процесса на окружающую среду и необходимые меры для уменьшения негативного воздействия. Кроме того, были проанализированы возможные чрезвычайные ситуации и принятые меры для их предотвращения.

Деятельность соответствовала всем заявленным нормам. Рабочее место во время работы соответствовало указанным стандартам и санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам. Для обеспечения необходимого уровня освещения используются несколько энергосберегающих ламп и дополнительное настольное освещение. Для защиты от воздействия электрического тока соблюдаются правила безопасности при работе с ПЭВМ.

Согласно правилам установок электроустановок, рабочее помещение инженера-программиста относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током.

Работа программиста требует 1 группы по электробезопасности. Рабочее помещение является пожароопасным и относится к категории В. Такая классификация связана с наличием в офисных помещениях горючих и трудногорючих материалов и веществ, которые при контакте с воздухом горят без образования взрывоопасных смесей.

По категории тяжести труда работа разработчика-программиста относится к категории 1а, так как средние энергозатраты работника при данном виде деятельности не превышают 139 Ккал/час.

Эксплуатация ПЭВМ не оказывает значительного вреда экологии, однако неправильная утилизация комплектующих ПЭВМ и макулатуры может оказывать негативное воздействие на литосферу.

Заключение

Во время выполнения ВКР были выполнены следующие задачи:

- Ознакомление с предметной областью, анализ публикаций и интернет-источников;
- Анализ функционала аналогичных программных продуктов;
- Выбор инструментария решения задачи;
- Разработка алгоритма решения задачи;
- Разработка архитектуры программного обеспечения;
- Реализация нейросети;
- Разработка и реализация интерфейса;

Однако часть планируемых возможностей еще не реализована, например:

- Возможность редактирования музыки;
- Возможность объединять музыкальные фрагменты;

Кроме того, нейросеть на данный момент обучена только для генерации одного жанра музыки и не способна варьировать продолжительность нот в мелодии.

Все это, говорит о том, что данный проект оказался значительно сложнее чем изначально считался. Из чего следует, что данный проект имеет смысл продолжить на следующих курсах в магистратуре.

Список использованных источников

1. TensorFlow [Электронный ресурс]. - режим доступа: URL: <https://www.tensorflow.org/?hl=ru> свободный (20.03.2023)
2. CUDA Toolkit - Free Tools and Training | NVIDIA Developer, [Электронный ресурс]. - режим доступа: URL: <https://developer.nvidia.com/cuda-toolkit>, свободный (20.03.2023)
3. Keras API reference [Электронный ресурс] / Keras. Режим доступа <https://keras.io/api/>, свободный. (дата обращения: 20.05.2023)
4. Flask — Flask Documentation (2.3.x) (palletsprojects.com) [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: <https://flask.palletsprojects.com/en/2.3.x/> свободный. (дата обращения: 20.03.2023)
5. Visual Studio, [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: <https://visualstudio.microsoft.com/ru/> свободный. (дата обращения: 20.03.2023)
6. Anaconda, [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: <https://www.anaconda.com/> свободный. (дата обращения: 20.03.2023)
7. Tensorflow-GPU: How to Install Tensorflow with NVIDIA CUDA, cuDNN and GPU support on Windows [Электронный ресурс] / Medium. Режим доступа: URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/tensorflow-gpu-how-to-install-tensorflow-with-nvidia-cuda-cudnn-and-gpu-support-on-windows-6158cffc1c29/>, свободный. (дата обращения: 20.05.2023)
8. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> , свободный (11.12.2022)
9. Melobytes. Официальный сайт [Электронный ресурс]. - <https://melobytes.com/en/> , свободный (11.12.2022)
10. MuseNet. Официальный сайт [Электронный ресурс]. - <https://openai.com/blog/musenet/> , свободный (11.12.2022)
11. DaDabots. Официальный сайт [Электронный ресурс]. - https://www.youtube.com/@dadabots_ , свободный (11.12.2022)

12. Computoser. Официальный сайт [Электронный ресурс]. - <http://computoser.com/> , свободный (11.12.2022)
13. Duet AI. Официальный сайт [Электронный ресурс]. - <https://experiments.withgoogle.com/ai/ai-duet/view/> , свободный (11.12.2022)