

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки – Электроника и наноэлектроника
Кафедра промышленной и медицинской электроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка устройства сведения звуковых колебаний

УДК 681.842.087.6:534-7

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А31	Витухин Никита Юрьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	А.А. Солдатов	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	В.С. Николаенко			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Ю.В. Анищенко	К.Т.Н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПМЭ	Ф.А. Губарев	К.Ф.-М.Н., доцент		

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, 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
<i>Универсальные компетенции</i>	
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

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки _____ 11.03.04 Электроника и наноэлектроника _____
Кафедра промышленной и медицинской электроники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ Ф.А. Губарев
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1А31	Витухин Никита Юрьевич

Тема работы:

Разработка устройства сведения звуковых колебаний	
Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)	№ 793/с от 09.02.17

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.17
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><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 и т.д.)</i></p>	<p>Разработка устройства сведения звуковых колебаний;</p> <p>Режим работы непрерывный;</p> <p>Требования к устройству:</p> <ul style="list-style-type: none">• Предусмотреть питание +12В;• Обеспечить подключение пьезокерамических микрофонов;• Предусмотреть индикацию;• Обеспечить предварительное прослушивание содержимого звукового тракта.
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><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>	<ul style="list-style-type: none"> • Аналитический обзор; • Выбор и обоснование структурной схемы; • Выбор и обоснование принципиальной схемы; • Расчет принципиальной схемы; • Заключение.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Принципиальная схема устройства</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент и ресурсоэффективность</p>	<p>Николаенко В.С.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Анищенко Ю.В.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Введение</p>	
<p>Устройство микшерного пульта</p>	
<p>Объект и методика исследования</p>	
<p>Расчеты и аналитика</p>	
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	
<p>Социальная ответственность</p>	
<p>Заключение</p>	
<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>2.02.17</p>

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Солдатов Андрей Алексеевич	К.т.н.		2.02.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А31	Витухин Никита Юрьевич		2.02.17

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
"ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ"**

Студенту:

Группа	ФИО
1А31	Витухину Никите Юрьевичу

Институт	ИНК	Кафедра	ПМЭ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроника и нанoeлектроника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<p>- При проведении исследования используется база лабораторий НИ ТПУ кафедра ПМЭ; в исследовании задействованы 2 человека: студент-исполнитель и научный руководитель.</p> <p>- НИР выполняется в соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность» В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»</p>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<p>Определение структуры плана проекта и трудоёмкости работ, разработка графика проведения НИИ, бюджет НИИ.</p>
--	---

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Календарный план-график выполнения работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко Валентин Сергеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А31	Витухин Никита Юрьевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Группа	ФИО
1A31	Витухину Никите Юрьевичу

Институт	Не разрушающего контроля	Кафедра	ПМЭ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроника и наноэлектроника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования: Микшерный пульт</p> <p>Область применения прибора: -Культурно-массовые мероприятия -Студии звукозаписи</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> -повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная влажность воздуха; -недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны; -повышенный уровень электромагнитных излучений; повышенная напряженность электрического и магнитного полей; -повышенный уровень шума на рабочем месте; -вредные вещества <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - поражение электрическим током - механические опасности - термические опасности
2. Экологическая безопасность:	<p>При пайке выделяются вредные вещества в атмосферу. Минимальное воздействие на гидросферу. Остатки после обработки материалов оказывают небольшое влияние на литосферу.</p>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>В лабораторном помещении возможно возникновение ЧС типа:</p>

	- пожар. - ЧС природного характера.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Соблюдение законов трудового и гражданского кодекса, требований к рабочему месту.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Юлия Владимировна	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А31	Витухин Никита Юрьевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 69 страниц, 17 рисунков, 15 таблиц, 13 источников.

Ключевые слова: исследование, сведение, звуковой тракт, эквалайзер, принципиальная схема, усилитель, суммирование сигналов.

Цель работы: разработать устройство для сведения звуковых колебаний.

В процессе работы проводилось: изучение литературы по данной теме, анализ существующих способах сведения звука, выявление их преимуществ и недостатков, сферы применения.

В результате работы была: проведена классификация устройств по сведению и работе со звуком, их конструктивных особенностей и условий эксплуатации, разработано устройство сведения звуковых колебаний для двух микрофонов и четырех линейных источников сигнала.

Степень внедрения: средняя.

Область применения: звукозапись

Значимость работы: данная разработка позволяет работать со звуком, который поступает с разных источников. Производить регулировку характеристик и балансировку сигналов между собой.

В будущем планируется усовершенствование разработанного устройства. Добавление новых элементов.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Применены следующие термины с соответствующими определениями:

Микшерный пульт (микшер) – это устройство для сведения, маршрутизации и обработки звуковых сигналов, которые поступают с разных источников.

Сведение (микширование) – стадия создания композиции из отдельных записанных звуковых дорожек, заключающаяся в отборе, редактировании и объединении проекта.

Фейдер - орган управления параметрами физического или виртуального устройства, регулятор ползункового типа.

Эквалайзер - устройство в составе высококлассных стереофонических комплексов, позволяющее регулировать частоту звука и добиваться желаемого звучания.

Использованы следующие сокращения с соответствующими расшифровками:

ПУ – предварительное усиление

СУ – согласовательное усиление

УММ – усиление мощности мастера

УМН – усиление мощности наушников

Содержание

Реферат	9
Введение.....	12
1. Устройство микшерного пульта	13
1.1 Каналы, групповые шины и панорамные регуляторы микшерного пульта	13
1.2 Применение групповых шин в студиях звукозаписи.....	19
1.3 Применение Direct Out в студиях звукозаписи	20
1.4 Использование дополнительных AUX-шин	22
1.5 Система контроля сигнала.....	23
1.6 Функция VCA	25
1.7 Система автоматизации	26
2. Практическая часть	27
2.1 Обоснование структурной схемы	27
2.2 Обоснование принципиальной схемы.....	29
2.2.1 Входные разъемы	29
2.2.2 Предварительное усиление	30
2.2.3 Согласующее усиление.....	32
2.2.4 Усилитель мощности наушников (УМН)	32
2.2.5 Усилитель мощности мастера (УММ)	34
2.2.6 Цепь питания	35
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	37
4. Социальная ответственность.....	49
Заключение	64
Список используемой литературы	65
Приложение А	67

Введение

Микшерный пульт (микшер) – это устройство для сведения, маршрутизации и обработки звуковых сигналов, которые поступают с разных источников. С технической точки зрения, микшеры подразделяют на цифровые и аналоговые.

Цифровые пульта условно разделяют на программные и физические. Разделение является условным по той причине, что устройство выполнено на базе одного или нескольких микропроцессоров и соответствующим им программным обеспечением, но разница в том, что в программном сегменте в качестве органа управления используется обычно стандартный компьютер, а именно мышь и клавиатура. В физическом же, присутствуют специальные манипуляторы, такие как фейдеры, регуляторы и т.д.. Преимущества цифровых пультов состоит в том, что они помогают более точно ориентироваться в деталях звукового тракта. Такие варианты сборки могут пригодиться профессионалом звукозаписывающей сферы

Так же, на рынке можно найти и гибридные решения, то есть микшеры, построенные на аналогово базе, но с цифровым управлением.

Так же, передо мной была поставлена задача исследовать и спроектировать свой проект до конца 2016\2017 учебного года. Т.к. моя модель будет построена на аналоговых устройствах, на процесс сборки расходуется слишком большое количество времени, так как помимо того, что нужно собрать готовое устройство, его еще нужно настроить, что на данный промежуток времени не представилось возможным.

1. Устройство микшерного пульта

1.1 Каналы, групповые шины и панорамные регуляторы микшерного пульта

Основным назначением любого микшера является смешивание звуковых каналов с различных источников между собой с соблюдением взаимного баланса, который нужен пользователю.

Число каналов пульта определяется количеством возможных звуковых каналов. В это число не входят входы пульта, так как, например, микрофонные гнезда(входы) не учитываются. Так же, следует знать, что каждый звуковой канал может иметь несколько входов для разных источников (CD, midi-клавиатура и т.п.), но в эфир (мастер) поступает только один источник сигнала(вход) с каждого канала. На рисунке 1 изображена упрощенная структурная схема пульта, каждый из монофонических каналов которого специальное назначение.

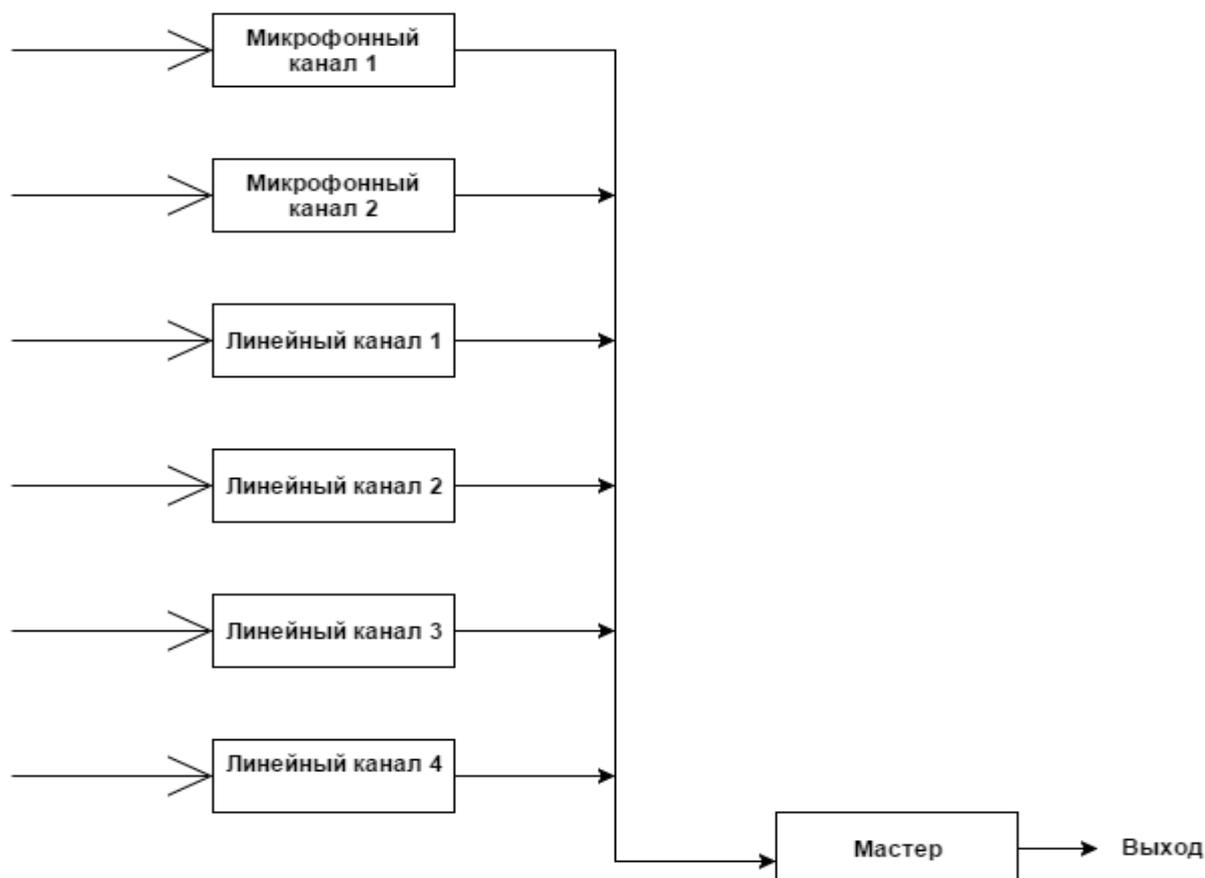


Рисунок 1 – Структурная схема микшерного пульта(упрощенно)

Микшерные каналы подразделяются на стереофонические и монофонические. На рисунке 2 приведена типичная структурная схема монофонического канала.

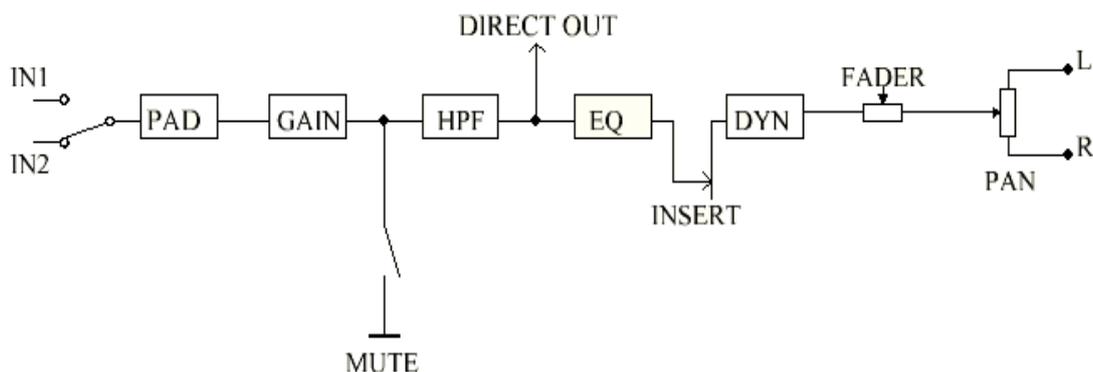


Рисунок 2 – Структурная схема монофонического канала

Как правило, моно-канал содержит в себе два входа, которые обозначаются mic (вход для микрофона) и line (линейный вход для подключения источников сигнала). Mic и line отличаются между собой уровнем чувствительности и входного сопротивления.

В профессиональной технике, входы для микрофонов располагают опциональным фантомным питанием и стандартным напряжением +48В, другими словами если используется микрофон с данным типом питания, то на пульте необходимо лишь переключить соответствующий тумблер для выбора типа питания. У каждого источника есть свой уровень сигнала, и, если проанализировать все позиции на рынке звуковых устройств, то получим весьма широкий диапазон. Решение нашлось в регулировке чувствительности входа, которая на микшере обозначается как gain. Так же, на уровень входного сигнала можно повлиять с помощью переключателя pad. Его функция состоит в ослаблении сигнала на заданную величину, обычно равную 20 децибелам. Обычно, в этой же точке звукового тракта располагается кнопка mute, которая позволяет полностью отключить (замутировать) канал. За ним находится обрезной фильтр(ФВЧ), но, если микшер из высокой ценовой категории – то к ФВЧ добавляется и ФНЧ. На более сложных устройствах существует возможность регулировать срез

частоты и крутизны спада фильтра. Это позволяет адаптироваться к специфическим сигналам. Особенно актуально это устройство при работе с вокалом. Далее сигнал поступает на эквалайзер(EQ). Эквалайзеры используются разнообразные, от простейших с двумя полосами регулировки (верхние и низкие частоты), до четырех и даже шести полос. После эквалайзера сигнал передается на блок динамической обработки(DYN). Он применяется, как правило, лишь в цифровых пультах, так как программная реализация менее затратная в финансовом аспекте. Его основная функция состоит в том, что он анализирует сигнал в реальном времени и сглаживает его. Как результат – на выходе звукового тракта более плавный звук без скачков по амплитуде. Далее, звуковой сигнал отправляется на каналный регулятор уровня – обязательный элемент для любого микшера. На пультах данный регулятор называется фейдер (fader).

Еще одним обязательным элементом является разрыв цепи (insert). Он позволяет подключать к микшеру стороннее оборудование для достижения различного результата. Разрыв представляет собой два разъема, которые оборудованы механическими размыкателями. Это значит, что при подключении устройства, сигнал пойдет через это устройство, а затем, вернется обратно в звуковой тракт микшера. На практике, расположение разрыва в цепи звукового тракта может варьироваться, а именно, он может быть до эквалайзера или после него. Различие в реализации состоит в том, что в аналоговом исполнении происходит переключение перемычек, а в зависимости от расположения разрыва, а в цифровом – его расположение выбирается в специальном меню.

Дополнительным элементом в составе канала является direct out. Другими словами – индивидуальный выход канала. Это устройство дает возможность выводить звуковой сигнал на специальное оборудование. В качестве примера можно привести записывающее устройство видео оператора. Его реализация идентична с разрывом, это либо выбор в

специальном меню в цифровом пульте, либо переключение перемычек в аналоговом.

Последним элементом в устройстве монофонического канала является панорамный регулятор, который имеет обозначение pan. Его назначение в том, чтобы регулировать сигнал между правым и левым выходным каналом в зависимости от архитектуры помещения или ввиду иных причин. В стерео канале микшера, панорамный регулятор представляет собой регулятор баланса, который меняет соотношение уровней правого и левого каналов источника, не смещая их по панораме (Рисунок 3).

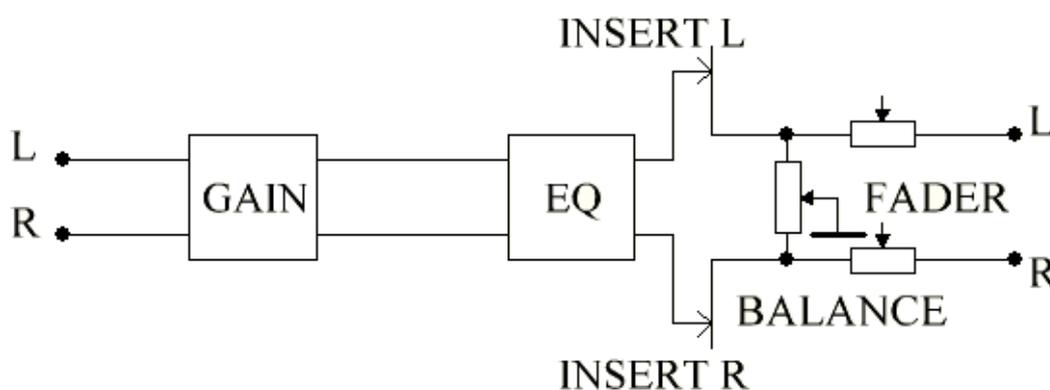


Рисунок 3 – Структурная схема стереофонического канала микшерного пульта

Стереофонические каналы аналоговых пультов, как правило, имеют более упрощенную структуру. Помимо отсутствия входов для микрофонов в них зачастую реализованы более простые эквалайзеры (две-три полосы). В остальном же, его устройство повторяет схему монофонического канала.

Сложение каналов (суммирование) осуществляется на сборной шине (mixing bus), каждая из шин которой имеет свой регулятор уровня суммированного сигнала. Сборные шины могут содержать в себе один, два или несколько каналов. Шина, которая формирует канал, который поступает на мастер (главный выход микшера) называется main bus.

Для шин, которые имеют больше чем один канал, имеется панорамный регулятор, который позволяет изменять баланс уровня сигнала, поступающего на каждый из каналов этой шины (Рисунок 4).

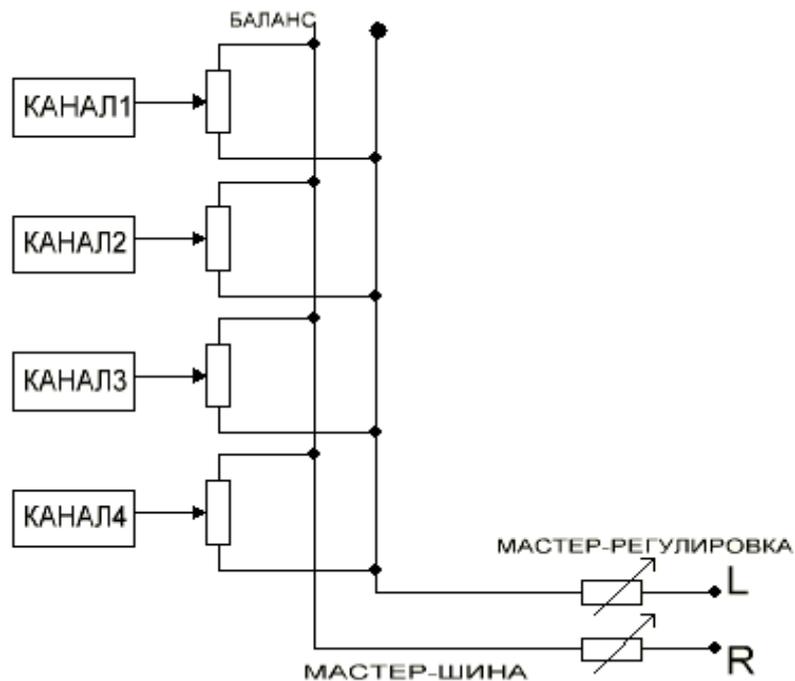


Рисунок 4 – Структурная схема шины микшерного пульта

Для моно канала микшера очевидно, что суммарный уровень звукового давления, который возникает при поступлении на шину двух одинаковых сигналов на каналах стерео-шины будет выше, нежели для одного. Для уравнивания сигналов был разработан так называемый закон регулирования панорамы, который позволяет оставлять общую громкость сигнала неизменной независимо от положения регулятора панорамы. Обычно, в аналоговых микшерах уровень ослабления сигнала, который поступает на стерео-шину, составляет примерно 5 децибел в том случае, когда панорамный регулятор находится по центру. На пультах с цифровой базов, эта величина может варьироваться от 3 до 6 децибел. Общую картину зависимости можно увидеть ниже на рис. 5.

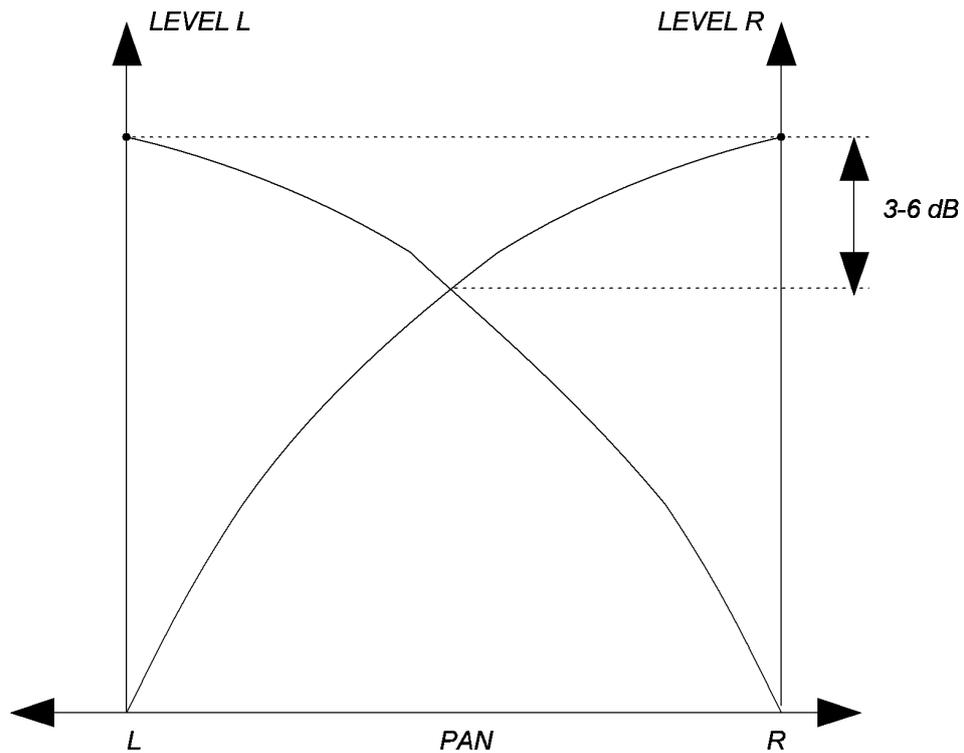


Рисунок 5 – Уровни сигналов, поступающих на сборную шину

Кривые соответствуют уровням сигнала мастершины на левом и правом каналах соответственно. Из графика можно заметить, что при крайнем правом положении регулятора панорамы, громкость левого канала будет равно нулю, а правый канал достигнет своего максимума. Так же наоборот – при крайнем левом положении регулятора уровень правого канала будет равен нулю. Такая технология используется в основном при сведении двух композиций в одну при плавном переходе от играющей композиции к следующей. В тот момент, когда регулятор находится по центру – на мастершину поступают два сигнала с равной величиной громкости, но ослабленных на величину в 3 децибела.

Что касается формы кривых на графике, то она выбрана таким образом, чтобы при любом положении панорамного регулятора суммарный уровень громкости сигнала оставался неизменным. Если проводить сравнение с цифровыми микшерами, то в этом случае у звукорежиссера появляется некоторое преимущество, так как он может регулировать не только величину ослабления, которая в аналоговом исполнении пультов равна 3 децибела, но

и формы кривых изменения уровня, например с логарифмической на линейную.

Как правило, помимо мастершины, пульта оснащаются еще несколькими шинами, которые называют групповыми. Они обладают собственными регуляторами громкости сигнала на входе, собственные выходы. Их основное отличие от мастершины состоит в том, что выходы групповой шины могут соединяться с мастершиной.

Кроме мастершины, пульта обычно имеют еще несколько сборных шин, идентичных ей. Такие шины называются групповыми, имеют собственные регуляторы уровня на выходе, собственные выходы, и их отличие от мастершины состоит только в том, что выходы групповых шин могут коммутироваться на мастершину. Что касается назначения групповой шины, то оно делится на три составляющих. Во-первых, это группирование входных сигналов и регулирование уровня громкости всей группы одним регулятором. Такое преимущество используют в основном на радио. Во-вторых, это возможность обрабатывать сигналы, входящих в группу, одним устройством. Это объясняется наличием разрыва тракта (insert) во всех шинах пульта. В-третьих, это соединение выходов групповых шин на внешние устройства для многоканальной записи.

1.2 Применение групповых шин в студиях звукозаписи

Как правило, на микшерах в студиях звукозаписи выходы групповых шин нужны для соединения их со входами устройств для многоканальной записи. С истоков звукозаписывающей индустрии коммутировались аналоговые многоканальные магнитофоны, позднее, с развитием цифровой техники, стали использоваться входы интерфейсов цифровых систем записи. В распоряжении студий находилось большое количество каналов и в пультах создавалось соответствующее число групповых шин, в идеальном случае, число каналов приравнивалось к числу шин. Например, типичное значение числа каналов, а следовательно, и групповых шин составлялось от 48 и выше. Такая система со временем не прижилась из-за явных недостатков.

Например, при простых задачах, допустим, сведении двух композиций, нужно всего от двух до четырех каналов. Остальные выходы оставались без надобности, то есть финансово такое решение архитектуры оказалось невыгодным. Вторым недостатком является избыточная длина звукового тракта. Иными словами, сигнал проходит через канал от источника, далее - на групповую шину и только потом выходит с устройства записи. При этом, сигнал минует достаточное большое количество буферных усилителей и иных функциональных узлов микшера. Для того, чтобы создать необходимые условия для предварительного прослушивания записанного сигнала, нужно было реализовать одновременную работу нескольких каналов. Как правило, число каналов равнялось числу источников, которые участвуют в записи, плюс число каналов самого устройства записи. Последней проблемой в списке значится размер пульта, так как при реализации всех условий, описанных выше, размер пульта составлял минимум четыре метра. Общим решением всех недостатков системы стало использование функции direct out, назначение которой было описано выше.

1.3 Применение Direct Out в студиях звукозаписи

Рассмотрим более подробно функцию direct out (директ). Согласно определению, direct out – это выход прямо на устройство звукозаписи пульта. Сигнал при этом поступает сразу на канал микшера. На практике различают три варианта исполнения данной функции. Рассмотрим более подробно каждый из них ниже (Рисунок 7).

Первое решение реализации наиболее часто используется в индустрии. Он получил название PreEQ. Это означает, что сигнал поступает на директ перед эквалайзером, проходя через регулятор чувствительности (gain).

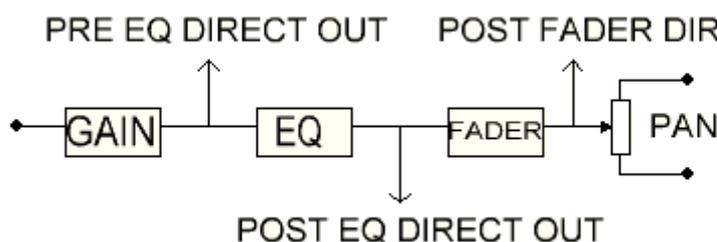


Рисунок 7 – Структурная схема студийного варианта микшерного пульта

В данном исполнении, фейдер и эквалайзер не влияют на сигнал, который идет на выход в директ. Сигнал зависит лишь от положения регулятора чувствительности входа микшера.

Второй вариант исполнения называется PostEQ. Как можно понять из названия, сигнал поступает на директ после эквалайзера. На его характеристики влияют регулятор уровня чувствительности (gain) и сам эквалайзер.

Третий вариант – PostFader. Сигнал поступает на выход директа после фейдера. Характеристики зависят от положения эквалайзера, регулятора чувствительности и канального фейдера.

Суммируя написанное выше, можно сделать вывод, что при использовании директа в тракте микшера для коммутации многоканального устройства записи, мы уменьшаем число используемых групповых шин, а следовательно, сокращаем длину звукового тракта. Групповые шины могут использоваться лишь в том случае, когда нам необходимо отправить несколько уже смикшированных сигналов на один канал многоканального устройства звукозаписи. Эта необходимость в современной индустрии звукозаписи встречается довольно редко, но исключать ее нельзя. Но несмотря на это, производители микшеров сокращают количество групповых шин вплоть до четырех.

В некоторых моделях микшерных пультов кнопка включения функции директ обозначается как «to tape», что в переводе на русский язык значит «на ленту». Если микшер имеет именно такое обозначение, можно говорить, что директ можно использовать как выход групповой шины. Адресация сигнала на шины не имеет регулировки и начинается с первого порядкового номера. Если количество сигналов, которые направляются на групповые шины превышает число самих шин, то после «лишней» адресации сигнал следует снова на первую. Например, если в нашем микшере имеется четыре

групповые шины, то пятый по счету сигнал будет адресован снова на первую. В цифровых пультах возможен произвольный выбор адресации на групповые шины благодаря специальному меню микшерного пульта.

Как итог, такая замысловатая с первого взгляда система дает возможность проводить многоканальную звукозапись с использованием минимума подключаемых устройств и коммутаций, что экономит время и пространство студии.

1.4 Использование дополнительных AUX-шин

Помимо мастершины и групповых шин, в микшерах существует дополнительная шина AUX. Основное отличие от директа состоит в том, что уровень отдаваемого сигнала зависит от положения специального регулятора AUX в канале микшера. Число регуляторов обычно приравнивается в число самих шин. Например, в аналоговых пультах это число не превышает 12-ти. Так же, шину AUX нельзя подключить к мастершине.

Что касается классификации, то шины могут быть стерео и монофоническими. Назначение шин делится на две составляющие. Во-первых, это создание вспомогательного микса с адаптивным балансом для мониторинга композиции исполнителю. Во-вторых – подключение к их выводам дополнительных обрабатывающих устройств. Ниже представлена структурная схема шины AUX (Рисунок 8).

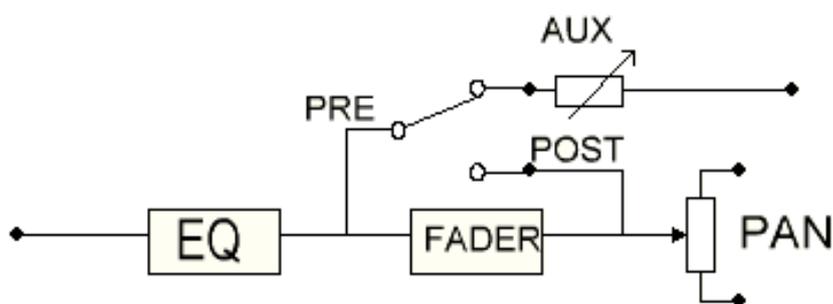


Рисунок 8 – Структурная схема шины AUX

Разделяют два способа подключения. В первом способе, который называется PostFader, при коммутации к выводам шины внешнего устройства, например, процессора эффектов, уровень подаваемого на шину

сигнала должен регулироваться не только регулятором самой шины AUX, но и канальным регулятором. В данном случае регулятор AUX отвечает скорее не за уровень сигнала, а за баланс между сигналом и влиянии на него внешнего устройства. К примеру, если внешним устройством будет все тот же процессор эффектов, то регулятором AUX мы настраиваем интенсивность того или иного эффекта.

Второй способ получил название PreFader. Это значит, что уровни сигнала, которые подаются на шину AUX, не должны меняться при перемещении канального регулятора уровня. Такой способ используется при создании альтернативных миксов для предварительного прослушивания исполнителю.

Если касаться реализации в различных ценовых сегментах, то здесь возможны два варианта. В дешевых пультах, у части регуляторов выбор отсутствует, как правило. Регулятор AUX обычно по умолчанию установлен в положение PreFader или PostFader. В более дорогом сегменте переключатели режима работы шины AUX имеются на каждом канале микшера.

1.5 Система контроля сигнала

Системы контроля сигнала микшера разделяются по типу соединения на два типа: недеструктивные и конструктивные.

К первой категории, то есть к недеструктивным, относят устройства с так называемым принципом PreFaderListen (предфейдерное прослушивание). Он изменяет сигнал только на мониторингном выходе микшера. Этот выход служит для предварительного прослушивания содержимого отдельно взятого источника. Остальные не зависят от него. Сфера применения данной системы является концертная площадка. На концертах, звукорежиссер может прослушать отдельный источник сигнала при этом, не прерывая выступления. Активация системы проста. Достаточно нажать соответствующую кнопку на микшере, которая обозначается PFL. Если

кнопка нажата, то сигнал, который нам необходимо прослушать, отправляется на специальные мониторы или наушники звукорежиссера, не изменяя характеристики остальных сигналов.

Из положительных аспектов данного метода можно выделить:

1. Контроль нужного сигнала, не затрагивая основные источники
2. Возможность прослушивания сигнала источника при закрытом регуляторе уровня громкости канала
3. Точная установка регулятора чувствительности во избежание перегрузки на микшерном пульте.

Из негативных аспектов:

1. Невозможно контролировать положение источника в стереобазе, сигналов устройств, подключенных к источнику через AUX-шины,
2. При таком методе также нельзя контролировать взаимный баланс нескольких источников.

Все выше перечисленные негативные аспекты отсутствуют во второй категории -деструктивный принцип построения системы контроля, который внутри индустрии звукозаписи называют SIP (Solo In Place). Основополагающее отличие состоит в том, что при нажатии соответствующей кнопки, обозначаемой solo (иногда SIP), происходит отключение всех остальных каналов, кроме того, в тракте которого данная кнопка нажата. На выход мастера (основной выход любого микшера звук которого поступает на сцену) это не влияет. Звукорежиссер выбирает индивидуальный канал и посылает его сигнал в свои наушники в полной обработке. Так же, возможно прослушивание любого числа каналов одновременно. Достаточно того, чтобы на панели регулирования нужных каналов была нажата соответствующая кнопка.

Для того, чтобы канал или группа каналов не отключались при нажатии кнопки SIP, есть возможность отключения любого из каналов от команд системы предварительного прослушивания. Этот режим называют solo defeat. Основное назначение данного режима состоит в том, что если на вход этого

канала поступает сигнал от устройств внешней обработки, мы можем прослушать сигнал от выбранного канала вместе с сигналом устройства внешней обработки. Минусом такого режима является изменение сигналов на всех выходах пульта. Другими словами, сигнал с отключенных каналов не поступает на выходы главной и групповых шин, и на шины AUX. Поэтому, такую систему не рекомендуется использовать на концертных площадках. Только в студиях звукозаписи.

1.6 Функция VCA

VCA, или Voltage Controlled Amplifier — усилитель, управляемый напряжением. Это устройство, коэффициент усиления которого определяется величиной напряжения, подаваемого на управляющий вход. Во многих пультах высшего ценового сегмента, такие устройства используются для регулирования уровня сигнала на выходах каналов пульта. В этом случае канальный фейдер управляет величиной управляющего напряжения, поступающего на VCA, который уже и определяет уровень сигнала на выходе канала.

Назначение такой системы в том, что она позволяет объединять несколько канальных фейдеров в группу по управлению, без использования групповой шины, и давать возможность регулирования общего уровня группы с сохранением баланса уровней каналов внутри нее.

Из плюсов можно отметить отсутствие групповых шин, которые несут за собой удлинение звукового тракта сигнала.

Из минусов – невозможно обрабатывать сигнал внешними устройствами. В аналоговых пультах, возможности такой обработки можно добиться только с присутствием групповых шин, а в цифровых, присутствует только эмуляция данной системы. Она заключается в группировании нескольких фейдеров в группу с управлением от отдельного регулятора. При этом, групповая шина не нужна. Эти управляющие групповые фейдеры обычно находятся рядом с обычными групповыми регуляторами, и получили название VCA group. В аналоговых пультах присутствуют

от 4 до 8 таких Фейдеров. В этом случае у каждого канального регулятора уровня имеется специальный переключатель, который подключает цепь управления VCA этого канала к одной из управляющих групп.

1.7 Система автоматизации

При всем разнообразии схем и способов автоматизации работы пультов, все они имеют некоторые общие черты. Автоматизация пультов бывает двух видов — статическая и динамическая.

Статическая автоматизация — это как фотография всех регуляторов пульта, сделанных в один момент времени. Для того, чтобы вернуться к сохраненному состоянию пульта, в цифровых пультах достаточно загрузить соответствующий файл, восстановление сохраненных параметров происходит практически мгновенно.

В аналоговых пультах восстановление параметров в соответствии с записью статической автоматизации происходит вручную — каждый регулятор должен быть поставлен в правильное положение в соответствии с показаниями индикаторов системы автоматизации. Эти индикаторы показывают, в каком направлении должен быть повернут тот или иной регулятор для восстановления его положения на момент сохранения. Такая система получила название Total Recall. В больших аналоговых пультах этот процесс может занимать несколько часов.

Динамическая автоматизация — позволяет записывать в память устройства движение регуляторов пульта. В аналоговых пультах динамическую автоматизацию имеют только канальные фейдеры, все остальные регуляторы — только статическую. Динамическая автоматизация фейдеров в аналоговых пультах обычно использует моторизованные фейдеры, хотя есть решения и без моторизации, когда запоминаются только значения управляющих напряжений VCA, а физическое положение фейдера не отражает величины изменения уровня сигнала на выходе канала. Реальное значение можно увидеть на специальном индикаторе рядом с канальным фейдером, или на специальном дисплее. Из-за абсолютной ненаглядности

процесса такие системы широкого распространения не получили. Управление системами автоматизации уникально у каждого из производителей, но можно выделить некоторые общие режимы. Каждый из автоматизированных регуляторов имеет, как минимум, три режима работы автоматизации — read, write и update (у разных производителей эти режимы имеют разные названия, устоявшейся терминологии здесь нет).

В режиме read регулятор считывает ранее записанный сигнал системы автоматизации, и перемещается в соответствии с ним.

В режиме write происходит запись изменения положения регулятора со стиранием предыдущей информации.

В режиме update изменение положения регулятора записывается без стирания предыдущей записи, позволяя корректировать уже имеющуюся информацию системы автоматизации.

2. Практическая часть

2.1 Обоснование структурной схемы

На рисунке 10 представлена структурная схема изготавливаемого устройства. Она состоит из шести входов, два из которых для микрофонов (Мик 1, Мик 2), остальные – линейные, предназначенные для иных источников сигнала, таких как CD – проигрыватель, клавиатура, смартфон.

После входных разъемов сигнал поступает на блок предварительного усиления (ПУ). Делается это для того, чтобы сигнал с пьезокерамических микрофонов, который имеет напряжение амплитудой порядка нескольких милливольт мог усиливаться в предварительном каскаде для достижения порога срабатывания усилителя мощности мастера. После блока предварительного усиления, звуковой сигнал отправляется на блок согласующего усиления (СУ). Он, в свою очередь, разделяется на два блока – СУ1 и СУ2, для микрофона и линейного источника сигнала соответственно. В этом блоке сигналы подвергаются балансировке между

собой так, как их отрегулирует звукорежиссер. После балансировки, сигнал разделяется на две части. Первая отправляется на блок усилителя мощности (УМН), который, в свою очередь, ведет на выходы для наушников. Это служит для предварительного прослушивания содержимого звукового тракта. Вторая часть отправляется на мастер (УММ) и далее на выход, то есть на колонки. Для питания усилителей мощности используется блок питания БП, который будет преобразовывать напряжение из 220 вольт до напряжения величиной от 12 до 15 Вольт.

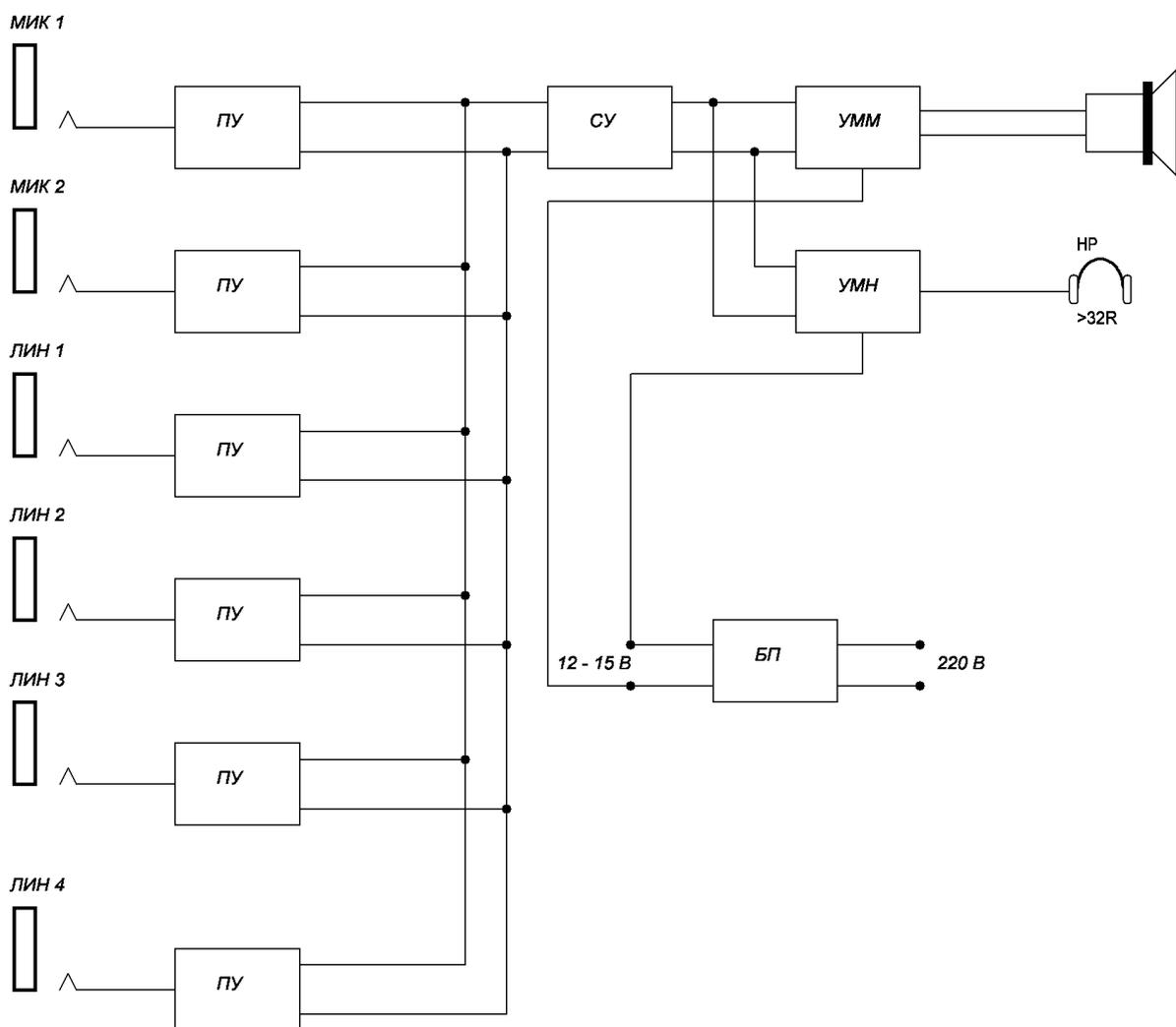


Рисунок 10 – Структурная схема устройства

2.2 Обоснование принципиальной схемы

2.2.1 Входные разъемы

В устройстве будут использоваться два вида разъемов – микрофонные и линейные. В качестве микрофонного разъема, целесообразно использовать стандартные комбинированные XLR/TRS Combo (Рисунок 11). Это обусловлено тем, что данный тип коннектора универсален. Другими словами, в данный разъем можно подключить как XLR штекер, так и стандартный Jack $\frac{1}{4}$. В качестве линейных коннекторов использованы 2*RCA (Рисунок 12) для подключения смартфона или плеера. После этого осуществляется фильтрация сигнала (Рисунок 13). Минимальная обвязка для стабильного режима работы будет составлять $C1 = 10 \text{ мкФ}$. и $R1 = 1 \text{ кОм}$ для каждого микрофонного канала.



Рисунок 11 – Разъем XLR/TRS Combo



Рисунок 12 – Разъем 2 * RCA (тюльпаны)

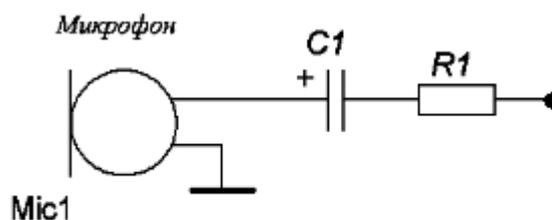


Рисунок 13 – Подключение разъема микрофона

Из справочника [10] выбираем резистор R1-71-0.125 Вт, 1 кОм, 5%.
 Конденсатор C1 выбираем из справочника [11] K71-10 мкФ 12В.

2.2.2 Предварительное усиление

Предварительное усиление реализовано на базе микросхемы TL072 (Рисунок 12). Она представляет собой двухканальный операционный усилитель с низким уровнем шумов.

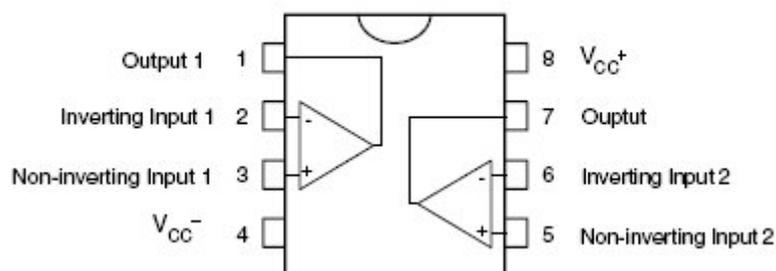


Рисунок 12 – Блок-схема микросхемы TL072

Основные параметры представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры микросхемы TL072

Каналов, шт.	2
V_{OS} (тип.), мВ	10
I_{BIAS} (тип.), нА	0.2
Полоса пропускания (тип.), МГц	4
Slew Rate (тип.), В/мкс	16
CMRR (тип.), дБ	86

Gain (тип.), дБ	86
Shutdown	Нет
V _{CC} , В	от 6 до 36
I _{CC} на канал (макс.), мА	1.4
T _A , °С	от -40 до 105
Корпус	DIP-8 SOIC-8

Согласно схеме включения, для стабильной работы и задания нужного коэффициента усиления, подключены в цепь обратной связи резисторы R2 и R12 номиналом 100 кОм и электролитические конденсаторы C2 и C9 с номиналом 1 мкФ для сглаживания помех на высоких частотах (Рисунок 14). Из справочника [10] выбираем резисторы P1-71-0.125 Вт, 100 кОм, 5%. Конденсаторы выбираем из справочника [11] К71-1 мкФ 12В.

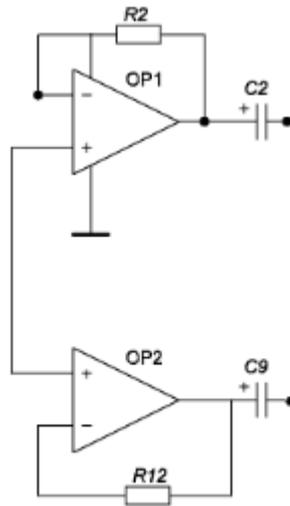


Рисунок 14 – Схема включения предварительного усиления микшерного пульта

После этапа усиления, сигнал фильтруется электролитическими конденсаторами C2 и C9 номиналом по 1 мкФ для первого и второго входа соответственно.

2.2.3 Согласующее усиление

Согласующее усиление или блок согласования позволяет отправить сигнал с нужного нам канала на наушники для предварительного прослушивания. Тумблерами S1 и S2 сигнал подключается в цепь, которая ведет на блок УМН. Резисторы R3 и R4 выполняют функцию делителя (Рисунок15). Нужно это для того, что ввиду сильного коэффициента усиления микросхемы TDA2822M, необходимо, чтобы передавалось 20% сигнала или пятая его часть, чтобы не повредить наушники. Сопротивления на входе каскада УМН составляет 10 кОм. С этой целью были подобраны резисторы номиналом 47кОм каждый.

Из справочника [10] выбираем резисторы R3 и R4: P1-71-0.125 Вт, 47кОм, 5%. Потенциометр R5: STA-32TA-10 кОм. Конденсатор C4 выбираем согласно справочнику [11]: K71-1 мкФ 12В.

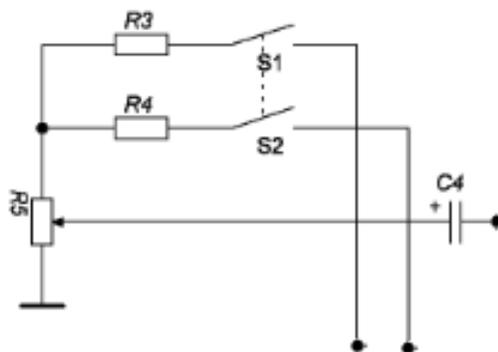


Рисунок 15 – блок согласования

2.2.4 Усилитель мощности наушников (УМН)

Блок усиления мощности для наушников нужен для того, чтобы дать возможность звукорежиссеру прослушать содержимое звуковых трактов нужных ему каналов. Блок выполнен на базе микросхемы TDA2822M. Это стереофонический, двухканальный низковольтный усилитель для портативной техники и стереонаушников. В таблице 2 представлены основные характеристики данной микросхемы.

Таблица 2 – Основные характеристики микросхемы TDA2822M

Напряжение питания, В.	(1.8..15)
Рекомендованное питание, В	6
Максимальный ток потребления, мА.	200
Ток покоя, мА.	6
Выходная мощность, Вт.	1
Отношение сигнал/шум, дБ	39

В качестве минимальной обвязки используются компоненты, изображенные на Рисунке 14.

$A = +12 \text{ В}$ – напряжение питания;

$R49 = R50 = 10 \text{ кОм}$ – делитель напряжения. Из справочника [10] выбираем P1-71-0.125 Вт, 10 кОм, 5%.

$C21 = C22 = 100 \text{ мкФ}$. – фильтрующие конденсаторы. Согласно справочнику [11] выбираем K71-100 мкФ 12В.

$C25 = C26 = 100 \text{ нФ}$. - сглаживающие конденсаторы для стабильной работы наушников. Согласно справочнику [11] выбираем K71-7-100 нФ 12В.

$C23 = C24 = 470 \text{ нФ}$. – фильтрующие конденсаторы. По справочнику [11] выбираем K50-24-470 нФ 16В.

$R51 = R52 = 4.7 \text{ кОм}$. – образует фильтр совместно с конденсаторами C25 и C26; Из справочников [10] выбираем резисторы P1-71-0,125 Вт, 4.7 кОм, 5%.

Схема включения усилителя мощности наушников представлена на рисунке 16.

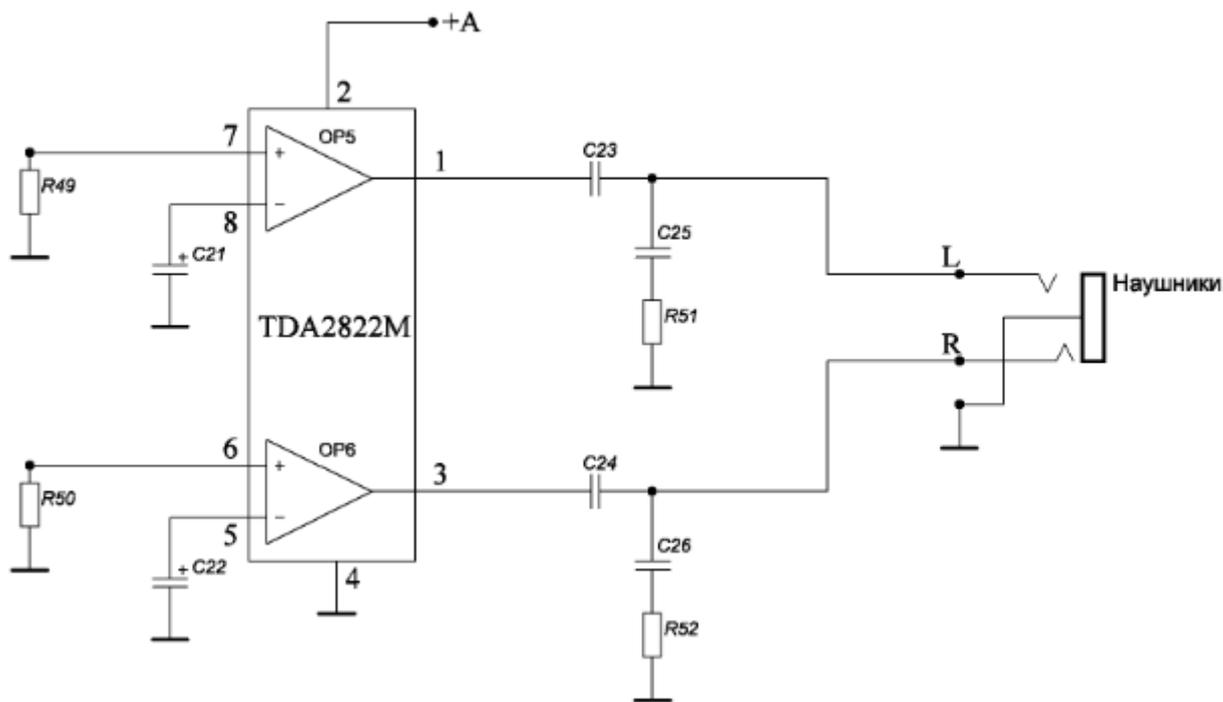


Рисунок 16 – Схема подключения усилителя мощности наушников

2.2.5 Усилитель мощности мастера (УММ)

Схема включения каскада усиления мастера изображена на рисунке 17.

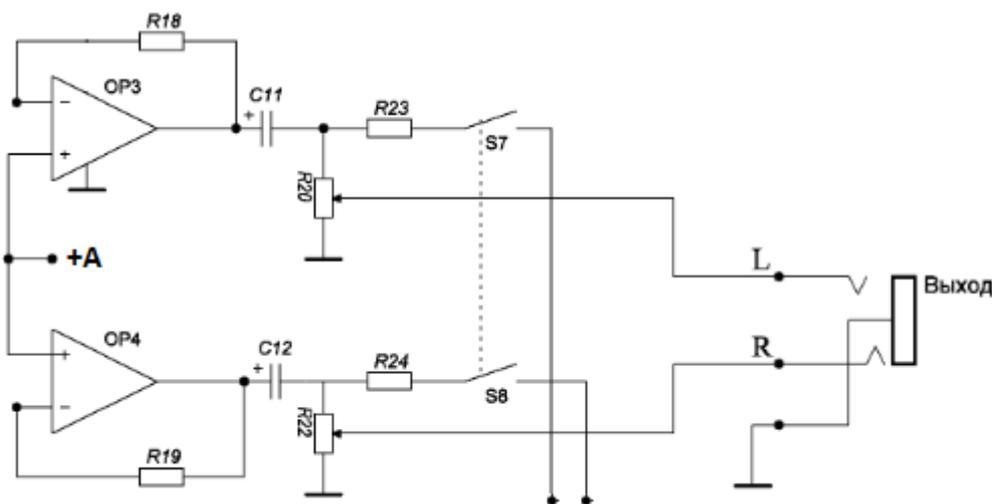


Рисунок 17 – Схема подключения усилителя мощности мастера.

Каскад реализован на микросхеме TL072 (Рисунок12), основные характеристики которой представлены в таблице 1. Питание на данный усилитель подается через точку А. Напряжение составляет +12В. В качестве минимальной обвязки, производитель рекомендует использовать следующие элементы:

$A = +12 \text{ В}$ – напряжение питания;

$R18 = R19 = 100 \text{ кОм}$ – сопротивление обратной связи. Из справочника [10] выбираем резисторы P1-71-0.125 Вт, 100 кОм, 5%.

$C11 = C12 = 10 \text{ мкФ}$. – фильтрующие конденсаторы для стабильной работы колонок. Из справочника [11] выбираем K71-10 мкФ 12В.

$R23 = R24 = 47 \text{ кОм}$ – делители напряжения. Из справочника [10] выбираем резисторы P1-71-0.125 Вт, 47 кОм, 5%.

$R20 = R22 = 10 \text{ кОм}$ – переменные потенциометры для регулировки баланса между левым и правым каналом. Из справочника [10] выбираем резисторы P1-71-0.125 Вт, 10 кОм, 5%.

Тумблеры S7 и S8 используются для предварительного прослушивания содержимого канала мастера в наушниках. Делитель напряжения нужен для того, чтобы ослабить сигнал и передать 20% от имеющийся амплитуды, чтобы не повредить наушники. Из справочника [12] выбираем ASW-14D.

2.2.6 Цепь питания

Подача питания осуществляется благодаря тумблерам S3 и S4. Точка +А нужна для подключения к питанию используемых микросхем. Конденсатор $C5 = 100 \text{ мкФ}$, является электролитическим. Он нужен для сглаживания пульсирующего тока в цепи чтобы обеспечить стабильную работу устройству. $C6 = 100 \text{ нФ}$, совместно с резистором R8 составляют фильтр низких частот. $C3 = 100 \text{ нФ}$. служит для подавления высокочастотных помех. Так же в цепи присутствует диод LED1 для индикации работы устройства. В качестве него используется AL307H зеленого света. Основные характеристики светодиода представлены в таблице 3[13].

Таблица 3 – Основные характеристики светодиода AL307H

Цвет свечения	Зеленый
Длина волны, нм.	576

Сила света, мкд.	6
Постоянный прямой ток, мА.	20
Постоянное прямое напряжение, В.	2.8
Постоянное обратное напряжение, В.	2
Постоянный максимальный ток, мА.	22

Как видно из таблицы 3, постоянный максимальный ток при напряжении на диоде 2 В. равен 22 мА. Для того, чтобы диод проработал дольше, оставим это значение равным 17 мА. Загораться он должен при напряжении питания 12 Вольт. Резистор R8 должен погасить на себе лишнее напряжения (напряжение падения).

$U_{пад} = (12 - 2)V = 10V$. – при токе на диоде $I_d = 17$ мА.

$R8 = U_{пад}/I_d = 10 V. / 17$ мА. = 590 Ом. Выбираем резистор из справочника [10] P1-71-0.125 Вт, 560 Ом, 5%.

Согласно справочнику [11] выбираем конденсатор C3 и C6: К71-7-100 нФ 12В. В качестве тумблера используется ASW-14D[12].

Схема цепи питания представлена на рисунке 17.

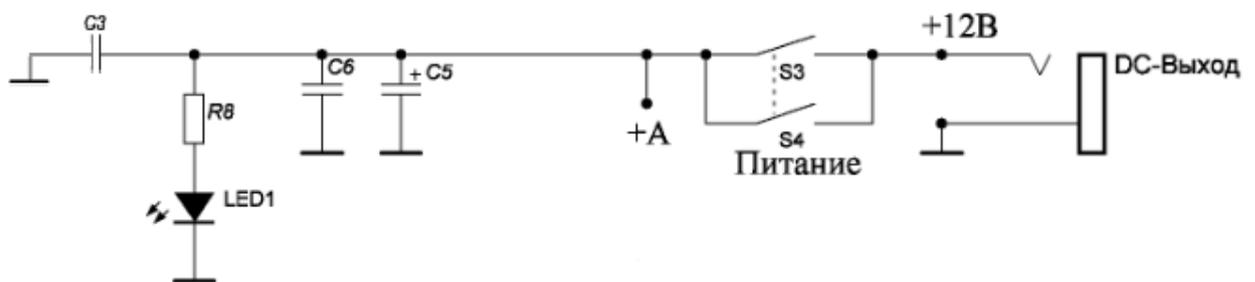


Рисунок 17 – Цепь питания

Полная принципиальная схема устройства и перечень элементов изображены в приложениях А и Б соответственно.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Технико-экономическое обоснование научно-исследовательских работ проводится с целью определения и анализа трудовых и денежных затрат, направленных на их реализацию, а также уровня их научно-технической результативности.

Введение

В своей работе я исследую микшерный пульт (микшер). Это устройство для микширования (смешивания) между собой звуковых сигналов с разных звуковых носителей. Сфера применения довольно широка: начиная от домашнего использования в качестве звуковой карты для персонального компьютера до использования на концертах и студиях профессиональной звукозаписи.

Микшер имеет прямоугольную форму. Верхняя поверхность – рабочая. На ней расположены все органы управления и гнезда коммутации. В основном, мы применяем переменные резисторы (потенциометры) для изменения напряжения на тех или иных элементах, тем самым меняя свойства сигнала на выходе устройства, а следовательно, звука. Так же, в устройстве используются фильтры высоких и низких частот.

Гнезда для коммутации нужны для подключения питающего напряжения и различных устройств ввода (микрофон) и вывода (динамики) к устройству. В качестве разъемов используются стандартные комбинированные XLR/TRS Combo. Так же, в качестве дополнения, можно использовать гнезда 2*RCA(тюльпаны) для подключения смартфона или плеера.

3.1 Планирование научно-исследовательской работы.

3.1.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться.

В рабочую группу будут входить:

- И – инженер;
- НР – научный руководитель;

В данном разделе составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ можно увидеть в табл.1 .

Таблица 4 – Структура работы

Основные этапы	Содержание работ	Должность и загрузка исполнителя
Разработка технического задания	Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР – 100%
	Составление и утверждение ТЗ	НР – 100%, И – 10%
Выбор направления исследований	Подбор и изучение материалов по тематике	И – 90%, НР – 10%
Календарный план	Разработка календарного плана	НР – 100%
Теоритические и экспериментальные исследования	Выбор структурной схемы устройства	И – 90%, НР 10%
	Выбор принципиальной схемы устройства	И - 100%, НР – 20%
	Расчет принципиальной схемы устройства	И – 100%
	Разработка макета устройства	И – 100%
Обобщение и оценка результатов	Оформление расчетно-пояснительной записки	И – 100%

	Оформление материала	И – 100%
	Подведение итогов	НР – 90% И – 30%

3.1.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (1)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

3.1.3 Разработка графика проведения научного исследования

Чтобы описать данный раздел, будем использовать *диаграмму Ганта* - горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

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

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

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

Рассчитаем коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 15} = 1.22 \quad (5)$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу 5.

Таблица 5 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнитель	Трудоемкость работ (чел-дни)			Длительность работ (дн.)			
				T_{pi}		T_{ki}		
		$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	НР	И	НР	И	
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	6	3.6	3.6	-	4	-
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	2	6	4	2.5	2.5	3	3
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	16	19	17.2	8.6	8.6	10.5	10.5
Разработка календарного плана	НР, И	1	3	2.2	1.1	1.1	2	2
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	2	5	4	2	2	3	3
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	10	12	10.8	5.4	5.4	7	7
Расчет принципиальной схемы устройства	И	6	7	5.8	-	5.8	-	7
Разработка макета устройства	И	11	20	14.6	-	14.6	-	19
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	7	9	8	-	8	-	10
Оформление материала	И	2	4	2	-	2	-	4
Подведение итогов	НР, И	2	4	2.5	1.6	1.6	2	2

На основе таблицы 5 можно построить календарный план-график выполнения работ (таблица 6). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы 6 с разбивкой по месяцам и декадам.

Таблица 6 - Календарный план-график проведения НИР

Название работы	Исполнитель	$T_{кi}$	Продолжительность выполнения работ																	
			февраль			март			апрель			май			июнь			июль		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	4	■	■	■															
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	3		■	■	■														
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	10				■	■	■												
Разработка календарного плана	НР, И	2				■														
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	3				■	■	■												
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	6				■	■	■	■	■	■									
Расчет принципиальной схемы устройства	И	5							■	■	■									
Разработка макета устройства	И	21									■	■	■	■						
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	10									■	■	■	■						
Оформление материала	И	4										■	■	■						
Подведение итогов	НР, И	2												■	■					

■ - инженер

■■■■■■■■ - научный руководитель

3.2 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

3.2.1 Расчет материальных затрат на создание прототипа.

В состав затрат на создание проекта включается стоимость всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. В стоимость материальных затрат входят:

- Приобретаемые со стороны сырье и материалы
- Покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды
- Элементы монтажа
- Канцелярские принадлежности

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^Q C_i \cdot N_{расх\ i} \quad (6)$$

где Q – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении диплома;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов, планируемых к использованию при выполнении диплома (шт., кг, м и т.д.);

C_i – цена приобретенной единицы -го вида (руб./шт., руб./кг, руб./м и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты необходимые для данной разработки занесем в таблицу 7.

Таблица 7 - Материальные затраты на создание прототипа

Наименование	Единица Измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, руб	
			Пост. 1	Пост.2	Пост. 1	Пост.2
Бумага для принтера	Упак.	1	200	230	200	230
Ручка шариковая	шт	1	20	21	20	21
Итого			220	251	220	251

Из таблицы 7 можно увидеть, что выгодней покупать элементы у поставщика

3.3 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.

В данной статье нам не нужно рассчитывать затраты на приобретение специального оборудования и его доставки, а так же монтажа. Нам необходимо рассчитать затраты на электричество.

Для монтажа, диагностики и других ресурсов необходимых для создания проекта нам необходимо оборудование:

- Источник питания
- Настольная лампа

Для расчета затрат на электроэнергию воспользуемся формулой:

$$\mathcal{E}_{об} = P_{об} \cdot \mathcal{C}_э \cdot t_{об} \quad (7)$$

где

$\mathcal{E}_{об}$ – затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием (руб.);

$P_{об}$ – потребляемая мощность оборудования (Вт);

$\mathcal{C}_э$ – тарифная цена (кВт/ч);

$t_{об}$ – время работы оборудования [ч]. (берется из календарного графика)

Рассчитаем и занесем данные в таблицу 8.

Таблица 8 – Затраты на изготовление прототипа

Оборудование	Время работы $t_{об}$ (ч.)	Потребляемая мощность $P_{об}$ (кВт.)	тарифная цен $\mathcal{C}_э$ (кВт/ч);	Затраты $\mathcal{E}_{об}$ (руб.)
Источник питания	100	0,015	3,1	4.65
Персональный компьютер	200	0,3		186
Настольная лампа	300	0,1		93
Итого:	600	0.415		283.65

Исходя из таблицы 5, рассчитали затраты на электроэнергию:

$$\mathcal{E}_{об} = 283.65 \text{ руб}$$

3.4 Заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Заработная плата состоит из основной и дополнительной, и рассчитывается по формуле:

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

$З_{осн}$ – основная заработная плата (руб.);

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (руб.);

Сначала рассчитаем основную заработную плату по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p \quad (9)$$

$З_{осн}$ – основная заработная плата (руб.);

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемая работником.

Средняя заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} \quad (10)$$

$З_m$ – месячный должностной оклад работника(руб.);

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени (табл. 9).

Таблица 9 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	НР	И
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	64	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	52	44
Действительный годовой фонд рабочего времени	249	203

Месячный должностной оклад работника рассчитывается исходя из следующей формулы:

$$З_m = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_{д}) \cdot k_{р} \quad (11)$$

$З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке (руб.);

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$k_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,3);

$k_{р}$ – районный коэффициент (1,3 для Томска).

Дополнительная заработная плата является доплатой, учитывающей условия труда, отклоняющейся от нормальной, а также выплаты, которые связаны с обеспечением компенсаций, гарантий. Величина дополнительной заработной платы определяется Трудовым кодексом РФ.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} * З_{осн} \quad (12)$$

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

Все полученные данные заносятся в таблицу 10.

Таблица 10 - Затраты на заработную плату

Исполнитель	Разряд	k_T	$Z_{\text{ТС}}$ тыс.руб.	$k_{\text{пр}}$	k_d	k_p	Z_m тыс.руб.	$Z_{\text{дн}}$ тыс.руб.	T_p	$Z_{\text{осн}}$ тыс.руб.	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{доп}}$
НР	17	3,51	23	0	0,2	1,3	51	2,142	26	55	0.13	7,24
И	2	1,04	0.6	0,3	0,2	1,3	1,17	0,065	62	4	0.13	0,5239
Итого 66 тыс.руб												

3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (13)$$

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

Согласно пункту 1 ст. 58 федерального закона №212-ФЗ размер страховых взносов образовательных учреждений составляет 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представим в таблице 8.

Таблица 11 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата ($Z_{осн}$), тыс.руб.	Дополнительная заработная плата ($Z_{доп}$), тыс.руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды ($k_{внеб}$)	Отчисления во внебюджетные фонды, тыс.руб.
Научный руководитель	55	7	0,271	17
Инженер	4	0,5		1,2
Итого				18,2

3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

В данном разделе, определив бюджет затрат на научно-исследовательский проект путем суммирования предыдущих статей, будет получена общая себестоимость, которую занесем в таблицу 11.

Таблица 11 - Общие расходы проекта

Статья расходов	Стоимость (Ист. 1) руб.	Стоимость (Ист. 2) руб.
Материальные затраты	220	251
Затраты на электроэнергию	283,65	
Затраты заработную плату	66000	
Затраты на отчисление во внебюджетные фонды	18289	
Итого	84792.65	84823.65

В итоге затраты на реализацию дипломного проекта составили:

$$C_{общ1} = 84792.65 \text{ руб.}$$

$$C_{общ2} = 84823.65 \text{ руб.}$$

Общий вывод: в ходе выполнения финансовой части, можно сказать, что основная часть потраченных средств будет направлена на выплату заработной платы участникам научного проекта. Следует учесть, что данные цифры не включают в себя практическую реализацию проекта, только теоритическое проектирование. Но стоит заметить, что закупка нужных радиоэлектронных элементов для практической реализации этого проекта составит по примерным подсчетам в районе 1800 – 2000 рублей, что составляет примерно 2-3% от $C_{общ}$.

4. Социальная ответственность

В своей работе я исследую микшерный пульт (микшер). Это устройство для микширования (смешивания) между собой звуковых сигналов с разных звуковых носителей. Сфера применения довольно широка: начиная от домашнего использования в качестве звуковой карты для персонального компьютера до использования на концертах и студиях профессиональной звукозаписи.

Микшер имеет прямоугольную форму. Верхняя поверхность – рабочая. На ней расположены все органы управления и гнезда коммутации. В основном, мы применяем переменные резисторы (потенциометры) для изменения напряжения на тех или иных элементах, тем самым меняя свойства сигнала на выходе устройства, а следовательно, звука. Так же, в устройстве используются фильтры высоких и низких частот.

Гнезда для коммутации нужны для подключения питающего напряжения и различных устройств ввода (микрофон) и вывода (динамики) к устройству. В качестве разъемов используются стандартные комбинированные XLR/TRS Combo. Так же, в качестве дополнения, можно использовать гнезда 2*RCA(тюльпаны) для подключения смартфона или плеера.

4.1 Производственная безопасность

Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке прибора приведем в таблице (Табл.1).

Таблица 12 - Опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Разработка прибора: 1) Заготовка печатной платы; 2) Расчет принципиальной схемы; 3) Сборка печатного узла; 4) Программирование устройства; 5) Сборка макета устройства 6) Экспериментальное исследование;	1) Отклонение показателей микроклимата; 2) Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3) Вредные вещества; 4) Повышенный уровень шума; 5) Повышенный уровень электромагнитных излучений;	1) Подвижные части обрабатываемого оборудования; 2) Электрический ток; 3) Термический ожог; 4) Повышенный уровень статического электричества;	ГОСТ 12.1.003 – 2014 ССБТ; ГОСТ Р 12.1.019-2009; ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ; ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ; СанПиН 2.2.4-548-96; СанПиН 2.2.4.1191–03; СН 2.2.4/2.1.8.562–96; СП 52.13330.2011;

4.2 Анализ выявленных вредных факторов

4.2.1 Отклонение показателей микроклимата

Состояние здоровья человека и его работоспособности в большей степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Рабочие, не имея возможности влиять на протекающие в атмосфере климатообразующие процессы, обладают качественными системами управления факторами воздушной среды внутри производственных помещений.

Микроклимат - это климат внутренней среды помещений, который определяется совместно действующими на организм человека относительной влажностью, температурой и интенсивности теплового излучения, а также температурой окружающих поверхностей согласно ГОСТ 12.1.005-88.

В соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96, в зависимости от времени года и категории выполняемых работ по уровням энергозатрат, устанавливаются оптимальные и допустимые нормы параметров микроклимата, представленные в таблицах 13, 14.

Таблица 13 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, ккал/ч	Температура воздуха, С°	Температура поверхности, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Іб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	Іб (140-174)	22-24	21-25		

Таблица 14 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, ккал/ч	Температура воздуха, С°		Температура поверхности, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			ниже оптимальных величин, не более	выше оптимальных величин, не более**
Холодный	Іб (140-174)	19,0-20,9	21,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
Теплый	Іб (140-174)	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75	0,1	0,3

Рекомендации по созданию оптимальных условий:

- Система вентиляции в теплый период года;
- Отопление в холодный период года;

4.2.2 Недостаточная освещенность

Одним из важнейших факторов внешней среды является свет, т.к. он оказывает разностороннее действие биологического характера на организм, так же, свет (правильно спроектированное освещение) оказывает влияние на сохранение здоровья и работоспособности человека на рабочем месте.

Недостаточная, избыточная или нерациональная освещенность может стать причиной травм, снижения производительности труда, а также отразиться на качестве выполняемых работ. Основным нормативным документом в области освещенности в производственном процессе является СНиП 23-05-95 (СП 52.13330.2011).

В лаборатории используются два вида освещения: естественное и искусственное.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Согласно СНиП 23-05-95* (СП 52.13330.2011), в процессе выполнения экспериментальной части выпускной квалификационной работы бакалавра, производились зрительные работы, относящиеся к 3 разряду – высокая точность, наименьший размер объекта различения 0,3 – 0,5 мм, подразряд работы – в, контраст объекта различения с фоном – большой, характеристика фона – темный, значение комбинированного освещения 600 Лк. Значение показателя ослеплённости (Р) не более 20, а коэффициента пульсации (Кп) не более 15 %.

Коэффициент естественного освещения (КЕО) при верхнем или комбинированном освещении равен 3%, при боковом – 1,2%.

4.2.3 Повышенный уровень шума.

На рабочем месте шум, как правило, возникает при работе ламп импульсного нагрева, вентиляции персонального компьютера и при воздействии внешних факторов.

Шум имеет негативное воздействие на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Уровни шума не должны превышать значений установленных в ГОСТ 12.1.003 – 2014, и их проверка должна проводиться не реже двух раз в год.

По ГОСТ 12.1.003 – 2014 нормируются параметры шума и при проведении работ уровень шума должен быть не более 60 Дб;

Меры по борьбе с шумами:

- применение средств индивидуальной защиты от шума;
- правильная организация труда и отдыха;

4.2.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Основными источниками электромагнитных излучений являются персональный компьютер и источник питания микшерного пульта.

Исследуемое устройство не является основным источником электромагнитных излучений, так как прибор состоит из некоторого количества микросхем и радиоэлементов, в которых протекают очень малые токи.

Минимальное явление электромагнитного излучения оказывает

источник питания, так как в нем используется экранирование материалом с большой магнитной проницаемостью, поэтому большого вреда он не принесет.

В процессе работы с компьютером необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с проявлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках.

Согласно ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ, допустимым уровнем напряженности электростатических является 20 кВ/м в течение часа, а предельно допустимым уровнем – 60 кВ/м в течение часа.

Если измерение параметров электромагнитного излучения в условиях эксперимента не представляется возможным, то оценка может быть проведена по паспорту оборудования.

Таким образом, на расстоянии полуметра монитор ноутбука излучает электромагнитное поле величиной 2 мГс, а такая доза начинает плохо воздействовать на организм.

На расстоянии 10 см от экрана ноутбука индукция равна от 8 до 10 мТл, что не превышает норму.

Расстоянием, безопасным для человека, работающего за компьютером, является 80 см и более от экрана монитора.

4.2.5 Вредные вещества в воздухе рабочей зоны.

Исследуемый прибор состоит из следующих элементов: радиокомпоненты, микросхемы и различные средства коммутации. Электрическое соединение компонентов на печатной плате проводится при помощи пайки и проводов. Пайка осуществляется преимущественно оловянно-свинцовым припоем, с использованием канифоли. При пайке

выделяется вредные вещества, которые воздействуют на человека и на окружающую среду. В таблице 15 приведены вещества, которые выделяются при пайке, а также класс опасности и предельно-допустимые концентрации (ПДК) для припоев.

Таблица 15 - Класс опасности и ПДК припоев

Вещество (состав)	Класс опасности	ПДК в воздухе рабочей зоны мг/м ³
Припой ПОС 40; ПОС 61	1	0,01(По свинцу)
ПОЦ 10; ПОЦ 55	3	10 (По олову)

где класс опасности по степени воздействия на организм:

- 1 - чрезвычайно опасные;
- 3 - умеренно опасные

Лаборатория должна быть оснащена вытяжной вентиляцией, а исследователь должен использовать индивидуальные средства защиты.

4.3 Анализ выявленных опасных факторов

4.3.1 Поражение электрическим током

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Основным источником электрического тока является источник питания устройства.

Причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим

частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции; короткое замыкание и др.

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1.038 – 82. Мероприятия по защите от поражения электрическим током – защитное заземление. Принцип действия защитного заземления: человек должен стоять внутри контура заземления и при попадании фазного напряжения на заземленный корпус прибора, под фазным напряжением окажется как корпус прибора, так и участок земли, на которой стоит человек. При прикосновении человека с прибором между его рукой и ногами не будет возникать разницы потенциалов, и ток через человека не потечет. Данное помещение относится к помещениям без повышенной опасности.

Мероприятия, проводимые для устранения факторов поражения электрическим током:

а) все лица, приступающие к работе с электрооборудованием, проходят инструктаж на рабочем месте, допуск к самостоятельной работе разрешается лишь после проверки знаний техники безопасности;

б) осуществляется постоянный контроль качества и исправности защитных приспособлений и заземлений;

в) эксплуатация электроустановок предусматривает введение необходимой технической документации; обеспечивается недоступность к токоведущим частям, находящимся под напряжением; корпуса приборов и электроустановок заземляются;

Все перечисленные мероприятия выполнены, лаборатория относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током.

На рабочем месте все приборы имеют защитное заземление с сопротивлением не более 4 Ом (ГОСТ 12.1.030-81). Все сотрудники должны пройти инструктаж по электробезопасности.

4.3.2 Механическая безопасность

Процесс подготовки печатной платы к монтажу включает в себя рихтовку, формовку, обрезку, лужение, сверление отверстий, а также заготовка самой печатной платы. Травмы могут быть вызваны движущимися, вращающимися частями, режущими острыми кромками, колющими острыми выступами, заусеницами, недостаточной устойчивостью изделия. Поэтому, во избежание несчастного случая необходимо быть предельно аккуратным, а также использовать индивидуальные средства защиты. Перед работой со станком рабочий должен пройти проверку знаний и инструктаж по безопасности.

4.3.3 Термическая опасность

При пайке компонентов можно получить серьезный ожог. Чтобы исключить такой случай, необходимо соблюдать технику безопасности при работе с паяльником. Коротко сформулированы следующие правила:

- проверить исправность паяльника
- держать паяльник только за ручку, избегая прикосновения к жалу
- при пайке не наклоняться над паяльником ближе 20 см. во избежание попадания брызг олова и горячих паров газа
- не работать вблизи легковоспламеняющихся предметов
- в перерывах между работой ставить паяльник на подставку
- в перерывах между работами выключать паяльник
- при выключении не тянуть провод

4.3.4 Повышенный уровень статического электричества

Суть электризации заключается в том, что нейтральные тела, не проявляющие в нормальном состоянии электрических свойств, при определенных условиях способны накапливать электрические заряды.

Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на организм человека, причем не только при непосредственном контакте с зарядом, но и за счет действия электрического поля, возникающем при заряженном поле.

Основные способы защиты от статического электричества, следующие: заземление оборудования, увлажнение окружающего воздуха.

4.5 Экологическая безопасность

4.5.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. В научно-исследовательской работе проектируется прибор, состоящий из множества микросхем, электрическое соединение которых производится при помощи пайки. Пайка осуществляется оловянно-свинцовым припоем. Свинец является одним из токсичных металлов и включен в списки приоритетных загрязнителей окружающей среды. Поэтому в последние годы человечество отказывается от свинцовых припоев и покрытий, что ведет к изменению технологии пайки и инфраструктуре сборочных средств. Происходит корректировка режимов пайки и, как следствие, доработка технологического оборудования.

4.6 Анализ «жизненного цикла» объекта исследования.

Жизненный цикл микшерного пульта включает в себя следующие основные стадии:

1. *Предпроектная (начальная) стадия* включает в себя предплановый патентный поиск, разработка и согласование технического задания, выбор направления исследования; инвестиционный анализ, оформление исходно-

разрешительной документации, привлечение кредитных инвестиционных средств.

2. *Стадия проектирования* включает в себя разработку структурной и принципиальной схем, организацию финансирования, руководство проектированием.

3. *Стадия сборки* включает в себя сборку устройства (печатных узлов, отдельных радиокомпонентов схемы) и установка на микшерный пульт.

4. *Стадия эксплуатации* прибора предполагает применение прибора по назначению.

5. *Стадия утилизации.*

Использование микшерного пульта подразумевает под собой ряд важных вопросов, такие как утилизация отходов (микросхемы с содержанием цветных металлов, платы). Утилизация проходит в несколько этапов. В первую очередь, специалисты по утилизации разбирают прибор на детали. Полученные компоненты сортируют по видам вторичного сырья (лом черных и цветных металлов, электронный лом) и отправляются на переработку.

Электронные компоненты отправляют на аффинажный завод. При этом оформляется паспорт по извлеченным драгоценным металлам (ДРМ). Все драгоценные металлы, полученные в процессе аффинажа, по закону, должны быть сданы государству. В противном случае утилизация может быть расценена как незаконный оборот драгметаллов. Поэтому при передаче компьютеров очень важно правильно оформить всю сопутствующую документацию. Это позволит избежать проблем с контролирующими органами.

Корпус из металла отправляется на переплавку.

4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При создании прибора может возникнуть чрезвычайная ситуация пожарного характера.

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Согласно ГОСТ 12.1.033 – 81 понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла. Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

а) использование только исправного оборудования;

б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

в) назначение ответственного за пожарную безопасность помещений;

- г) издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной, порошковый, закачиваемый огнетушитель ОП-3. Тушение электроустановок нужно производить на расстоянии не менее 1 метра (имеется в виду расстояние от сопла огнетушителя до токоведущих частей). Зарядку порошковых огнетушителей следует производить один раз в пять лет. При возникновении необходимости ремонта или зарядки, следует обращаться в специализированные фирмы.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Лаборатория полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

4.6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К общей части нормативно-правовых основ охраны труда относится: Трудовой кодекс Российской Федерации.

Контроль условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов. Данный контроль заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в первую очередь несет руководитель.

Службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы.

4.6.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Организация рабочего места заключается в обеспечении условий, исключающих утомляемость и профессиональные заболевания и выборе необходимой технической базы для обеспечения этих условий.

Помещение, в котором расположено рабочее место должно иметь большие и чистые окна. Большие окна дают необходимую освещенность на

рабочем месте с естественным дневным светом. Следует предусмотреть на окнах светлые шторы, например из белого или голубого шелка, которые позволяют создать белый рассеянный свет в яркий солнечный день и предотвратить попадание прямых солнечных лучей на рабочее место и в лицо сотрудника, которые раздражающе действуют на последнего.

Для обеспечения благоприятных условий микроклимата помещение должно быть оборудовано системой вентиляции

Режим труда и отдыха предусматривает соблюдение определенной длительности непрерывной работы на ПК и перерывов, регламентированных с учетом продолжительности рабочей смены, видов и категории трудовой деятельности.

Трудовая деятельность в лаборатории относится к категории В – творческая работа в режиме диалога с ПК, третья категория тяжести.

Количество и длительность регламентированных перерывов, их распределение в течение рабочей смены устанавливается в зависимости от категории работ на ПК и продолжительности рабочей смены. Так как рабочая смена составляет около 8 часов, то перерывы происходят через 1,5- 2,0 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый.

Планировка рабочего места должна предусматривать:

- а) возможность выполнения рациональных движений, необходимых для осуществления трудового процесса;
- б) наиболее экономное использование производственных площадей
- в) рациональное расположение приборов и оснастки в соответствии с последовательностью технологического процесса, возможность экономных движений оператора (станочника) для осуществления трудового процесса и его безопасность.

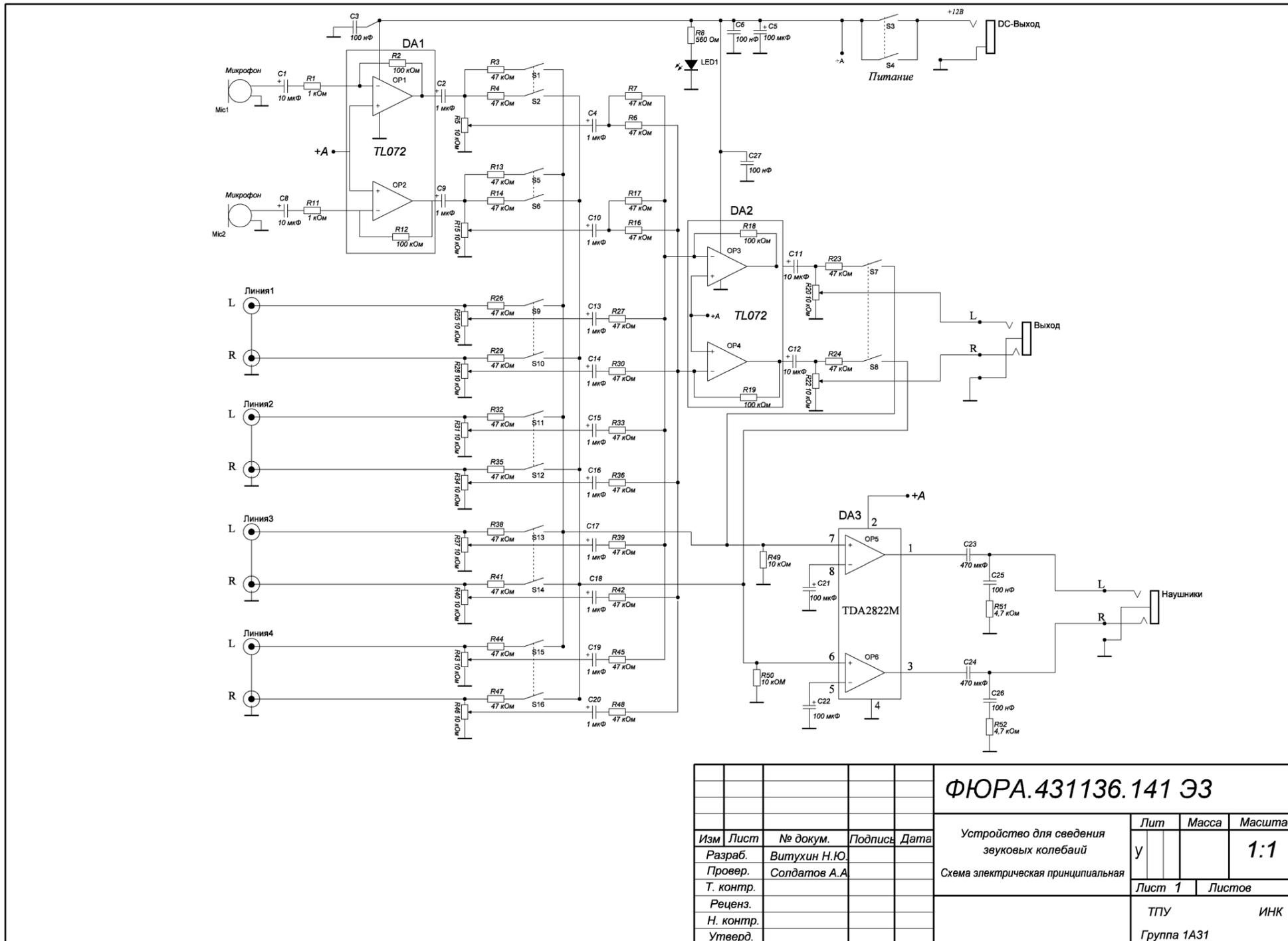
Заключение

В ходе выполнения бакалаврской работы, мною были изучены теоретическое обоснование и тонкости работы микшерного пульта. В дальнейшем, планируется реализовывать данный проект и запускать его в эксплуатацию. Работать данное устройство будет на торжествах (День рождения, свадьба и т.д.). От своих конкурентов, мой микшерный пульт будет отличаться меньшей стоимостью и наличием только тех функций, которые необходимы для стабильной работы. На данный момент планируется реализовать минимальный функционал, но со временем, он будет пополняться. Первым номером в списке дополнений, был так называемый процессор эффектов, но ввиду недоступности информации о его сборке и программированию, было принято решение отложить данный вопрос на следующий семестр, где после сборки готового продукта я попробую реализовать идею процессора.

Список используемой литературы

1. Saturday Mastering: статья/ Андрей Субботин, 2015
2. Устройство микшерного пульта: статья/ Кирилл Носков, 2010
3. Курс лекций по дисциплине Теория электрических цепей Ярославцева Е.В., 2015
4. Моддинг электронных устройств - [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.casemods.ru>
5. Academy of guitar electronics - [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://guitar-gear.ru>
6. Academy of guitar electronics портал о звуке - [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://soundbass.org.ua>
7. Datagor practicum electronic magazine - [Электронный ресурс] - Режим доступа <https://datagor.ru>
8. STMicroelectronics - [Электронный ресурс] – Режим доступа - <http://www.st.com>
9. Конденсаторы (справочник). Г.А.Горячева Е.Р.Добромыслов МБР, выпуск № 1079. М."Радио и Связь" 1984г
10. Резисторы. Справочник. Под ред. И.И. Четверткова и М.Н. Дьяконова. – М.: Радио и связь, 1993. – 392 с.: ил.
11. Конденсаторы керамические [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.chipdip.ru/catalog-show/capacitors>
12. Тумблеры – [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://www.chipdip.ru/catalog-show/tumblers>
13. Справочник светодиодов. Основные характеристики и параметры [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://texnic.ru/data/vd/vd0082.htm>

Приложение А



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.			
				Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	Листов	Изм.	Лист	Листов
	Конденсаторы																		
C1, C8, C11, C12	K71-10 мкФ 12В	4																	
C2, C4, C9, C10, C13, C14, C15, C16, C17, C18, C19, C20	K71-1 мкФ 12В	12																	
C5, C22, C21	K71-100 мкФ 12В	3																	
C3, C6, C26, C27	K71-7-100 нФ 12В	4																	
C23, C24	K50-24-470 нФ 16В	2																	
	Резисторы																		
R1, R4	P1-71-0.125 Вт, 1 кОм, 5%	2																	
R2, R12, R18,	P1-71-0.125 Вт, 100 кОм, 5%	4																	
R51, R52	P1-71-0,125 Вт, 4.7 кОм, 5%	2																	
R8	P1-71-0.125 Вт, 560 Ом, 5%	1																	
R3, R4, R6, R7, R13, R14, R16, R17, R23, R24, R26, R27, R29, R30, R32, R33, R35, R36, R38, R39, R41, R42, R44, R45, R47, R48	P1-71-0.125 Вт, 47кОм, 5%	26																	
R5, R15, R20, R22, R25, R28, R31, R34, R37 R40, R43, R46, R49, R50	СТА-32ТА-10 кОм	9																	
ФЮРА.431136.141ПЭ																			
<i>Изм. Лист № докум. Подп. Дата</i>																			
<i>Разраб. Витухин Н.Ю.</i>																			
<i>Пров.</i>																			
<i>Н.контр</i>																			
<i>Уте.</i>																			
<i>Устройство сведения звуковых колебаний</i>																			
<i>Перечень элементов</i>																			
<i>Лит. Лист Листов</i>																			
<i>У 68</i>																			
<i>ТПУ ИНК</i>																			
<i>Группа 1А31</i>																			

