

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение Электронной инженерии

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка генератора для направления музыки «Lo-Fi»</b>

УДК 004.4'277:78

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А6Б	Вьюгова В.И.		

Руководитель

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	к.т.н.,		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГ	Спицына Л.Ю.	К.э.н.,		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
Общие по направлению подготовки	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной электронной техники различного назначения с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере электронного приборостроения, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности

P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
Элективная группа «Промышленная электроника»	
P13	Осуществлять профессиональную деятельность в области разработки, проектирования и эксплуатации преобразователей электрической энергии высокоэффективной электронной техники.
P14	Разрабатывать, проектировать, использовать в профессиональной деятельности устройства, приборы и системы аналоговой и цифровой электронной техники различного назначения.
P15	Проектировать, проводить технологическое сопровождение создания и осуществлять эксплуатацию электронных средств и электронных систем для обеспечения долговечного бесперебойного функционирования бортовых комплексов управления (БКУ).

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки «Электроника и наноэлектроника»  
 Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Иванова В.С.  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1А6Б	Вьюговой Виктории Игоревне

Тема работы:

Разработка генератора для направления музыки «Lo-Fi»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.02.2020, 43-64/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2020
--	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(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 особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект проектирования генератор для направления музыки Lo-Fi. Режим работы устройства непрерывный.</p> <p>Цель проектирования разработка устройства, предназначенного для генерации мелодий в жанре Lo-Fi, разработка часов на газоразрядных индикаторах.</p> <p>Ожидаемые результаты: генератор мелодий, часы на газоразрядных индикаторах, питание от сети +5В.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам 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></p>	<p>Обзор существующих устройства генерации мелодий;          Разработка структурная схема и алгоритм работы устройства;          Разработка программного обеспечения генератора мелодий;          Обзор существующие варианты реализации часов на газоразрядных индикаторах;          Проектирование принципиальной схема и печатной платы для часов на газоразрядных индикаторах.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Схема электрическая принципиальная;          Перечень элементов;          Чертёж печатной платы.</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p><b>Финансовый менеджмент</b></p>	<p>Спицына Любовь Юрьевна</p>
<p><b>Социальная ответственность</b></p>	<p>Гуляев Милий Всеволодович</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p style="text-align: center;">-</p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>13.02.2020</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.т.н.		13.02.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1АББ	Вьюгова Виктория Игоревна		13.02.2020

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1А6Б	Вьюговой Виктории Игоревне

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОЭИ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	11.03.04

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Сумма бюджета проекта не более 400 тыс.руб. В т.ч. затраты на оплату труда 340 тыс.руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	В соответствии с нормами и нормативными расходования материалов: ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов», ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	УСН, страховые взносы – 30% от ФОТ.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	-Потенциальные потребители результатов НИ; -Анализ конкурентных технических решений -Значение интегральной ресурсоэффективности не менее 4,5 баллов из 5
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	-Определение трудоемкости выполнения работ; -Расчет материальных затрат НИ; -Основная и дополнительная зарплата исполнителей темы; -Отчисления во внебюджетные фонды; -Накладные расходы.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	-Расчет уравнений эффективности НИ; -Расчет уравнений сравнительной эффективности НИ.

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

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

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	31.03.2020
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Спицина Л.Ю.	к.э.н.		31.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1А6Б	Вьюгова В.И.		31.03.2020

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
1А6Б		Вьюговой Виктории Игоревне	
Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	11.03.04

Тема ВКР:

<b>Разработка генератора для направления музыки «Lo-Fi»</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом исследования является Разработка генератора для направления музыки «Lo-Fi» Разработка ведётся в аудитории 210, 4 корпуса ТПУ
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны
<b>2. Производственная безопасность:</b>	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов: <input type="checkbox"/> Неудовлетворительный микроклимат; <input type="checkbox"/> Повышенный уровень шума; <input type="checkbox"/> Недостаточная освещенность рабочей зоны; <input type="checkbox"/> Поражение электрическим током <input type="checkbox"/> Повышенный уровень напряженности электростатического поля, электромагнитных полей; <input type="checkbox"/> Пожаровзрывоопасность (как ЧС) Выводы на соответствие допустимым условиям труда согласно специальной оценке условий труда
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу. решение по обеспечению экологической безопасности.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<input type="checkbox"/> Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; <input type="checkbox"/> Выбор наиболее типичной ЧС; <input type="checkbox"/> Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; <input type="checkbox"/> Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. <input type="checkbox"/> Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.03.2020
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев М.В.			12.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А6Б	Вьюгова В.И.		12.03.2020

## **Сокращения и определения**

**BPM** (англ. beats per minute) – удары в минуту

**DIP** – название типа корпуса, применяемого для микросхем

**Lo-Fi** (англ. low fidelity) – низкое качество

**ROM** (англ. read-only memory) – постоянное запоминающее устройство

**Web-сервер** – компьютер, который хранит ресурсы сайта

**ГРИ** – газоразрядные индикаторы

**Микс** – несколько музыкальных произведений (треков), выстроенных в непрерывную последовательность

**ПЛИС** – программируемая логическая интегральная схема

**Сэмпл** – небольшой звуковой фрагмент



## Реферат

Выпускная квалификационная работа 86 с., 23 рис., 28 табл., 37 источников, 3 прил.

Ключевые слова: генератор, музыка, газоразрядные лампы, Lo-Fi

Объектом исследования является программная генерация мелодий

Цель работы – разработка генератора для направления музыки Lo-Fi

В процессе исследования проводилась разработка программного обеспечения генератора мелодий, разработка принципиальной схемы часов на газоразрядных лампах, трассировка и 3D моделирование печатной платы часов.

В результате исследования были получены принципиальная схема, чертёж печатной платы, прототип генератора для направления музыки Lo-Fi.

Степень внедрения: создан прототип, проводятся испытания.

Область применения: аппаратура для создания благоприятной обстановки для работы и отдыха.

Экономическая эффективность/значимость: разрабатываемое устройство не имеет аналогов как на российском, так и на зарубежном рынке

В будущем планируется: произвести сборку часов на газоразрядных индикаторах, разработать совместный корпус для генератора мелодий и часов.

## Оглавление

Введение.....	13
1 Обзор литературы .....	14
1.1 Схемотехнические устройства.....	14
1.2 Программные генераторы .....	17
2 Разработка генератора и выбор элементов.....	21
2.1 Описание алгоритма работы и структурной схемы .....	21
2.2 Выбор микрокомпьютера.....	22
2.2.1 myRIO.....	22
2.2.2 Arduino.....	24
2.2.3 Raspberry Pi .....	24
3 Разработка программного обеспечения .....	26
4 Разработка часов.....	31
4.1 Часы на газоразрядных индикаторах .....	31
4.1.1 Часы «История любви ИН-12» .....	31
4.1.2 Часы с контроллером и кнопками управления .....	32
4.2 Проектирование часов «Lo-Fi».....	32
4.3 Проектирование печатной платы .....	35
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 37	
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований .....	37
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	37
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....	38
5.1.3 Технология QuaD .....	41

5.1.3 SWOT – анализ .....	43
5.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	46
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	46
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	48
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования .....	50
5.3 Бюджет научно-технического исследования .....	52
5.3.1 Расчет материальных затрат исследования.....	52
5.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование .....	53
5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы .....	53
5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	55
5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды .....	56
5.3.6 Накладные расходы.....	57
5.3.7 Формирование бюджета затрат .....	58
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .	58
6 Социальная ответственность .....	61
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .	61
6.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	61
6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны ....	62
6.2 Производственная безопасность .....	62
6.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов .....	63
6.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов .....	64
6.3 Экологическая безопасность.....	71
6.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду .....	71

5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду ...	72
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	72
6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС.....	72
6.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС.....	74
Заключение .....	77
Список используемых источников.....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	81
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	82
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	85

## **Введение**

Со времени своего появления, Lo-Fi так и не смог получить широкой огласки где-то помимо интернета. Но и в интернете, большая часть слушателей находится в азиатском и американском сегменте мировой паутины, отчасти из-за того, что он неразрывно связан с тематикой аниме, отчасти из-за того, что хип хоп был создан в Америке. Но несмотря на это, он остается одним из самых удивительных творений интернета, связывающим такие, казалось бы, несовместимые вещи, как хип хоп и мягкие инструментальные партии и сэмплы.

При помощи генератора Lo-Fi мелодий можно решить проблему усталости даже от любимой музыки. Так же устройство позволяет не отвлекаться на подбор или переключение композиций, что благоприятно скажется на любом виде деятельности.

Целью выполнения выпускной квалификационной работы является разработка генератора Lo-Fi мелодий из записанных сэмплов.

В дополнение к генератору мелодий проектируются часы на газоразрядных лампах.

Разрабатываемое устройство служит для создания комфортной среды как для работы, так и для отдыха.

## 1 Обзор литературы

Все существующие генераторы мелодий можно разделить на два типа: реализуемые схмотехнически и в виде программ на web-серверах.

### 1.1 Схмотехнические устройства

К музыкальным генераторам, существующим на данный момент времени и реализованные при помощи электронных компонентов, относятся:

1. Генераторы звуковой частоты («пищалки»);
2. Выполненные на интегральных микросхемах.

Рассмотрим примеры реализации схмотехнических решений.

Схема одной из простейших «пищалок» представлена на рисунке 1. R1 задает смещение на базу VT1. А с помощью C1 осуществляется обратная связь. Динамик является нагрузкой VT2 [1].

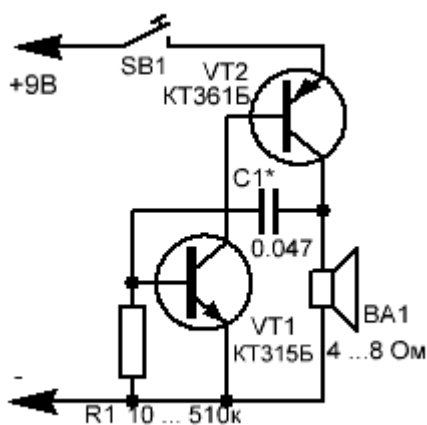


Рисунок 1 – Простой генератор звуковых частот

Генератор сигнала звуковой частоты выполнен всего на одном транзисторе (рисунок 2). Телефон и конденсаторы C1, C2 образуют колебательный контур. Для возникновения генерации, "отвод" контура соединен с эмиттером транзисторного каскада цепь положительной обратной связи [2].

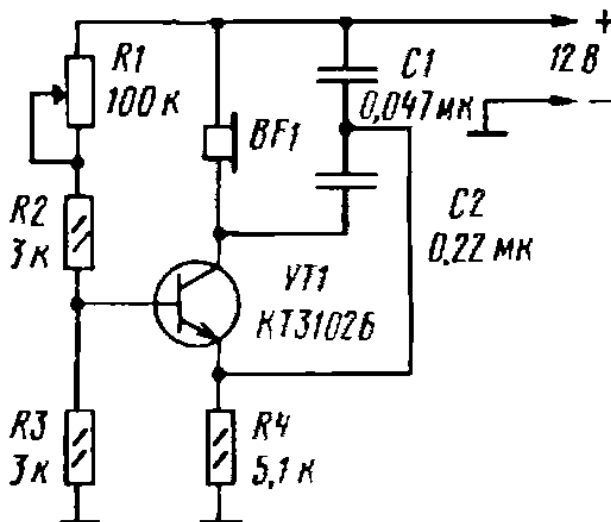


Рисунок 2 – Генератор сигнала звуковой частоты

Существенным недостатком приведённых схем, приведённых на рисунках 1 и 2, является их неспособность генерировать приятные для прослушивания мелодии, состоящие из нескольких сэмплов.

Микросхема NT2887 представляет собою генератор звуковых эффектов и мелодий с возможностью независимого воспроизведения до восьми различных звуковых эффектов или до трех мелодий.

Обладает объемом памяти для мелодий, равным 128 нот и объемом памяти для звуковых эффектов 256 нот;

Производственное программирование на генерацию гудения, звонка, сигнала тревоги, мелодии и т.д.

На рисунке 3 изображена структурная схема интегральной микросхемы NT2887 [3].

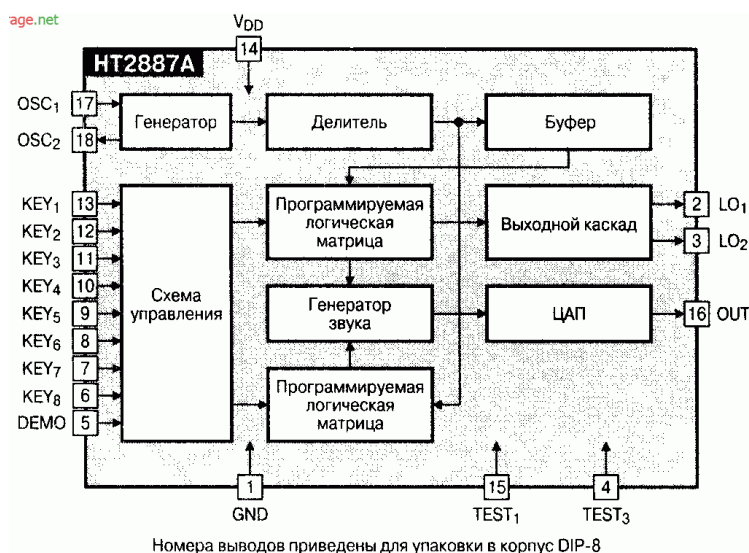


Рисунок 3 – Структурная схема

Стандартный 18-контактный HT82207 является интегрированным звуковым генератором, производящим звуки, характерные для «Старого Запада». Различные звуки выбираются кнопками S1-S6 (рисунок 4).

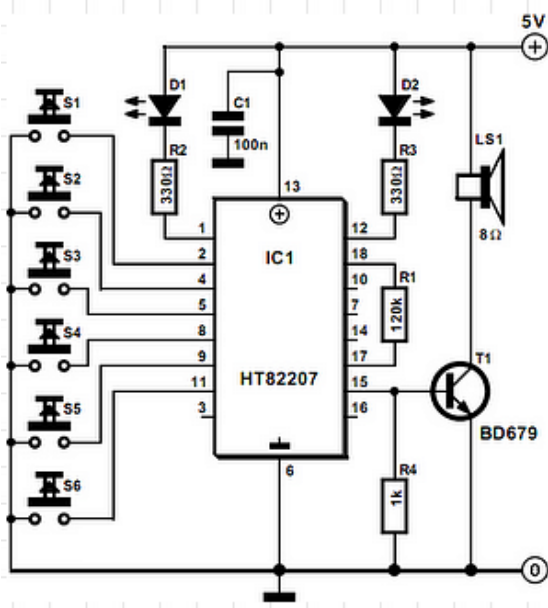


Рисунок 4 – Принципиальная схема генератора мелодий

Микросхема UM3481 это 16-контактный генератор мелодий, которые запрограммированы в ROM. Различные режимы мелодий могут быть выбраны посредством DIP переключателей. Встроенный усилитель обеспечивает простое подключение нагрузки (рисунок 5) [4].



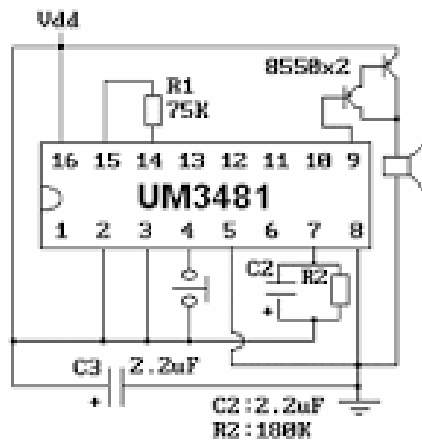


Рисунок 5 – Принципиальная схема генератора мелодий

Приведённые микросхемы можно условно назвать генераторами мелодий, т.к. в них запрограммировано определённое количество готовых композиций, которые переключаются вручную нажатием кнопок, не имеют возможности добавления и изменения мелодий.

## 1.2 Программные генераторы

Существуют онлайн генераторы мелодий различных типов. Одни автоматически генерируют музыку при помощи искусственного интеллекта и ранее написанных мелодий. Другие предлагают пользователю составить мелодию самому, при помощи нажатия на кнопки (иногда клавиатуры). В результате нажатия на одну кнопку воспроизводится короткий звук, как на обычном синтезаторе.

Далее рассмотрены несколько онлайн ресурсов для генерации мелодий.

## Pizzicato

Цель Pizzicato - упростить создание и управление звуками с помощью API Web Audio [6]. На рисунке 6 представлен скриншот демоверсии сайта.

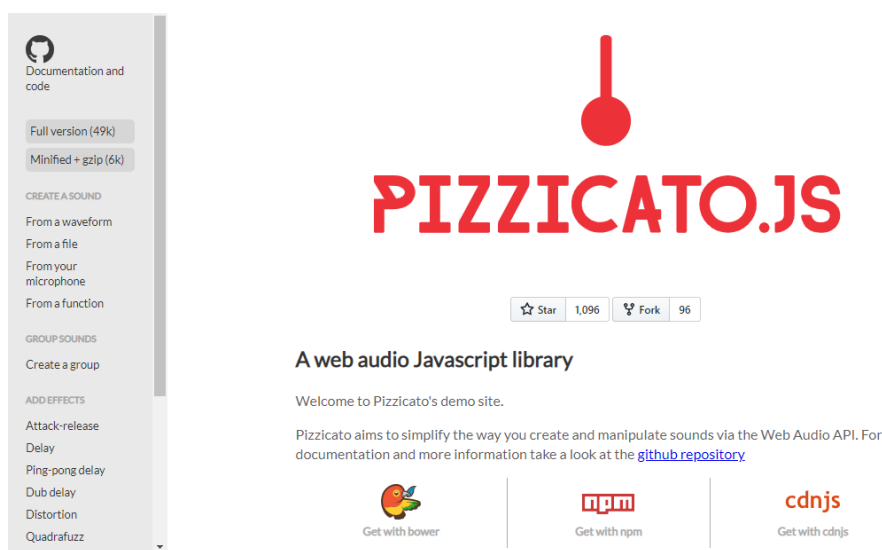


Рисунок 6 – Pizzicato

Web Audio API – это высокоуровневая библиотека, предоставляющая расширенные возможности для работы со звуком в браузере. С помощью Web Audio API можно создать объемный звук, добавить эхо или, например, создать частотный эквалайзер [7].

Преимущества Web Audio API:

1. Абсолютно синхронное воспроизведение аудио (возможность проигрывать сотни семплов одновременно с разницей в миллисекунды, точно планируя начало и конец воспроизведения каждого из них);

2. Возможность обработки звука с помощью десятков встроенных высокоуровневых блоков (фильтров, усилителей, линий задержки, модулей свертки, и т.д.);

3. Богатые возможности для синтеза колебаний звуковой частоты с различной формой огибающей. (Можно написать простейший синтезатор за 10 мин);

4. Работа с многоканальным аудио [8].

Элемент <audio> хорош только для воспроизведения музыки. Вы не можете легко воспроизводить короткие звуки и большинство реализаций позволяют воспроизводить только один звук за раз. Что ещё более важно, вы не можете генерировать звук на лету или получить доступ к библиотеке сэмплов для дальнейшей обработки. Элемент <audio> хорош для чего и предназначен: воспроизведение музыки, но весьма ограничено.

## Samplerator

Сервис для создания мелодии или ритмичной композиции. Каждой клавише на клавиатуре соответствует свой звук или бит (рисунок 7) [9].

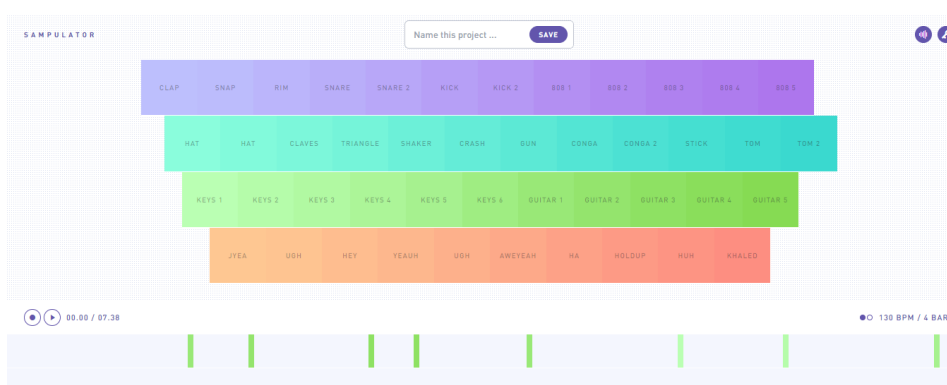


Рисунок 7 – Samplerator

В качестве устройства ввода пользователь использует клавиатуру ПК, на каждую клавишу которой можно назначить тот или иной сэмпл. Трек формируется в реальном времени, когда приложение записывает нажатия на клавиатуру.

Главное ограничение – записывать собственные сэмплы или вокал с микрофона или хотя бы загружать их с ПК нельзя. [10]

## Mubert

Mubert – обширная база тщательно отобранных сэмплов, воспроизводимых в определённом сочетании и порядке.

Mubert основан на комплексе музыкальных и математических алгоритмов и предоставляет неограниченное количество генерируемых в реальном времени бесконечных музыкальных потоков в любом жанре и настроении.

Используя огромную базу данных звуков, созданных человеком, Mubert создает непрерывную настраиваемую музыку, которую можно транслировать, сохранять и распространять [11].

Бесплатно и с ограничением жанров использовать приложение Mubert (рисунок 8) возможно только с телефона или планшета, подключенного к интернету (Android/iOS).

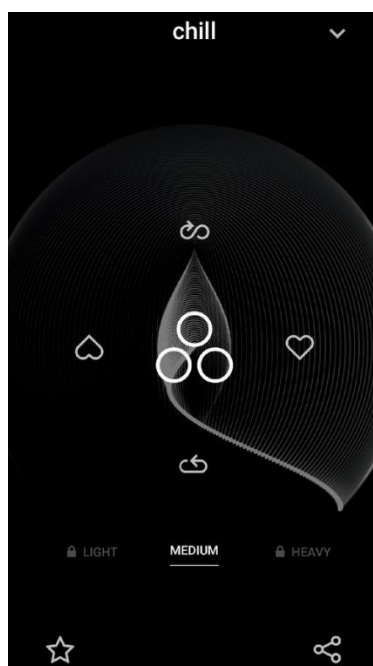


Рисунок 8 – Приложение Mubert (Android)

Из рассмотренных решений в области генерации мелодий, можно прийти к выводу, что из схемотехнических устройств существуют только «пищалки», которые могут использоваться только для сигнализаций в различных областях (машины, пожарные датчики и любые другие «сигналки»). Из программных генераторов музыки наиболее распространены онлайн ресурсы с применением искусственного интеллекта, который на основе существующих мелодий генерирует «новые» мелодии.

Потребители заинтересованы в малогабаритном мобильном устройстве генерации мелодий, для работы которого необходимы питание +5В и любая акустическая система (колонки, наушники). Проведённый в Разделе 1 анализ показал, что на данный момент генераторов мелодий, способных быть «самостоятельным» устройством не существует.

## 2 Разработка генератора и выбор элементов

### 2.1 Описание алгоритма работы и структурной схемы

На рисунке 9 представлена алгоритм работы разрабатываемого генератора Lo-Fi мелодий.

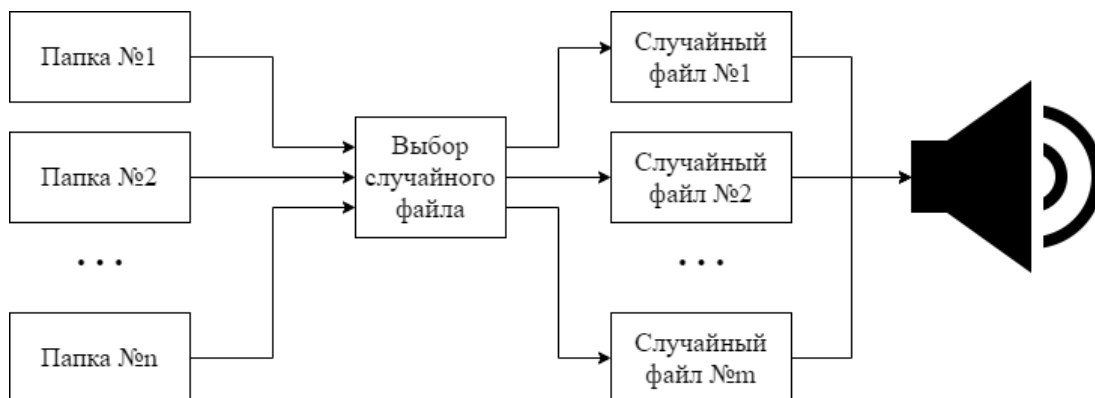


Рисунок 9 – Проектируемое устройство

Существует  $n$  папок с  $m$  аудиофайлами. Далее выбирается случайный файл из каждой папки и воспроизводятся в течении заданного в секундах времени. От количества папок и файлов в них зависит количество получаемых миксов, т.е. чем больше файлов, тем больше случайных вариаций воспроизведения дорожек.

Для получения мелодичного звучания все файлы должны иметь одинаковый показатель, определяющий скорость исполнения или воспроизведения композиции – BPM.

На рисунке 10 представлена структурная схема разрабатываемого проекта генератора Lo-Fi мелодий с часами на газоразрядных лампах.

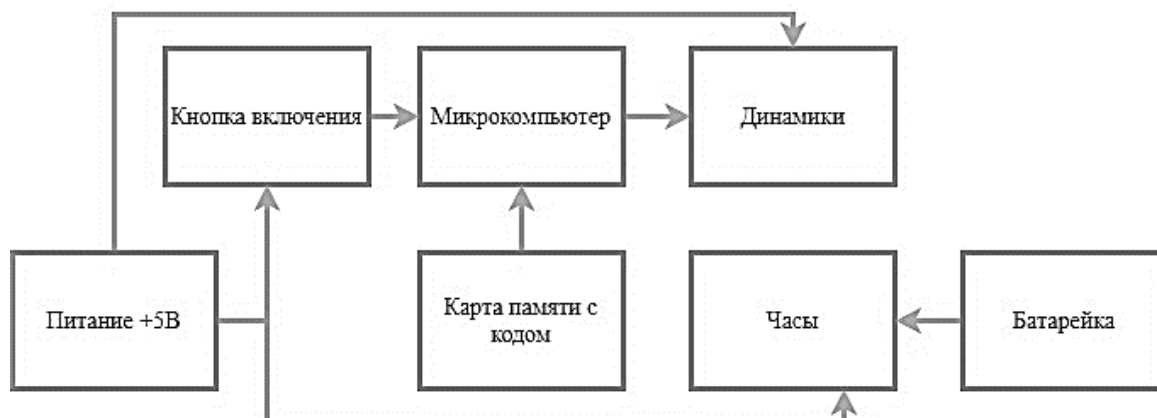


Рисунок 10 – Структурная схема устройства

Для генерации мелодий используется микрокомпьютер, который подключён к питанию +5В. Карта памяти используется для хранения программного обеспечения. К микрокомпьютеру подключены динамики, представляющие собой колонки или наушники.

Батарейка используется для предотвращения автоматического сброса времени при отключении часов от питающего напряжения.

## 2.2 Выбор микрокомпьютера

Ниже рассмотрено несколько типов устройств, таких как myRIO, Arduino и Raspberry Pi.

### 2.2.1 myRIO

Платформа NI myRIO спроектирована на базе промышленных технологий и создана специально для выполнения сложных технических задач студентами. NI myRIO построена на базе технологии Zynq<sup>®</sup> (система на кристалле SoC) от Xilinx, которая сочетает в себе двухъядерный ARM Cortex-A9 процессор и ПЛИС с 28000 программируемыми логическими ячейками.

Используя возможности графической среды программирования NI LabVIEW, студенты могут программировать ПЛИС и разрабатывать системы реального времени, что позволяет им быстро и качественно реализовывать прототипы и выполнять сложные инженерные проекты.

NI myRIO (рисунок 11) имеет 10 аналоговых входов, 6 аналоговых выходов, аудио канал и 40 линий цифрового ввода/вывода. Она включает в себя Wi-Fi модуль, трехосный акселерометр и несколько программируемых светодиодов. И всё это в прочном, защищенном корпусе. [12]



Рисунок 11 – NI myRIO

Стоимость myRIO на момент выполнения работы составляет около 100 тыс. рублей и является мощной платформой для разработок. Не представляется целесообразным для использования, т.к. для проектирования является избыточной.

### 2.2.2 Arduino

Платформа Arduino (рисунок 12) включает в себя как 8-битные AVR контроллеры, так и мощные 32 битные ARM процессоры.



Рисунок 12 – Arduino Uno

Т.к. принцип воспроизведения файлов Arduino MP3 не позволяет обеспечить высокое качество звука, поскольку с выхода контроллера снимаются импульсы прямоугольной формы (меандр), отличающиеся от идеального синусоидального сигнала, данный микрокомпьютер не может быть использован для проектирования. [13].

### 2.2.3 Raspberry Pi

Raspberry Pi (рисунок 13) – популярный одноплатный мини-компьютер, который умещается на ладони и обладает достаточно мощной начинкой, чтобы заменить настольный ПК начального уровня. «Малинка» работает на Linux и поддерживает USB-устройства, дисплеи, камеры и другую периферию [14].





Рисунок 13 – Raspberry Pi3

Для начала работы с Raspberry Pi кроме самой платы необходимо иметь:

1. SD-карту, с которой загружается операционная система;
2. кабель питания или аккумулятор micro-USB [15].

Цена на Raspberry Pi находится в диапазоне от 2х до 5 тысяч рублей, что является приемлемым для использования в данном проекте. Также мини-компьютер имеет встроенный аудиопорт, позволяющий подключать и отключать любые динамики в любой момент времени.

Для разработки генератора Lo-Fi в качестве базы выбран микрокомпьютер Raspberry Pi, имеющий преимущества над другими рассматриваемыми устройствами.

### 3 Разработка программного обеспечения

Во второй главе для разработки генератора Lo-Fi в качестве базы выбран микрокомпьютер Raspberry Pi, языком программирования которого является Python. Язык программирования Python – это мощный инструмент для создания программ самого разнообразного назначения [16]. Python имеет ряд положительных характеристик: во-первых, по сравнению со многими другими языками программирования, Python имеет легко читаемый синтаксис, во-вторых, подходит для разных платформ: и Linux, и Windows, в-третьих, высокая востребованность на рынке труда. Также существует множество качественных библиотек, содержащие различные коды, для различных областей, что позволяет использовать их в качестве основы. [17].

Алгоритм работы кода программы представлен выше, на рисунке 9.

Данный проект представляет собой устройство для генерации Lo-Fi музыки из ранее записанных сэмплов.

Перед началом работы на карте памяти создаются папки, в которые загружаются сэмплы, которые используются для генерации мелодий. Используемые для данного устройства сэмплы придуманы и записаны начинающим исполнителем Данилом Печёркиным, г. Кемерово.

Ниже приведён код программы с пояснениями принципа работы

```
# coding: utf8
import simpleaudio as sa # для воспроизведения музыки
import os # для работы с папками и файлами
import datetime # для таймингов
import random # для рандома ^\_(\ツ)\_/^
from pydub import AudioSegment
samplesDir = "./samples" # Папка с папками сэмплов
cycleTime = 20 # Время проигрывания одного набора сэмплов в секундах
# создаем словарь с типами сэмплов и заполняем пустыми списками
```

```

samplesdict = {a: [] for a in os.listdir(samplesDir)}
lastTimedict = {a: datetime.datetime.now() for a in samplesdict.keys()}
initdict = {a: True for a in samplesdict.keys()}
nowPlaydict = dict.fromkeys(samplesdict.keys())
nowPlayAtrdict = dict.fromkeys(samplesdict.keys())
""" Основной бесконечный цикл """
while True:
    # создаем словарь с типами сэмплов которые будут играть следующими
    for samplesType in samplesdict.keys(): # для каждого типа сэмплов
        if datetime.datetime.now() - lastTimedict[samplesType] >
datetime.timed$
            initdict[samplesType]=False
            if nowPlaydict[samplesType] != None:
                if not nowPlaydict[samplesType].is_playing():
                    # если список неиспользованных сэмплов оказался пустым
                    if samplesdict[samplesType] == []:
                        # заполнить список всеми файлами из папки с данным типом сэмпла
                        samplesdict[samplesType] = os.listdir(
                            samplesDir+"/"+samplesType)
                        # перемешать список в случайном порядке
                        random.shuffle(samplesdict[samplesType])
                        beginloadtime=datetime.datetime.now()
                        wave_read =
AudioSegment.from_wav(samplesDir+"/"+samplesType +
                            "/" + samplesdict[samplesType][0])
                        print("[ "+str(datetime.datetime.now())+" ] "+samplesDir+"/"+samplesType +
                            "/" + samplesdict[samplesType][0]+ " Время загрузки:" +str(datetime.datetime.now()-
beginloadtime))
                            $
                        if wave_read.sample_width == 4:
                            wave_read=wave_read.set_sample_width(2)

```

```

        nowPlayAtrdict[samplesType]=wave_read.raw_data,
wave_read.channels, wave_read.sample_width, wave_read.frame_rate
        # присвоить следующему проигрываему сэмплу нулевой по счету элемент
из списка неиспользованных
        lastTimedict[samplesType] = datetime.datetime.now()
        # исключить нулевой сэмпл из списка неиспользованных
        samplesdict[samplesType] = samplesdict[samplesType][1:]
        nowPlaydict[samplesType] =
sa.play_buffer(*nowPlayAtrdict[samplesType])
    else:
        # если список неиспользованных сэмплов оказался пустым
        if samplesdict[samplesType] == []:
            # заполнить список всеми файлами из папки с данным типом сэмпла
            samplesdict[samplesType] = os.listdir(
                samplesDir+"/"+samplesType)
            # перемешать список в случайном порядке
            random.shuffle(samplesdict[samplesType])
            beginloadtime=datetime.datetime.now()
            wave_read =
AudioSegment.from_wav(samplesDir+"/"+samplesType +
                "/" + samplesdict[samplesType][0])
            print("[ "+str(datetime.datetime.now())+" ] "+samplesDir+"/"+samplesType
                +"/"+samplesdict[samplesType][0]+" Время
загрузки:"+str(datetime.datetime.now()-beginloadtime))
            $
            if wave_read.sample_width == 4:
                wave_read=wave_read.set_sample_width(2)
                nowPlayAtrdict[samplesType]=wave_read.raw_data,
wave_read.channels, wave_read.sample_width, wave_read.frame_rate
            # исключить нулевой сэмпл из списка неиспользованных
            samplesdict[samplesType] = samplesdict[samplesType][1:]

```

# присвоить следующему проигрываемому сэмплу нулевой по счету элемент  
из списка неиспользованных

```
lastTimedict[samplesType] = datetime.datetime.now()
nowPlaydict[samplesType] =
sa.play_buffer(*nowPlayAtrdict[samplesType])
else:
    if not nowPlaydict[samplesType].is_playing():
        nowPlaydict[samplesType] =
sa.play_buffer(*nowPlayAtrdict[samplesType])
```

Для первого запуска генератора Lo-fi с использованием удалённого доступа необходимо открыть PuTTY (рисунок 14). PuTTY – это клиент для сетевых протоколов SSH, Telnet и Rlogin. Все эти протоколы используются для запуска удалённого сеанса на компьютере, через сеть [19].

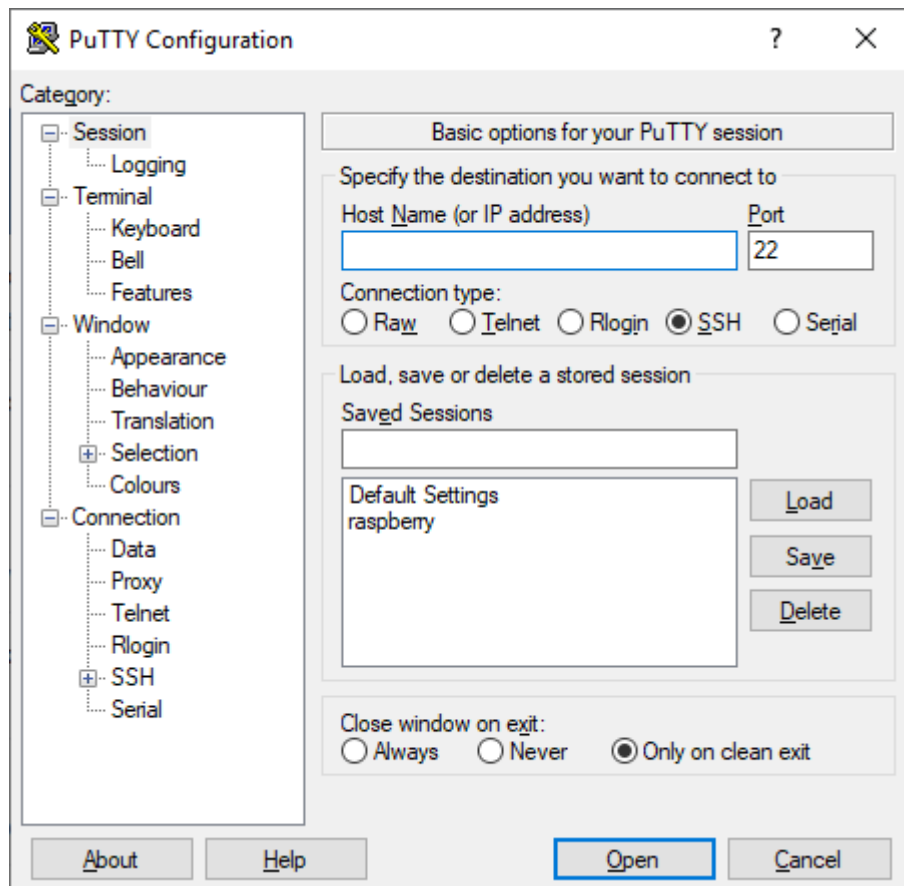


Рисунок 14 – PuTTY

Далее необходимо пройти авторизацию в открывшемся окне, введя логин и пароль (рисунок 15).

```
pi@raspberrypi: ~/lofi
login as: pi
pi@192.168.0.43's password:
Linux raspberrypi 4.19.75+ #1270 Tue Sep 24 18:38:54 BST 2019 armv6l

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Mon Jan  6 14:29:44 2020 from 192.168.0.89

SSH is enabled and the default password for the 'pi' user has not been changed.
This is a security risk - please login as the 'pi' user and type 'passwd' to set
a new password.
```

Рисунок 15 – Авторизация

После авторизации, при помощи команды `cd /home/pi/lofi`, открывается папка, где и содержится файл с программой (кодом). Далее, командой `python3 main2.py` запускаем программу (рисунок 16).

```
pi@raspberrypi:~ $ cd /home/pi/lofi
pi@raspberrypi:~/lofi $ python3 main2.py
[2020-01-08 07:00:08.311798] ./samples/Ударные/snare.wav  Время загрузки:0:00:00.028081
[2020-01-08 07:00:08.378606] ./samples/Мелодии/1.wav  Время загрузки:0:00:00.029538
[2020-01-08 07:00:16.330530] ./samples/брэйки/2.wav  Время загрузки:0:00:07.936268
[2020-01-08 07:00:18.497852] ./samples/Ударные/chant.wav  Время загрузки:0:00:00.029233
[2020-01-08 07:00:18.546890] ./samples/Мелодии/4.wav  Время загрузки:0:00:00.029867
[2020-01-08 07:00:26.556598] ./samples/брэйки/1.wav  Время загрузки:0:00:00.029169
[2020-01-08 07:00:28.676873] ./samples/Ударные/Kick.wav  Время загрузки:0:00:00.029478
[2020-01-08 07:00:28.726792] ./samples/Мелодии/5.wav  Время загрузки:0:00:00.029794
```

Рисунок 16 – Запуск программы

На рисунке 16 показано расположение выбранных случайным образом файлов (сэмплов), а также время их загрузки.

Написанный программный код загружен на Raspberry Pi. Проведённое тестирование устройства показало его работоспособность и отсутствие сбоев.

## 4 Разработка часов

В настоящее время газоразрядные индикаторы промышленность уже не производит, т.к. считаются устаревшей технологией и не используются в масштабном производстве. Часы на газоразрядных лампах – являются отличным дополнением к интерьеру различных помещений, особенно обустроенных в стиле ретро.

### 4.1 Часы на газоразрядных индикаторах

Перед началом проектирования схемы и разработки печатной платы были рассмотрены существующие схемы часов на газоразрядных лампах.

#### 4.1.1 Часы «История любви ИН-12»

На рисунке 17 изображены часы на газоразрядных индикаторах «История любви ИН-12а».



Рисунок 17 – «История любви ИН-12»

Особенности приведённых часов-следующие: во-первых, часы имеют экстремально точный ход и GPS синхронизация времени по спутникам. Во-вторых, цифровой термодатчик с калибровкой. В-третьих, наличие встроенных модулей, таких как: радиоприёмник, модуль влажности, модуль давления-температуры-влажности, модуль дозиметра. также имеются функции термостата и таймера [15].

В часах «История любви ИН-12» используется микроконтроллер PIC, который является устаревшим и сложен в программировании для современных пользователей.

#### 4.1.2 Часы с контроллером и кнопками управления

В состав схемы, изображённой на рисунке 18, входят: 6 газоразрядных индикаторов, часы DS1307, контролер Mega8, цифровой термометр, транзисторы для светодиодной подсветки, кнопки для управления настройками времени [16].

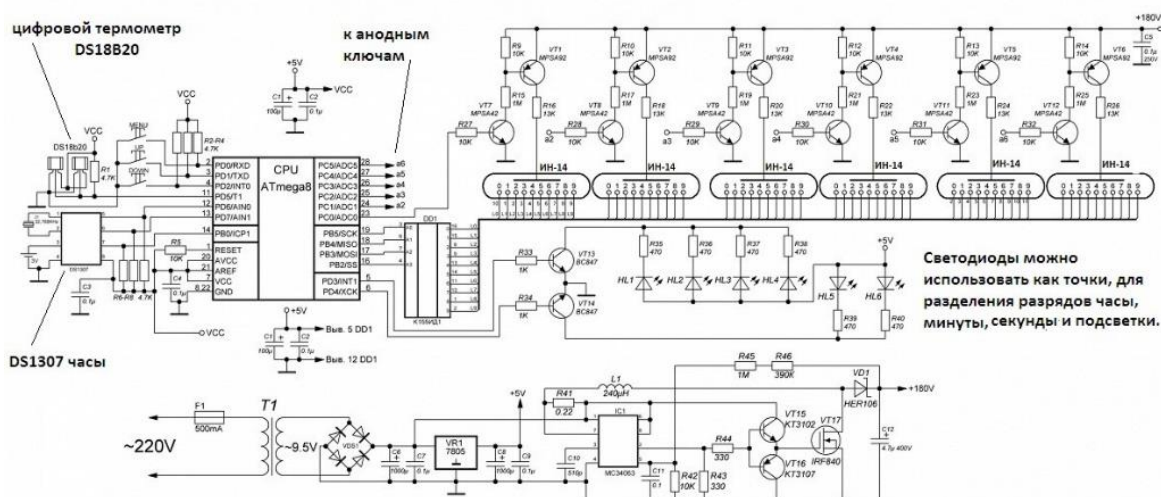


Рисунок 18 – Схема часов на ИН-14

Основным недостатком представленной схемы является необходимость USB-программатора, покупка которого в данный момент не представляется возможной.

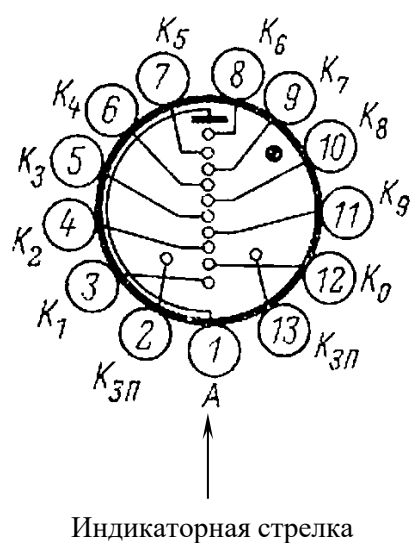
#### 4.2 Проектирование часов «Lo-Fi»

Т.к. в наше время легко и быстро купить газоразрядные индикаторы невозможно, за основу для проектирования платы взяты имеющиеся в наличии 4 лампы марки ИН-14.



ИН-14 это индикаторы тлеющего разряда, предназначен для визуальной индикации электрических сигналов в цифровой форме в устройствах широкого применения.

На рисунке 19 представлена схема соединения электродов с выводами. Счет выводов ведётся по часовой стрелке от первого вывода, который указан индикаторной стрелкой. Напряжение возникновения заряда в ИН-14 не более 170 В, ток индикации для цифр – не более 2,5 мА.



Обозначение вывода	Наименование элемента
1	Анод
2	Катод «запятая»
3	Катод «1»
4	Катод «2»
5	Катод «3»
6	Катод «4»
7	Катод «5»
8	Катод «6»
9	Катод «7»
10	Катод «8»
11	Катод «9»
12	Катод «0»
13	Катод «запятая»

Рисунок 19 – Схема соединения электродов с выводами

Основными параметрами, при проектировании часов, необходимо учитывать ряд параметров:

1. Габариты печатной платы – 124 x 155 мм;
2. Высота устройства – не более 80 мм;
3. Напряжение питания – 5 В;
4. Ток потребления в режиме индикации времени – не более 250 мА;
5. Ток потребления в режиме прожига – не более 300 мА.

В основе проектирования лежит проект «ЧАСЫ НА ГРИ И STM32» [17], разработанная схема представлена в приложении А.

В приложении В представлен перечень элементов к принципиальной схеме часов.

Загрузка исполняемого кода осуществляется при помощи ST-Link V2. Перед прошивкой должна быть установлена перемычка BOOT0. К разъему XP2 подключается программатор ST-Link в соответствии с указанной распиновкой. На ПК запускается ПО «STM32 ST-LINK Utility». После завершения загрузки следует отключить программатор и закрыть ПО.

Режим установки времени активируется длительным удержанием центральной кнопки в режиме отображения времени. При переходе в указанный режим два левых индикатора отображения значения часов загораются чуть ярче индикаторов значения минут. Корректировка текущего параметра осуществляется нажатием левой или правой кнопки в меньшую или большую сторону соответственно. При длительном удержании одной из боковых кнопок увеличение или уменьшение параметра будет происходить автоматически с изменением на единицу через небольшие интервалы времени. Переключение между корректируемыми параметрами осуществляется кратковременным нажатием на центральную кнопку. При этом корректируемому параметру соответствует более интенсивное свечение индикаторов. Переключение происходит циклически. Возврат в режим отображения времени осуществляется длительным нажатием на центральную кнопку, при этом яркость индикаторов уравнивается.

Для полной изоляции источника питания от возможного проникновения высоковольтного напряжения в низковольтные цепи используется DC/DC преобразователь G1.

Для предотвращения автоматического сброса времени при отключении часов от питающего напряжения рекомендуется установить элемент питания CR2032 в батарейный отсек XP3. Перед первым подключением питания следует проверить цепи на наличие короткого замыкания.

### 4.3 Проектирование печатной платы

Проектирование печатной платы производится в программе easyEDA. Данная программа является бесплатной и содержит более миллиона различных библиотек, как зарубежных, так и российских.

На рисунке 20 изображено начало работы с печатной платой в PSB-редакторе. На рисунке 21 представлен процесс разработки печатной платы.

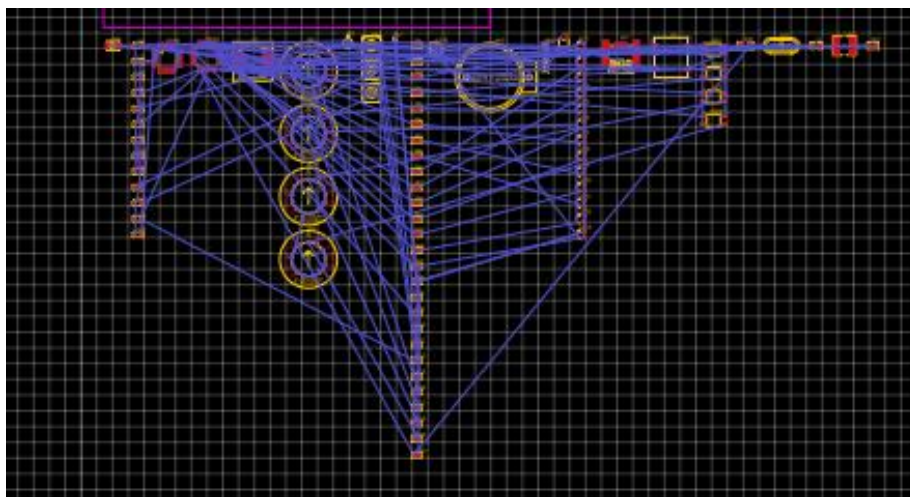


Рисунок 20 – PSB-редактор

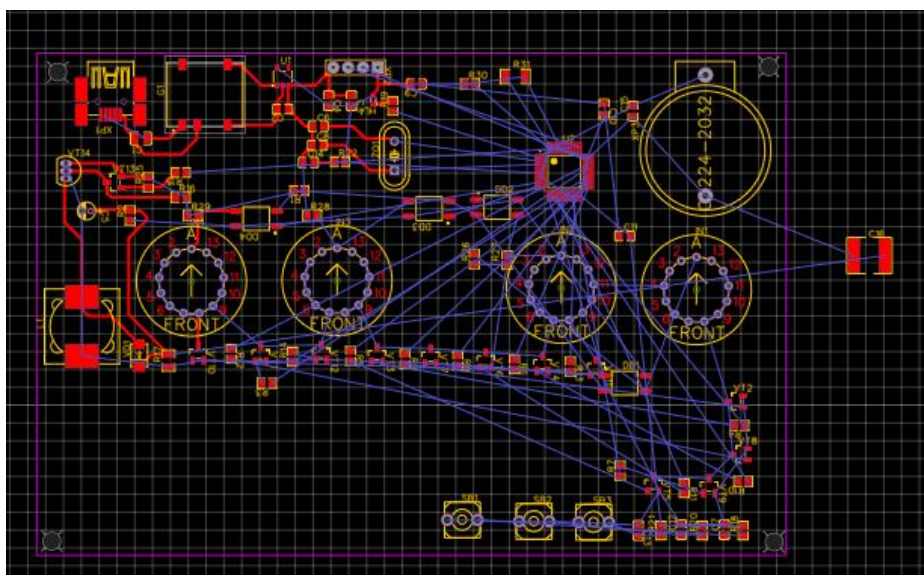


Рисунок 21 – PSB-редактор

На рисунке 22 представлено расположение всех элементов схемы в PSB-редакторе. Красным выделены контактные площадки, желтый габариты элементов. На плате имеются два разъёма (USB type B и PLS-4), а также разъём

для установки батарейки. На рисунке 23 представлена 3D модель платы со всеми элементами (или местами для их установки).

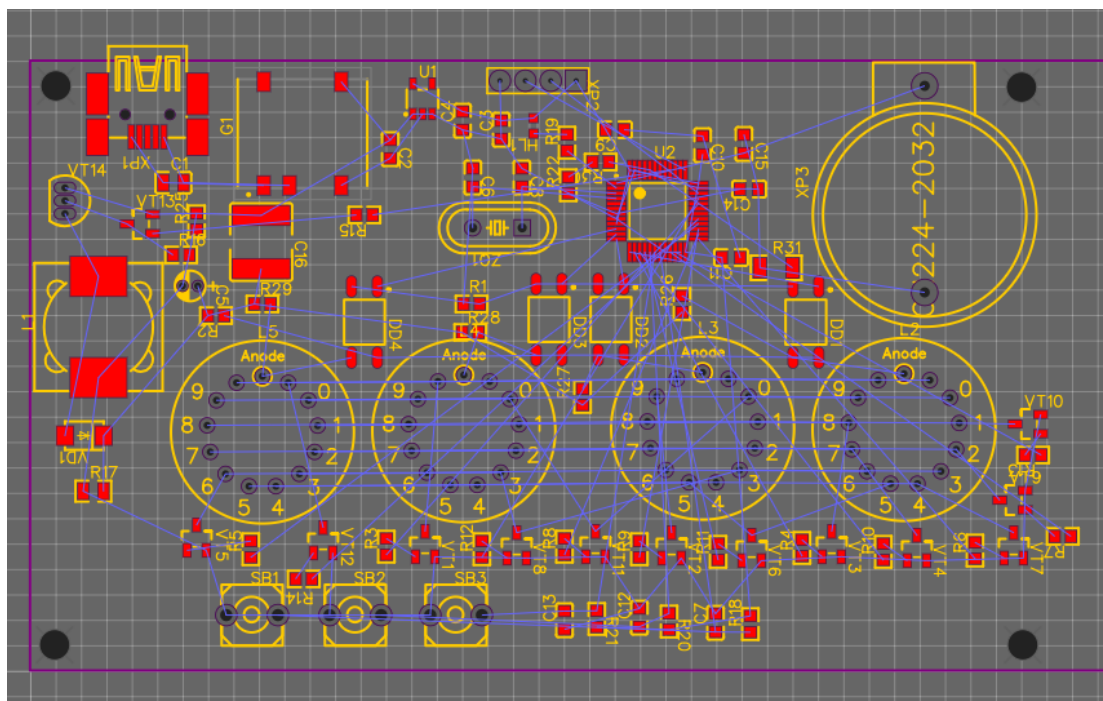


Рисунок 22 – PSB-редактор

В приложении В представлен чертёж печатной платы, с указанными габаритными размерами.

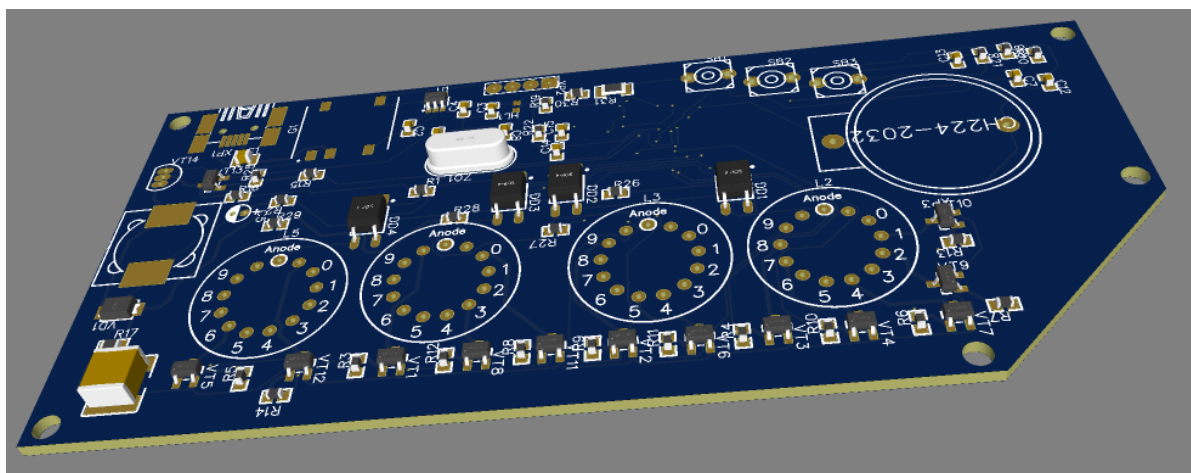


Рисунок 23 – 3D модель платы

В дальнейшем планируется изготовление платы и установка всех необходимых элементов.

## **5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Цель исследования – определение потребности в интеллектуальных и материальных ресурсах, необходимых для проведения комплекса этих работ. Суть работы заключается в разработке генератора, позволяющего из ранее записанных звучаний составлять случайные мелодичные композиции, тем самым создавая комфортную среду для работы и отдыха

В данном разделе необходимо определить продолжительность выполнения работ, расчет трудовых затрат на выполнение проекта. Для уменьшения затрат следует организовать эффективное производство, что невозможно без экономических обоснований всех инженерных решений.

### **5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований**

#### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Темой работы является Разработка генератора для направления музыки «Lo-Fi». В дополнение к генератору проектируются часы на газоразрядных лампах. В системе автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств EasyEDA выполняется разработка проекта печатной платы устройства.

Потенциальными потребителями являются люди различного возраста и трудящиеся в различных областях. Основное качество потребителей – любовь к жанру музыки «Lo-Fi».

### **5.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Все существующие генераторы мелодий можно разделить на два типа: программные и схемотехнические.

#### Схемотехнические устройства

К музыкальным генераторам, существующим на данный момент времени и имеющим отношение к электронике, относятся:

1. Генераторы звуковой частоты, называемые «пищалками»;
2. Микросхемы.

#### Программные генераторы

Существуют онлайн генераторы мелодий различных типов. Одни автоматически генерируют музыку при помощи искусственного интеллекта и когда-то написанных мелодий. Другие предлагают пользователю составить мелодию самому, при помощи нажатия на кнопки (иногда клавиатуры). В результате нажатия на одну кнопку воспроизводится короткий звук, как на обычном синтезаторе.

Конкурирующих программно-схемотехнических решений с разрабатываемым устройством на данный момент не существует. Это позволяет сделать вывод, что разрабатываемый генератор мелодий является первым в своём роде.

С точки зрения потребителя было бы интересно иметь в наличии устройство генерации мелодий, для работы которого необходимо лишь питание

+5В и любая акустическая система (колонки, наушники). Хотя разрабатываемый генератор мелодий относится только к Lo-Fi музыке, являющийся известным в небольших кругах, но данный жанр набирает популярность. Также данную разработку в дальнейшем можно будет применять и к остальным жанрам музыки (без текста), что позволит как малоизвестным, так и популярным исполнителям продвигать своё творчество.

Результаты построения карты сегментирования рынка представлены в таблице ниже

Таблица 1 – Сегментация рынка

	Область применения			
	Сборка музыкального оборудования	разработка музыкального оборудования	Музыкальные лейблы	Интернет-магазины, занимающиеся созданием музыкальной продукции
Зарубежные	Нет	Нет	Нет	Да
Отечественные	Да	Да	Нет	Да

Применять разработки на зарубежном рынке среди предприятий, ведущих разработку музыкальной аппаратуры затруднительно, так как устройство выполнено с использованием отечественной компонентной базы: радиолампы ИН-14, у которых есть зарубежные аналоги, однако в таком случае необходим пересмотр принципиальных схем.

В таком случае можно сделать вывод, что наиболее выгодно применить результаты научного исследования для отечественных предприятий, которые занимаются производством и сборкой музыкального оборудования, однако таких предприятий немного. Также возможна область применения в виде отечественных и зарубежных интернет-магазинов, у которых имеется собственное производство оборудования.

Часы на газоразрядных лампах – завораживают своей подсветкой и являются отличным дополнением к интерьеру различных помещений, особенно обустроенных в стиле ретро.

Вещь красивая и полезная, но заводами, увы, уже не производится. Можно сделать их самому или купить готовые у людей, специализирующихся на их производстве. Разработано немало схем часов с применением газоразрядных индикаторов на старых и новых микросхемах.

Т.к. в наше время легко и быстро купить газоразрядные индикаторы невозможно, за основу для проектирования платы взяты имеющиеся в наличии 4 лампы марки ИН-14.

В качестве конкурирующих разработок часов были выбраны: отечественные часы «SteamPunk Brass», обозначенный в карте оценки как  $B_{K1}$ , а также часы «Classic», обозначенный в карте оценки как  $B_{K2}$ . Данные устройства находятся в одинаковом ценовом диапазоне. Разрабатываемое устройство обозначено в карте оценки как  $B_{\phi}$ .

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

В таблице 2 представлена оценочная карта для сравнения конкурентных решений.



Таблица 2 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Соотношение сигнал/шум	0,15	1	1	1	0,15	0,15	0,15
2. Удобство в эксплуатации	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
3. Функциональная мощность	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
4. Энергоэффективность	0,2	5	3	3	1	0,6	0,6
5. Надежность	0,15	5	4	4	0,75	0,6	0,6
6. Помехозащищенность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1 Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	4	1	0,2	0,2
2 Уровень проникновения на рынок	0,04	3	5	5	0,12	0,2	0,2
3 Цена	0,1	5	1	1	1	0,1	0,1
4 Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	5	3	3	0,3	0,18	0,18
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>43</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>5,52</b>	<b>2,93</b>	<b>2,93</b>

Таким образом, конкурентоспособность разработки составила 5,52, в то время как двух других аналогов 2,93. Результаты показывают, что данная научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет преимущества по таким показателям, как цена, энергоэффективность и удобство в эксплуатации.

### 5.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки

и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в инженерный проект.

В Таблице 3 представлена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений. Т.к. конкурирующие устройства отсутствуют, то оценочная карта представлена только для разрабатываемого устройства.

Таблица 3 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Балл	Макс балл	Относ. значение	Ср. взвешенное значение
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Энергоэффективность	0,02	85	100	0,85	1,7
2. Помехоустойчивость	0,05	85	100	0,85	4,25
3. Надежность	0,05	85	100	0,85	4,25
4. Унифицированность	0,08	70	100	0,7	5,6
5. Уровень материалоемкости разработки	0,01	75	100	0,75	0,75
6. Уровень шума	0,02	0	100	0	0
7. Безопасность	0,05	90	100	0,9	4,5
8. Потребность в ресурсах памяти	0,01	100	100	0,7	0,7
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	90	100	0,9	9
10. Простота эксплуатации	0,07	95	100	0,95	6,65
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,04	45	100	0,45	1,8
12. Ремонтопригодность	0,02	90	100	0,9	1,8
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
13. Конкурентоспособность продукта	0,1	100	100	0,1	1
14. Уровень проникновения на рынок	0,05	50	100	0,5	2,5
15. Перспективность рынка	0,03	60	100	0,6	1,8
16. Цена	0,12	85	100	0,85	10,2

Таблица 4 – Оценочная карта (продолжение)

17. Послепродажное обслуживание	0,05	10	100	0,1	0,5
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,03	65	100	0,65	1,95
19. Срок выхода на рынок	0,05	30	100	0,3	1,5
20. Наличие сертификации разработки	0,05	20	100	0,2	1
Итого					61,45

Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки равно 61,45. Следовательно, перспективность разработки выше среднего.

### 5.1.3 SWOT – анализ

SWOT анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов. Первый этап помогает выявить сильные и слабые стороны проекта, также возможности и угрозы (Таблицы 5-7).

Таблица 5 – Сильные и слабые стороны проекта

Сильные стороны (С)	Слабые стороны (Сл)
С1. Отсутствие аналогов	Сл1. Газоразрядные лампы (в настоящее время не производятся)
С2. Удобство эксплуатации	Сл2. Зависимость от иностранного производителя элементной базы
С3. Работа от питания +5В	Сл3. Сложность организации процесса массового производства
С4. Возможность изменения композиций	

Таблица 6 – Возможности проекта

Возможности (В)		
В1. Появление спроса на новый продукт (из-за отсутствия конкурентов в стране)	Улучшение характеристик устройства позволит	Использование инновационной структуры ТПУ позволит провести
В2. Привлечение специалистов из ТПУ для работы над проектом	увеличить спрос, а также произвести замещение импортной	необходимые дополнительные исследования, что в свою очередь может
В3. Замена иностранной компонентной базы на отечественную	продукции на отечественную	увеличить интерес у производственных предприятий

Таблица 7 – Угрозы проекта

Угрозы (У)		
У1. Отсутствие спроса на устройство	Снизить конкуренцию	Повышение стоимости компонентной базы
У2. Повышение стоимости компонентной базы	за счет простоты и удобства	негативно скажется на стоимости устройства, что приведет к падению
У3. Несвоевременное финансирование проекта	использования продукции	спроса на него. Замена использующихся
У4. Введение дополнительных государственных требований и сертификации продукции		электрорадиоэлементов на более дешевые может
У5. Ограничения на экспорт технологии		сказаться на корректной работе устройства

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

При построении интерактивных матриц используются следующие обозначения:

«+» – сильное соответствие;

«-» – слабое соответствие;

«0» – если есть сомнения, что поставить, «+» или «-».

Интерактивные матрицы проекта представлены в таблицах 8–11.

Таблица 8 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

		Сильные стороны			
		С1	С2	С3	С4
Возможности	В1	+	+	+	+
	В2	+	+	+	+
	В3	+	+	+	+

При анализе интерактивной матрицы, представленной в таблице 5, можно выявить следующие коррелирующие сильные стороны и возможности: В1В2В3С1С2С3С4. Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

Таблица 9 Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

		Слабые стороны		
		Сл1	Сл2	Сл3
Возможности	В1	-	+	-
	В2	+	+	-
	В3	+	+	-

При анализе интерактивной матрицы, представленной в таблице 6, можно выявить следующие коррелирующие слабые стороны и возможности: В1Сл2Сл3, В2В3Сл1Сл2. Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

Таблица 10 Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

		Сильные стороны			
		С1	С2	С3	С4
Угрозы	У1	-	-	0	+
	У2	0	+	-	-
	У3	0	-	-	+
	У4	+	0	0	-
	У5	-	0	-	-

При анализе интерактивной матрицы, представленной в таблице 7, можно выявить следующие коррелирующие сильные стороны и угрозы: У1У3С4, У2С2, У4С1. Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

Таблица 11 Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

		Слабые стороны		
		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы	У1	-	-	0
	У2	+	+	+
	У3	-	-	0
	У4	+	+	+
	У5	0	+	+

При анализе интерактивной матрицы, представленной в Таблице 8, можно выявить следующие коррелирующие сильные стороны и угрозы: У2У4Сл1Сл2Сл3, У5Сл2Сл3. Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

## 5.2 Планирование научно-исследовательских работ

При создании нового продукта предприятию необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы на материалы, зарплату. А также оценивать наиболее правильный вариант изготовления рабочего продукта.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- Определение структуры работ в рамках технического проектирования;
- Определение участников каждой работы;
- Установление продолжительности работ;
- Построение графика проведения проектирования.

### 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования

формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№Раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Научный руководитель, студент
Выбор направления исследований	3	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Научный руководитель, студент
	4	Подбор литературы по тематике работы	Студент
	5	Сбор материалов и анализ существующих разработок	Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Написание программы	Студент
	7	Разработка печатной платы для часов	Студент
	8	Проектирование устройства	Студент
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, студент
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки к работе	Студент

## 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников выполнения проекта.

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5};$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.



Для выполнения проекта формируется рабочая группа, состоящая из научного руководителя и дипломника. Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения проектирования и произведено распределение исполнителей по видам работ. Оценка продолжительности работ приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Оценка продолжительности работ, раб. дн.

№	Название работы	Трудоемкость работ					
		$t_{\min.}$		$t_{\max.}$		$t_{OЖi}$	
		Науч. рук- ль	Дипломни к	Науч. рук- ль	Дипломни к	Науч. рук- ль	Дипломни к
1	Составление ТЗ	1	-	1	-	1	-
2	Изучение литературы	-	11	-	13	-	12
3	Составление структурной схем	2	4	2	6	2	5
4	Выбор элементов схемы	1	5	1	8	1	7
5	Написание кода	2	20	2	40	2	28
6	Макетирование	1	6	1	10	1	8
7	Составление спецификации	-	2	-	2	-	2
8	Составление пояснительной записки	-	17	-	19	-	18
9	Проверка проекта	1	1	3	1	2	1
10	Сдача проекта	-	9	-	11	-	10

### 5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Гантта.

Диаграмма Гантта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР. На основе таблицы 13 строим план – график проведения работ. Полученный план-график приведен в таблице 14.

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность выполнения технического проекта составит 90 рабочих дней. Из них:

- 90 дней – продолжительность выполнения работ дипломника;
- 9 дней – продолжительность выполнения работ руководителя.

Необходимость большого количество часов участия руководителя обусловлено сложностью проекта.

Таблица 14 – график проведения работ

№ работ	Вид работ	Исполнители	$T_{Pi}$ , раб. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление ТЗ	Руководитель	1	■												
2	Изучение литературы	Дипломник	12	■												
3	Составление структурной схем	Дипломник	5		■											
		Руководитель	2		■	■										
4	Выбор элементов схемы	Дипломник	7			■										
		Руководитель	1				■									
5	Написание кода	Дипломник	28				■									
		Руководитель	2							■						
65	Макетирование	Дипломник	8								■					
		Руководитель	1										■			
	Составление спецификации	Дипломник	2									■				
	Составление пояснительной записки	Дипломник	18								■					
	Проверка проекта	Руководитель	2											■		
	Сдача проекта	Дипломник	10												■	

■ – Дипломник; ■ – Руководитель.

### 5.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

#### 5.3.1 Расчет материальных затрат исследования

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (1)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Материальные затраты.

Наименование	Количество, шт	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Raspberry Pi3	1	4399	4399
STM32F101C6T6A	1	130	130
конденсаторы	15	1,6	24,06
Резисторы	30	0,14	4,34
Транзисторы	14	3,5	49,2
Разъёмы	2	15,2	30,55
Кварцевый резонатор	1	17	17
Диод	1	2,2	2,2
Газоразрядные индикаторы ИН-14	4	-	0
Линейный стабилизатор	1	12,6	12,6
DC/DC-преобразователь	1	291	291
Тактовые кнопки	3	17	51
Оптроны	4	78	78
Итого			5088,95

### 5.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

Согласно исследованию, приведенному в данной работе, затраты по статье «специальное оборудование для научных работ» не предусматриваются.

### 5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Рассчитаем основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату по формуле 4.6:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (2)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{\text{осн}}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя (ассистента) рассчитывается по следующей формуле 4.7:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} \quad (3)$$

Где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 4:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (4)$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года.

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Баланс времени представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	44	48
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени:	56	28
- отпуск	0	0
- невыходы по болезням		
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	275

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} (1 + k_{пр} + k_d) k_p, \quad (5)$$

где  $Z_{tc}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{tc}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,5);

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для г. Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 17.

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{tc}$ , руб	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб	$Z_{дн}$ , руб	$T_p$ , раб.дн	$Z_{осн}$ , руб
Руководитель	33664	0,3	0,2	1,3	65645	2393,3	9	21540
Студент	12300	0,3	0,2	1,3	23985	817,670455	90	73590
Итого								95130

### 5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и

общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (6)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$$Z_{\text{доп рук}} = 0,15 \cdot 21540 = 3231 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{доп студ}} = 0,15 \cdot 73590 = 11038,5 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{доп}} = 3231 + 11038,5 = 14251,5 \text{ руб}$$

### 5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

В данном разделе будут рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды, согласно законодательству РФ являются обязательными, а именно отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС).

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (7)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.



Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель проекта	Студент - дипломник.
Основная заработная плата, руб.	21540	73590
Дополнительная заработная плата, руб.	3231	11038,5
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого	6715,941	22926,194

### 5.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовый и телеграфный расходы и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (8)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы (16%).

$$Z_{\text{накл}} = (6342 + 25000 + 140224,6 + 16826,9 + 42560,9) \cdot 0,16 = 36953 \text{ руб.}$$

### 5.3.7 Формирование бюджета затрат

В таблице 19 приведены расчёты бюджета затрат НТИ.

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
Материальные затраты НТИ	5088,95	Пункт 4.3.1
Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	-	Пункт 4.3.2
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	236286	Пункт 4.3.3
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	30717	Пункт 4.3.4
Отчисления во внебюджетные фонды	72357	Пункт 4.3.5
Накладные расходы	36953	Пункт 4.3.6
Бюджет затрат НТИ	381401,95	Сумма ст. 1-6

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (9)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп. } i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Максимальная стоимость составляет 381401,95 рублей, следовательно, в соответствии с формулой 9:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}} = \frac{381401,95}{381401,95} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (10)$$

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта представлена в таблице 20.

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик

	Весовой коэффициент параметра	Исполнение
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителя)	0,2	5
Автоматизированная работа (самостоятельная работа система с вмешательством оператора)	0,2	5
Помехоустойчивость (степень влияния на работу внешних электромагнитных воздействий)	0,1	5
Энергосбережение (эффективность использования электроэнергии)	0,1	4
Надежность (способна работать в бесперебойном режиме)	0,25	4
Материалоемкость (эффективность использования материалов при изготовлении)	0,15	4
ИТОГО	1	

По формуле 10 интегральный показатель ресурсоэффективности равен:

$$I_p = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 4,5$$

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

$$I_{исп} = \frac{I_{р1}}{I_{финр}} = \frac{4,1}{0,99} = 4,14 \quad (11)$$

## **6 Социальная ответственность**

Научно-исследовательская работа направлена на разработку генератора мелодий, который позволит из ранее записанных звучаний составлять случайные мелодичные композиции, тем самым создавая комфортную среду для работы и отдыха [23].

### **6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

В современном понимании безопасность жизнедеятельности изучает опасности производственной, бытовой и городской среды как в условиях повседневной жизни, так и при возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного и природного происхождения.

#### **6.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ работник аудитории 210, 4 корпуса ТПУ имеет право на:

- 1.рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- 2.обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- 3.отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- 4.обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

5.внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра [24].

### **6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Рабочее место в аудитории 210, 4 корпуса ТПУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м<sup>2</sup>, высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м<sup>3</sup> на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Рабочее место сотрудника аудитории 210, 4 корпуса ТПУ соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [25].

### **6.2 Производственная безопасность**

Разрабатываемый генератор подразумевает использование ЭВМ и аудиосистемы, с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при

разработке генератора или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

### 6.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [26]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлены в таблице 21 [26,27,28].

Таблица 21 – Опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<p>Разработка математической модели ВПТ с использованием серверного оборудования</p> <p>Работа с ЭВМ</p>	<p>Недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>Неудовлетворительный микроклимат.</p>	<p>Поражение электрическим током</p> <p>Пожаровзрывоопасность</p>	<p>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03</p> <p>СанПиН 2.2.2.542-96</p> <p>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03</p> <p>СанПиН 2.2.4.1191-03</p> <p>СП 52.13330.2011</p> <p>СанПиН 2.2.4.548-96</p> <p>СН 2.2.4/2.1.8.562-96</p> <p>ГОСТ 30494-2011</p>

## 6.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

При разработке генератора мелодий в аудитории 210, 4 корпуса ТПУ, основным источником потенциально вредных и опасных производственных факторов (ОВПФ) является ЭВМ, возможность поражения электрическим током.

К основной документации, которая регламентирует вышеперечисленные вредные факторы относится СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы":

ЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке [29].

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) в аудитории 210, 4 корпуса ТПУ [30], создаваемых ЭВМ, не должны превышать значений [30], представленных в таблице 22.

Таблица 22 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Уровни ЭМП, ЭСП на рабочем месте в аудитории 210, 4 корпуса ТПУ, перечисленные в таблице 4, соответствуют нормам.

### Электробезопасность



Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ в аудитории 210, 4 корпуса ТПУ, оборудование оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации [31]. Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия:

1. оформление работы нарядом или устным распоряжением;
2. проведение инструктажей и допуск к работе;
3. надзор во время работы.

Уровень напряжения для питания ЭВМ в данной аудитории 220В. По опасности поражения электрическим током помещение 210, 4 корпуса ТПУ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%) [31].

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

1. прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
2. прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;
3. ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
4. поражение шаговым напряжением.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются защитное заземление, зануление, автоматическое отключение питания, устройства защитного отключения, изолирующие электрозащитные средства, знаки и плакаты безопасности. Наличие таких средств защиты предусмотрено в рабочей зоне. В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности [31].

## **Освещение**

В аудитории 210, 4 корпуса ТПУ имеется естественное (боковое одностороннее) и искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы мониторы были ориентированы боковой стороной к световым проемам.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения. В аудитории 210, 4 корпуса, в случаях работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

В качестве источников света применяются светодиодные светильники или металлогалогенные лампы (используются в качестве местного освещения).

В таблице 23 представлены нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий [32].

Таблица 23 – Нормируемые показатели освещения

Помещение	Рабочая поверхность, плоскость нормирования КЕО, освещенности, высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО $e_n$ , %		КЕО $e_n$ , %		Освещенность рабочих поверхностей, лк	Показатель дискомфорта М, не более	Коэффициент пульсации $K_{п}$ , %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении			
Кабинет	Г-0,0	3,0	1,0	1,8	0,6	300	-	$\leq 5\%$ (работа с устройством) $\leq 20\%$ (работа с документацией)

Согласно [28] освещенность в аудитории 210, 4 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

### **Шум**

При работе с ЭВМ в аудитории 210, 4 корпуса ТПУ характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы.

В таблице 24 указаны предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест [33].

Таблица 24 – Предельно допустимые уровни звукового давления

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука ( дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Согласно [28] уровень шума в аудитории 210, 4 корпуса ТПУ не более 80 дБА и соответствует нормам.

### **Микроклимат**

Для создания и автоматического поддержания в аудитории 210, 4 корпуса ТПУ независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха.

Аудитория 210, 4 корпуса ТПУ является помещением I б категории. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) [34].

В таблице 25 приведены оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений. В таблице 26 представлены допустимые величины интенсивности теплового облучения.

Таблица 25 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Катег. работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб	21-23	20-24	40-60	0,1
Теплый	Iб	22-24	21-25	40-60	0,1

Таблица 26 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup> , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

В аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

Согласно [28] микроклимат аудитории 210, 4 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

### **6.3 Экологическая безопасность**

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

#### **6.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду**

Генератор «Lo-Fi» мелодий –является программным алгоритмом и не наносит вреда окружающей среде. С точки зрения влияния на окружающую среду можно рассмотреть влияние серверного оборудования при его утилизации.

Большинство компьютерной техники содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы [35]. Это очень вредные вещества, которые не должны попадать на свалку после истечения срока использования, а должны правильно утилизироваться.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях:

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.

2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.

3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.

4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии.

5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.

6. Получается специальная официальной формы, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

После оформления всех необходимых документов, компьютерная техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах [36].

### **5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду**

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка алгоритма работы и написание кода программы. Таким образом процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

## **6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС**

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям".

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;



2. Внезапное обрушение зданий, сооружений;
3. Геофизические опасные явления (землетрясения);
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления.

Так как объект исследований представляет из себя программный код, работающий в программном приложении, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в аудитории с серверным оборудованием. В серверной комнате применяется дорогостоящее оборудование, не горючие и не выделяющие дым кабели. Таким образом возникновение пожаров происходит из-за человеческого фактора, в частности, это несоблюдение правил пожарной безопасности. К примеру, замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий фактор. Соблюдение современных норм пожарной безопасности позволяет исключить возникновение пожара в серверной комнате.

1. Согласно СП 5.13130.2009 предел огнестойкости серверной должен быть следующим: перегородки - не менее EI 45, стены и перекрытия - не менее REI 45. Т.е. в условиях пожара помещение должно оставаться герметичным в течение 45 минут, препятствуя дальнейшему распространению огня.

2. Помещение серверной должно быть отдельным помещением, функционально не совмещенным с другими помещениями. К примеру, не допускается в помещении серверной организовывать мини-склад оборудования или канцелярских товаров.

3. При разработке проекта серверной необходимо учесть, что автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) должна быть обеспечена электропитанием по первой категории (п. 15.1 СП 5.13130.2009).

4. Согласно СП 5.13130.2009 в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны) [34].

#### **6.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС**

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении 210, 4 корпуса ТПУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

1. Неисправное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.

2. Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.

3. Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

1. обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);

2. пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;

3. обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей [37].

Аудитория 210, 4 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.). В таблице 27 представлены типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках. Согласно НПБ 105-03 помещение для проектирования и использования результатов проекта относится к типу П-2а (таблица 27).

Таблица 27 – Типы используемых огнетушителей

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Таблица 28 – Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В корпусе 4 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствии с планом эвакуации.

## **Заключение**

В результате проведённой работы получен генератор для направления музыки Lo-Fi, который работает без подключения к интернету/компьютеру, требует питание от сети +5В и подключение аудио системы. Разработанный генератор является уникальным: мобильным, компактным, энергосберегающим, позволяет не отвлекаться при работе или учёбе на переключение композиций, регулировку громкости и т.д., делая рабочий процесс более продуктивным.

Разработанные часы на газоразрядных индикаторах являются дополнением к генератору мелодий, создающим тёплую и комфортную атмосферу.

Предлагаемая разработка может применяться не только с Lo-Fi мелодиям, но и к остальным жанрам музыки (без текста), что в будущем позволит как малоизвестным, так и популярным исполнителям продвигать своё творчество.

## Список используемых источников

1. Простейший генератор звуковой частоты [Электронный ресурс] – URL: <https://cxem.net/beginner/beginner70.php> Дата доступа: 30.04.2020 г.
2. Генератор звуковой частоты на одном транзисторе <https://prom-electric.ru/generator-zvukovoj-chastoty-na-odnom-tranzistore/> [Электронный ресурс] – URL: Дата доступа: 30.04.2020 г.
3. Микросхема HT2887 [Электронный ресурс] – URL: <https://radiostorage.net/3327-mikroskhema-ht2887-generator-zvukovyh-ehffektov-i-melodij.html> Дата доступа: 1.05.2020 г.
4. Генераторы мелодий [Электронный ресурс] – URL: [http://www.junradio.com/blog/generatory\\_melodij\\_ht82207\\_i\\_um3481/2015-07-27-491](http://www.junradio.com/blog/generatory_melodij_ht82207_i_um3481/2015-07-27-491) Дата доступа: 1.05.2020 г.
5. Лоу-фай хип-хоп [Электронный ресурс] – URL: <https://kbtukvadrat.wixsite.com/columnmag> Дата доступа: 09.01.2020 г.
6. alemangui/pizzicato [Электронный ресурс] – URL: <https://github.com/alemangui/pizzicato#get-pizzicato> Дата доступа: 09.01.2020 г.
7. Использование Web Audio API [Электронный ресурс] – URL: <https://yandex.ru/dev/audio/jsapi/doc/dg/concepts/webaudio-usage-docpage/> Дата доступа: 08.01.2020 г.
8. Web Audio API [Электронный ресурс] – URL: <https://html5.by/blog/audio/> Дата доступа: 08.01.2020 г.
9. sampulator [Электронный ресурс] – URL: [https://web-landia.ru/site\\_content/10-puzzles/3667-sampulator](https://web-landia.ru/site_content/10-puzzles/3667-sampulator) Дата доступа: 08.01.2020 г.
10. Подборка: главные приложения января [Электронный ресурс] – URL: <https://hitech.vesti.ru/article/625606/> Дата доступа: 08.01.2020 г.
11. Mubert [Электронный ресурс] – URL: <http://mubert.com/> Дата доступа: 08.01.2020 г.
12. myRIO [Электронный ресурс] – URL: <http://roboticsshop.ru/parts/parts-ni/ni-myrio> Дата доступа: 08.01.2020 г.

13. Музыка на Arduino с модулем MP3 и WAV [Электронный ресурс] – URL: [https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/arduino-mp3-wav-modul/#\\_Arduino](https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/arduino-mp3-wav-modul/#_Arduino)  
Дата доступа: 08.01.2020 г.
14. Микрокомпьютеры Raspberry Pi [Электронный ресурс] – URL: <https://amperka.ru/collection/raspberry-pi> Дата доступа: 08.01.2020 г.
15. Raspberry Pi для начинающих [Электронный ресурс] – URL: <http://edurobots.ru/raspberry-pi-dlya-nachinayushhix/> Дата доступа: 08.01.2020 г.
16. Язык программирования Python [Электронный ресурс] – URL: <https://pythonworld.ru/> Дата доступа: 08.01.2020 г.
17. Преимущества Python [Электронный ресурс] – URL: <https://www.digest.pro/news/preimushhestva-python-pered-drugimi-jazykami-programmirovaniya/>
18. Сэмпл [Электронный ресурс] – URL: <http://wikisound.org> Дата доступа: 08.01.2020 г.
19. PuTTY [Электронный ресурс] – URL: <https://putty.org.ru/faq/intro-what.html> Дата доступа: 08.01.2020 г.
20. Labkit [Электронный ресурс] <http://labkit.ru/html/sale?id=494> Дата доступа: 20.04.2020 г.
21. ЛампаГид [Электронный ресурс] <https://lampagid.ru/prochee/chasy-na-gazorazryadnyh-indikatorah-in-14> Дата доступа: 20.04.2020 г.
22. ЧАСЫ НА ГРИ И STM32 [Электронный ресурс] <https://alexgyver.ru/grix4/> Дата доступа: 20.04.2020 г.
23. Учебные материалы [Электронный ресурс] URL: <https://works.doklad.ru/view/UINKCBIFH4s.html> Дата доступа: 01.05.2020
24. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)
25. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя, 2017
26. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015

- 27.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003
- 28.Специальная оценка условий труда в ТПУ. 2018.
- 29.СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003
- 30.СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003
- 31.ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК. Седьмое издание, 2002
- 32.СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение, 2011
- 33.СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996
- 34.СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996
- 35.Грязная и опасная сторона технологий [Электронный ресурс] URL: <https://www.osp.ru/pcworld/2013/06/13035804/> Дата доступа: 01.05.2020
- 36.Необходимость утилизации компьютерной техники [Электронный ресурс] URL: [https://vtorothodi.ru/utilizaciya/utilizacija\\_kompjuterov](https://vtorothodi.ru/utilizaciya/utilizacija_kompjuterov) Дата доступа: 02.05.2020
- 37.НПБ 105-03, Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003.