

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**  
 Направление подготовки **12.03.01 Приборостроение**  
 Отделение **электронной инженерии**

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Блок питания малошумного вентилятора</b>

УДК 621.311.68:621.63:534.832-7

**Студент**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Юркина Ирина Александровна		

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Костюченко Т.Г.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Креницына З.В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.Н. Гормаков	к.т.н.		

*Планируемые результаты обучения*

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения
P2	Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа
P3	Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества
P4	Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе
P6	Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции
	<i>Универсальные компетенции</i>
P7	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности
P10	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду
P11	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности

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

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**  
 Направление подготовки **12.03.01 Приборостроение**  
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.Н. Гормаков  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Б5В	Юркина Ирина Александровна

Тема работы:

Блок питания малошумного вентилятора	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	23.11.2018, №10356

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2019
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></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; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Вентилятор Intel D60188-001</p>
---	------------------------------------

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></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>	<p>Выбор метода управления вентилятором; разработка конструкции печатной платы управления и питания (описание схемы, описание назначения элементов схемы); реализация печатной платы методом лазерно-утюжной технологии (ЛУТ).</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Схема регулятора оборотов вентилятора, построенная в программе Altium Designer.</p>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Креницына З.В.
Социальная ответственность	Гуляев М.В.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**


Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	23.11.2018
--	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Костюченко Т.Г.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Юркина Ирина Александровна		23.11.2018

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1Б5В	Юркиной Ирине Александровне

<b>Школа</b>	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Электронной инженерии
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	12.03.01 Приборостроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	- Приблизительная сумма затрат на выполнение проекта составляет 250 тысяч рублей; - В реализации проекта задействованы 2 человека: руководитель проекта, инженер (студент)  - Инициатор проекта НПЦ «Полюс»
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- Проект 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»  - Минимальный размер оплаты труда (на 2019 год) составляет 11280 руб.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	- Отчисления по страховым взносам - 30% от ФОТ

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	- Техничко-экономическое обоснование НИР; - Потенциальные потребители результатов НИР.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	- Определение трудоемкости выполнения работ; - Разработка графика проведения НИР;

	- Расчет материальных затрат НИР.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- Оценка научно-технического уровня следования.

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

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений*
2. *Матрица SWOT*
3. *Альтернативы проведения НИ*
4. *График проведения и бюджет НИ*

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения социально-гуманитарных наук	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Юркина Ирина Александровна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1Б5В	Юркиной Ирине Александровне

<b>Школа</b>	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Электронной инженерии
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление</b>	12.03.01 Приборостроение

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования	Объект исследования – блок питания малошумного вентилятора Рабочая зона – 4 корпус, 105 аудитория (учебно-научная лаборатория САПР) Оборудование и материалы – ПК, паяльник, текстолит, радиодетали.
--	--

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

1. <b>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны (4 корпус, 105 аудитория).
2. <b>Производственная безопасность</b> 2.1. Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов на рабочем месте в 105 аудитории 4 корпуса. 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия выявленных вредных факторов и опасных факторов. 2.3. Обоснование мероприятий по снижению воздействия выявленных опасных факторов.	Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы (ссылаясь на соответствующий нормативно-технический документ) при разработке технической документации и изготовлении блока питания в 105 аудитории 4 корпуса: – поражение электрическим током; – неудовлетворительное освещение; – повышенные уровни шума; – повышенные уровни электромагнитных полей (ЭМП); – неудовлетворительный микроклимат.
3. <b>Экологическая безопасность</b>	– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.
4. <b>Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	– Анализ возможных ЧС при разработке технической документации и изготовлении блока питания в 105 аудитории 4 корпуса; – анализ возможной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

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



**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Юркина Ирина Александровна		

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

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**  
 Направление подготовки **12.03.01 Приборостроение**  
 Уровень образования **бакалавриат**  
 Отделение **электронной инженерии**  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

<b>бакалаврская работа</b>
----------------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
<i>22 февраля</i>	<i>Обзор научной литературы по теме</i>	<i>10</i>
<i>15 марта</i>	<i>Выбор принципиальной электрической схемы блока питания</i>	<i>5</i>
<i>29 марта</i>	<i>Выполнение расчетов номинальных значений элементов схемы и написание теоретической части диплома</i>	<i>20</i>
<i>19 апреля</i>	<i>Проектирование печатной платы блока питания в программе Altium Designer</i>	<i>20</i>
<i>10 мая</i>	<i>Сборка печатной платы спроектированного блока питания</i>	<i>20</i>
<i>25 мая</i>	<i>Составление доклада и оформление расчетно-пояснительной записки</i>	<i>20</i>
<i>31 мая</i>	<i>Корректировка ВКР по результатам обсуждения на защите</i>	<i>5</i>

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Костюченко Т.Г.	К.Т.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.Н. Гормаков	К.Т.Н.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 73 с., 27 рис., 19 табл., 25 источников, 1 прил.

Ключевые слова: вентилятор, печатная плата, принципиальная схема, Altium Designer, таймер.

Объектом исследования является управление и питание малошумного вентилятора.

Цель работы: разработка блока питания малошумного вентилятора.

В процессе исследования проводилась разработка печатной платы блока питания малошумного вентилятора.

В результате исследования были получены принципиальная схема и печатная плата блока питания малошумного вентилятора.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: годовая программа выпуска – 150шт/год.

Степень внедрения: внедрение модели печатной платы и методики разработки моделей печатных плат в учебный процесс.

Область применения: космическое приборостроение и судостроение, машиностроение.

Экономическая эффективность/значимость работы выражается в использовании полученного блока питания для управления и питания малошумных вентиляторов.

### **Определения, обозначения сокращения, нормативные ссылки**

Применены следующие термины с соответствующими определениями:

**Печатная плата** или **плата**, представляет собой пластину или панель, состоящую из одного или двух проводящих рисунков, расположенных на поверхности диэлектрического основания, или из системы проводящих рисунков, расположенных в объеме и на поверхности диэлектрического основания, соединенных между собой в соответствии с принципиальной электрической схемой, предназначенное для электрического соединения и механического крепления устанавливаемых на нем изделий электронной

техники, квантовой электроники и электротехнических изделий - пассивных и активных электронных компонентов.

**Altium Designer** — комплексная система автоматизированного проектирования (САПР) радиоэлектронных средств, разработанная австралийской компанией Altium.

**Широтно-импульсная модуляция** – процесс, при котором идет управление шириной импульса при неизменном периоде и частоте.

**Таймер NE555** – универсальный таймер, предназначенный для генерации периодически повторяющихся и одиночных импульсов с постоянными временными параметрами.

Использованы следующие сокращения с соответствующими расшифровками:

ШИМ – широтно-импульсная модуляция

МОП – металл – окисел - полупроводник.

ЛУТ – лазерно-утюжная технология.

## Оглавление

Введение.....	15
1 Блок питания вентилятора.....	16
1.1 Широтно-импульсная модуляция.....	16
2 Схема блока питания.....	17
2.1 Таймер NE555.....	19
2.2 Транзистор IRF3205.....	25
2.3 Питание платы.....	25
2.4 Вентилятор.....	26
3 Проектирование и изготовление печатной платы.....	27
3.1 Проектирование печатной платы в программе Altium Designer.....	27
3.2 Лазерно-утюжная технология изготовления печатных плат.....	29
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	34
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	34
4.2 SWOT – анализ.....	34
4.3 Структура работ в рамках научного исследования.....	36
4.4 Определение трудоемкости выполнения работ.....	38
4.5 Разработка графика проведения НИИ.....	39
4.6 Бюджет научно-технического исследования (НИИ).....	43
4.6.1 Расчет материальных затрат НИИ.....	43
4.6.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ.....	44
4.6.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	45
4.6.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	50
4.6.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	51
4.6.6 Накладные налоги.....	52
4.6.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	53
4.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	54
5 Социальная ответственность.....	55
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	55
5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	55
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	56
5.2 Производственная безопасность.....	56

5.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	57
5.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия потенциально возможных вредных и опасных факторов.....	58
5.3 Экологическая безопасность.....	63
5.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.....	64
5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.....	65
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	65
5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС.....	65
5.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС.....	67
Заключение.....	69
Список используемых источников.....	70
Приложение А	

## **Введение**

Практически во всех областях жизнедеятельности человека применяются вентиляторы для санитарно-гигиенических или технологических нужд. Это касается также использования вентиляторов на судах различного назначения (в жилых и технических помещениях, отсеках).

Для улучшения условий жизнедеятельности человека появилось техническое направление – разработка малошумных вентиляторов.

Малошумные вентиляторы – сложные технические устройства, которые имеют малые виброшумовые характеристики.

Блоки питания – это устройства, предназначенные для стабильной и качественной работы устройств, в частности вентиляторов. Они служат как источники управления и питания различных приборов.

Вентиляторы являются одними из самых малозаменяемых, но чрезвычайно важных приборов, помогающих создавать благоприятные условия для работы, течения производства. Без них не могут осуществлять свою работу многие технические приборы. Для максимально эффективной работы различных устройств используют регулятор скорости вращения вентилятора.

Некоторые блоки питания имеют встроенные платы управления, благодаря которым можно регулировать скорость вращения вентиляторов. Проектируемый блок питания будет содержать устройство такого типа.

## 1 Блок питания вентилятора

В данной работе представлен блок питания малошумного вентилятора. Данное устройство может использоваться не только в качестве регулятора оборотов двигателя, но и в целом в качестве регулятора мощности. То есть можно подключать на выход как активные, так и пассивные нагрузки. Например, из пассивных: лампы накаливания, паяльники, светодиодную нагрузку и т.д.

### 1.1 Широтно-импульсная модуляция

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) – процесс, при котором идет управление шириной импульса при неизменном периоде и частоте. Это наиболее простой метод управления скоростью вращения вентилятора. Чем больше коэффициент заполнения (меньше скважность импульсов), тем быстрее будет вращаться вентилятор. На нижнем графике рисунка 1.1 видно, что коэффициент заполнения (Duty cycle) практически максимален, как и ширина сигнала.

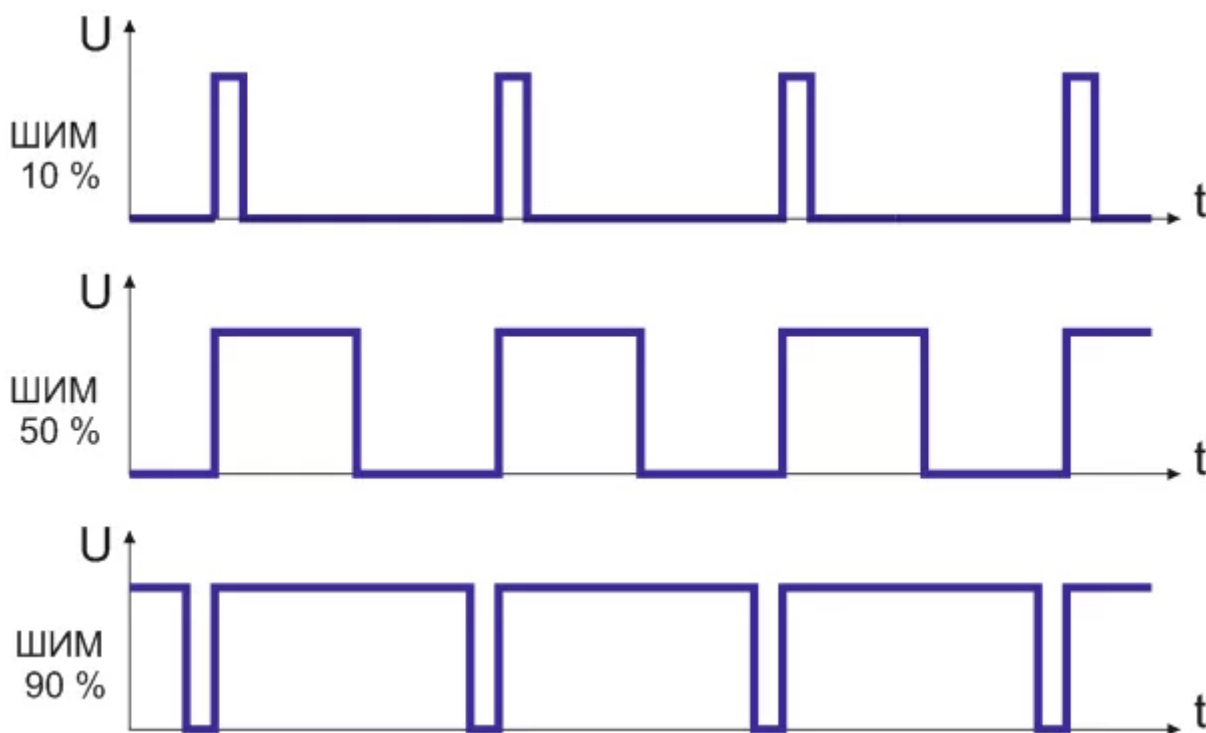


Рисунок 1.1 – Реализация ШИМ сигналов с разными коэффициентами заполнения



Коэффициент заполнения  $D$  характеризуется как отношение длительности импульса  $t$  к периоду  $T$  и рассчитывается соответствующей формулой:

$$D = \frac{t}{T} \cdot 100\% \quad (1.1)$$

С помощью ШИМ модуляции можно управлять яркостью ламп, светодиодов, управлять скоростью вращения двигателей, температурой паяльников и т.д.

## 2 Схема блока питания

Рассмотрим подробно принцип действия схемы блока питания.

Силовым узлом в схеме является мощный n-канальный полевой транзистор. В данном случае это IRF 3205. Этот транзистор может пропускать достаточно большие токи и управлять мощными двигателями. Но при подключении мощной нагрузки, разумеется, будет достаточно сильный нагрев на самом транзисторе, поэтому его лучше установить на теплоотвод, возможно применение принудительного охлаждения в виде кулера. В данном случае полевой транзистор не установлен на теплоотвод, поскольку подключенная нагрузка не очень высока.

Таймер NE555 – универсальный таймер, предназначенный для генерации периодически повторяющихся и одиночных импульсов с постоянными временными параметрами.

Помимо этого, в схеме имеется регулятор для регулировки оборотов двигателя. В качестве регулятора применен переменный резистор с сопротивлением 50 кОм.

В схеме так же имеется два диода серии 4001, два конденсатора с номинальными емкостями 100 нФ и 0.01 мкФ, а также ограничительные резисторы, помимо указанных компонентов.

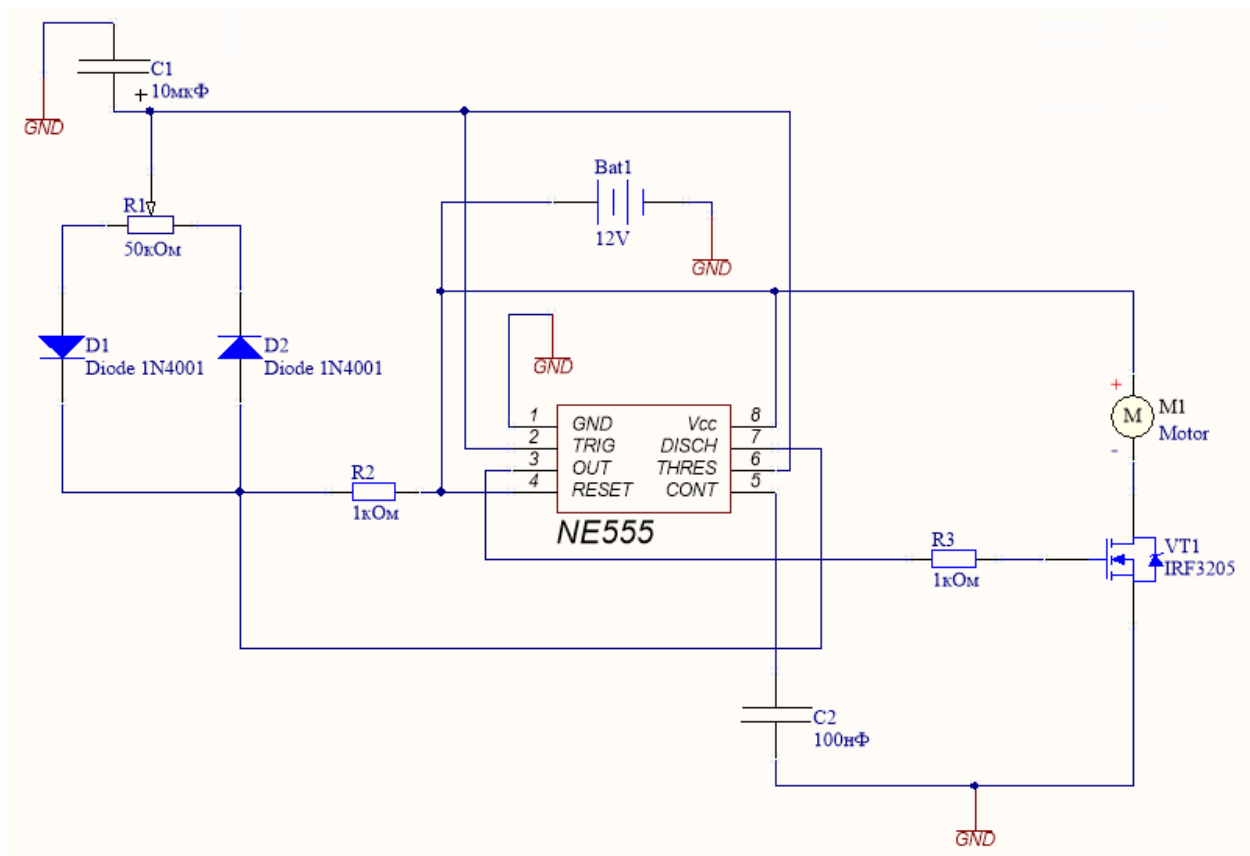


Рисунок 2.1 – Принципиальная схема ШИМ регулятора, построенная в программе Altium Designer

Управляющий элемент – таймер NE555. Силовой компонент – мощный полевой транзистор IRF3205, к которому подключен электродвигатель. Управление осуществляется через массу. «Плюс» от электродвигателя напрямую подключен к «плюсу» источника питания. В данном случае в качестве источника питания был взят блок питания с максимальным напряжением 12В.

Диод параллельно электродвигателю подключается в том случае, когда на выход подключена индукционная нагрузка, т.е. напряжение самоиндукции может выбить транзистор. В этом случае нужно либо подобрать транзистор с более высоким напряжением, либо установить диод, который будет гасить самоиндукцию, либо установить RC-цепь для тех же целей.

С помощью переменного резистора и двух диодов организован метод ШИМ управления, т.е. диоды будут менять постоянную времени заряда или разряда конденсатора частото задающей цепи, этим меняя скважность

импульсов. Метод ШИМ управления построен на принципе изменения скважности импульсов. [3]

Данная схема, поскольку реализован принцип широтно-импульсного управления, достаточно экономична. КПД данной схемы на высоком уровне, около 85 и до 90%.

Данное устройство может использоваться не только в качестве регулятора оборотов двигателя, но и в целом в качестве регулятора мощности [4]. То есть можно подключать на выход как активные, так и пассивные нагрузки. Например, из пассивных: лампы накаливания, паяльники, светодиодную нагрузку и т.д.

Рассмотрим подробно основные элементы схемы.

## **2.1 Таймер NE555**

Одна из наиболее распространенных и продаваемых микросхем в мире. Данная микросхема успешно выпускается уже более сорока лет. Является популярной по той причине, что с ее помощью можно формировать прямоугольные импульсы разной длительности (т.е. частоты и скважности), параметры которых задаются с помощью внешних резисторов и конденсаторов, так называемой RC-цепи, подключаемой к отдельным выводам микросхемы.

Данная микросхема применяется везде, где необходимо формировать временные интервалы, например, в генераторах, таймерах, электронных реле времени, сиренах сигнализаций, автоматах уличного освещения и прочих. Еще одним несомненным и очень важным преимуществом данной микросхемы является ее низкая стоимость.

Выпускаются микросхемы как в DIP корпусе, так и в SIOC корпусе для поверхностного монтажа. Также выпускаются сдвоенные таймеры, т.е. в одном корпусе находится два таймера 555. Такой таймер выпускается в четырнадцативыводном корпусе и называется 556. Буквы, стоящие перед цифрами – NE – обозначают производителя, поэтому тип микросхемы характеризуют только цифры (555).

Для того, чтобы определить где у схемы первый вывод, а где последний, любой корпус микросхемы имеет как минимум один «ключ». Он выглядит как точка или насечка в виде полукруга (рис.2.2). Точка наносится на корпус возле первого вывода. Отсчет остальных продолжается против часовой стрелки. Если «ключом» служит насечка в виде полукруга, то корпус нужно расположить так, чтобы насечка находилась слева. В этом случае, первый нижний вывод будет первым, а нумерация остальных продолжается против часовой стрелки.

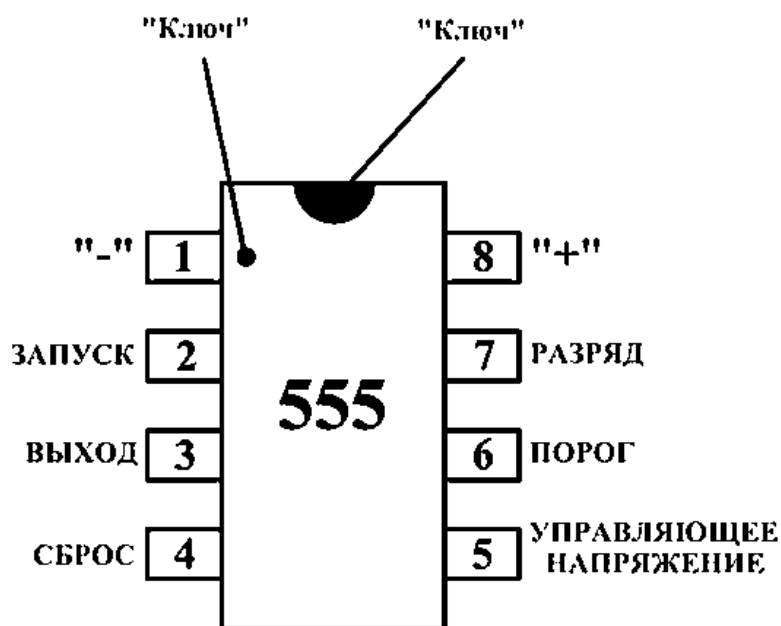


Рисунок 2.2 – Обозначение выводов таймера

Микросхема NE555, как и любая другая, требует питания. Данная микросхема питается постоянным напряжением в диапазоне от 5 В до 15 В. Плюс источника питания подается на восьмой вывод микросхемы, а минус – на первый. Для стабильной работы микросхемы рекомендуется между выводами 1 и 8 подключать электролитический конденсатор емкостью от 100 мкФ. Он будет служить защитой от перенапряжений при включении/выключении источника питания, а также от некоторых помех.

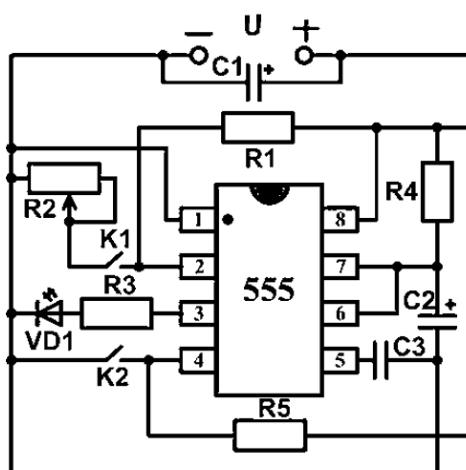


Рисунок 2.3 – Схема для описания назначений выводов микросхемы NE555

Для того, чтобы запустить таймер, необходимо, чтобы на втором выводе микросхемы, который называется «запуск», напряжение было от 0 до величины, которая меньше  $1/3$  от входного напряжения. Т.е. если напряжение на выводах 1 и 8, например, равно 9 вольт, то для запуска таймера на выводе 2 необходимо иметь менее 3 В. Если напряжение на входе 15 В, то на втором выводе должно быть напряжение не более 5 В. Величину напряжения, при котором срабатывает таймер можно отрегулировать с помощью переменного резистора R2. По умолчанию к выводу 2 с помощью резистора R1 подключается «+» источника питания. Резистор R1 называется подтягивающим. Таким образом, на выводе 2 всегда будет присутствовать напряжение от источника питания, поэтому таймер не будет срабатывать. Но как только замкнется ключ K1 и напряжение вывода 2 станет меньше  $1/3$  напряжения от источника питания, таймер запустится, а на выводе 3, который называется «выходом», появится сигнал прямоугольной формы и светодиод VD1 в течение определенного времени будет светиться. Время, на которое загорается светодиод, определяется резистором R4 и конденсатором C2.

Выводы 6 и 7 называются «порог» и «разряд» соответственно. К ним подключаются резистор R4 и конденсатор C2, параметры которых определяют длительность импульса с 3 вывода микросхемы.

Вывод 4 называется «сброс». Когда таймер сработал, то загорается светодиод VD1. Замыкание контакта K2 приведет к тому, что светодиод мгновенно погаснет, не дождавшись окончания длительности импульса. К выводу 4 подсоединен резистор R5, который называется «подтягивающим», поскольку подтягивает «+» источника питания к точке его соединения с выводом 4. Также в эту точку подключен контакт кнопки K2, при нажатии которой на вывод 4 подается «-» источника питания и происходит сброс таймера. Резистор R5 служит также защитой от короткого замыкания.

Вывод 5 называется «управляющее напряжение». Подавая на него напряжение можно регулировать чувствительность таймера. Во избежание различного рода наводок вывод 5 соединяется через конденсатор C3 с «-» источника питания.

Для более подробного понимания принципа действия микросхемы NE555 рассмотрим его внутреннее устройство (рис.2.4).

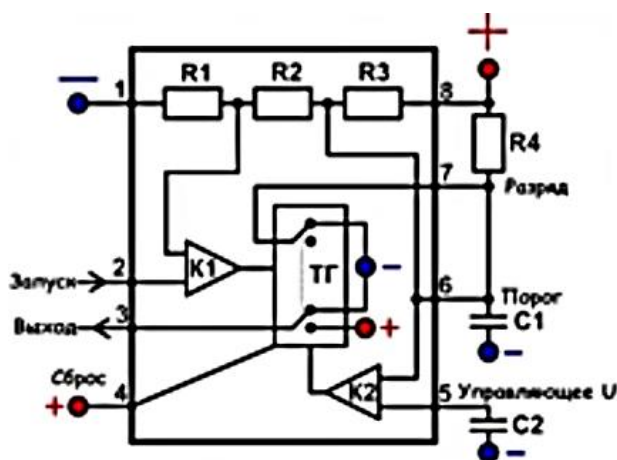


Рисунок 2.4 – Упрощенное внутреннее устройство микросхемы NE555

Упрощенно внутренности таймера можно представить в виде двух компараторов K1 и K2, одного триггера ТГ, трех резисторов R1, R2 и R3, выполняющих роль делителя напряжения, подведенного к выводам 1 и 8. Компараторы K1 и K2 выполняют сравнение двух величин напряжений, подаваемых на их входы. И, в зависимости от соотношения этих величин, выдают соответствующий сигнал, который управляет триггером ТГ. Триггер

выполняет функцию переключателя с двумя фиксированными положениями. В начальный момент времени, когда только подано напряжение источника питания на выводы 1 и 8, триггер находится в верхнем положении. При этом на выводе 3 («выход») будет присутствовать «-» источника питания. Конденсатор С1 не может заряжаться от «+» источника питания через резистор R4, поскольку в точке соединения резистора и конденсатора присутствует «-» источника питания, который не позволяет току от «+» протекать к обкладкам конденсатора. Когда напряжение на выводе 2 становится меньше  $1/3$  от напряжения на выводах 1 и 8, то срабатывает компаратор К1 и переводит триггер в нижнее положение. При этом происходит следующее: на вывод 3 подается уже «+», а вывод 7, называемый «разряд», отключается от «-» источника питания, что позволяет заряжаться конденсатору С1 через резистор R4. В течение времени заряда конденсатора С1 на выходе 3 будет продолжаться формироваться положительный импульс. Как только конденсатор С1 зарядится до значения напряжения, равного  $2/3$  от напряжения на выводах 1 и 8, сработает компаратор К2 и по его сигналу триггер переключится в верхнее положение. В этом случае конденсатор С1 начнет разряжаться через вывод 7 на «-» источника питания. По этой причине 7 вывод и называется «разряд», поскольку через него разряжается конденсатор С1. На 3 выводе микросхемы будет уже присутствовать «-» источника питания (либо «пауза импульса»). Для того, чтобы снова запустить таймер, нужно подать на 2 вывод микросхемы напряжение, величина которого меньше  $1/3$  от напряжения на выводах 1 и 8, либо кратковременно подключить второй вывод к «-» источника питания. Поэтому такой режим работы таймера называется «одновибратором», поскольку он требует повторной подачи сигнала для очередного запуска таймера.

Более детально изучим процессы, протекающие в микросхеме при автоколебательном режиме работы таймера (рис.2.5).

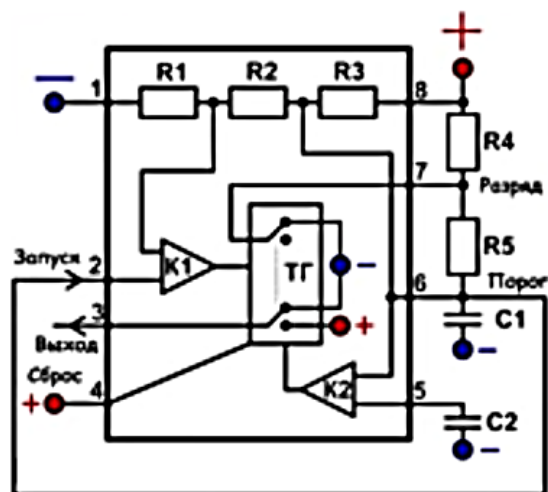


Рисунок 2.5 – Упрощенное внутреннее устройство микросхемы NE555 при автоколебательном режиме работы

В начальный момент времени, когда только подано напряжение от источника питания на выводы 1 и 8, конденсатор C1 разряжен, а на 2 и 6 выводах присутствует «0», который заставляет сработать компаратор K1. По его сигналу триггер переводится в нижнее положение. При этом вывод 7 разобщается с «-» источника питания, а конденсатор C1 начинает заряжаться через два последовательно соединенных резистора R4 и R5. Одновременно с этим на выводе 3 («выходе») возникает положительный импульс. Как только напряжение на конденсаторе C1 достигнет  $\frac{2}{3}$  величины значения напряжения на выводах 1 и 8, срабатывает компаратор K2 и дает команду триггеру переключиться в верхнее положение. Далее 7 вывод микросхемы снова сообщается с «-» и конденсатор C1 начинает разряжаться через резистор R5 и 7 вывод на «-». На выводе 3 положительный импульс сменится паузой. Когда конденсатор C1 разрядится до величины, равной  $\frac{1}{3}$  от напряжения источника питания на выводах 1 и 8, сработает компаратор K1 и переключит триггер в нижнее положение. Далее все процессы повторятся снова, т.е. конденсатор C1, перезаряжаясь, будет давать команду на управление то одному компаратору, то другому. В результате этого триггер будет находиться то в первом положении, то во втором.



Конденсатор С1 заряжается через два резистора R4 и R5, а разряжается только через R5, поэтому длительность импульса будет несколько превышать длительность паузы. Чтобы получить одинаковую длительность импульса и длительность паузы можно взять сопротивления R4 и R5 одинаковыми, а резистор R5 шунтировать диодом в прямом направлении. Тогда конденсатор С2 будет заряжаться через резистор R4 и через шунтируемый диод, а разряжаться только через резистор R5, поскольку диод во время разряда конденсатора находится в обратном направлении.

## 2.2 Транзистор IRF3205

Транзистор IRF 3205 – силовой узел в схеме, мощный n-канальный полевой транзистор (МОП-транзистор; MOSFET). Этот транзистор может пропускать достаточно большие токи и управлять мощными двигателями. Выпускается в корпусе TO-220AB.

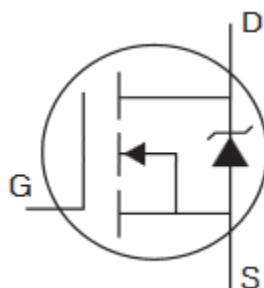


Рисунок 2.6 – Условное графическое обозначение IRF3205

## 2.3 Питание платы

CRP VN 60-12 осуществляет питание схемы. У данного устройства имеется подстроечный резистор, с помощью которого можно устанавливать напряжение от 5 В до 12 В. Также у данного устройства имеются гнезда L и N для подключения его в сеть, выводы «+V»/«-V» для подключения к схеме и «земля».

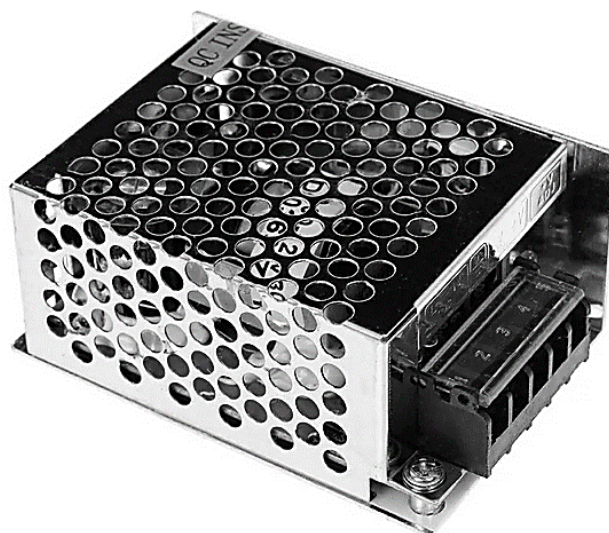


Рисунок 2.7 – Фото используемого устройства питания платы

В качестве питания можно также использовать аккумулятор или любой другой источник питания.

## 2.4 Вентилятор

В качестве двигателя задействован вентилятор для процессора Intel D60188-001, фото которого изображено на рисунке 1.10.



Рисунок 2.8 – Фото вентилятора Intel D60188-001

#### Характеристики Intel D60188-001:

- Регулятор оборотов: отсутствует
- Водяное охлаждение: Нет
- Максимальная скорость вращения: 2 400 об/мин
- Максимальный уровень шума: 35 дБ
- Максимальный ток потребления: 100 мА
- Цвет подсветки: отсутствует
- Вес: 450 г

### **3 Проектирование и изготовление печатной платы**

#### **3.1 Проектирование печатной платы в программе Altium Designer**

Печатная плата разработана в комплексной системе автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств Altium Designer V13.3. Изначально были заданы правила проектирования и шаблоны платы. Была создана библиотека элементов (SCH Library), в которой хранятся условные графические обозначения элементов печатной платы. Далее была создана библиотека посадочных мест (PCB Library), в которой хранятся посадочные места элементов.

Разработана принципиальная электрическая схема платы управления блока питания вентилятора.

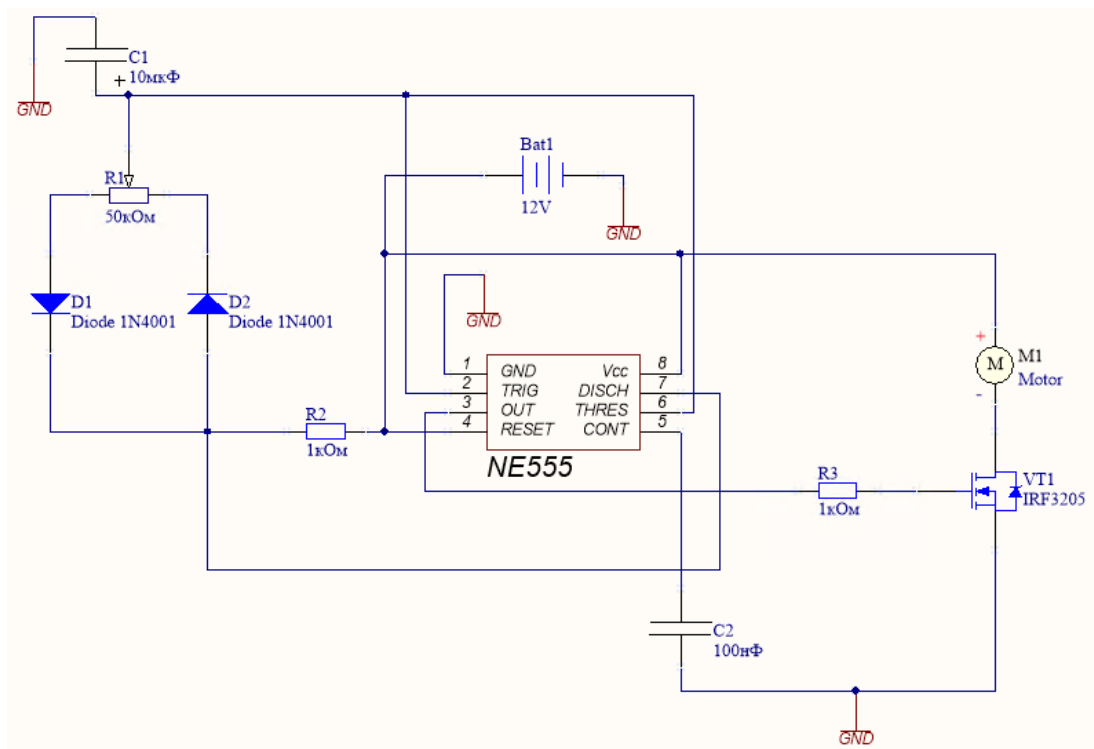


Рисунок 3.1 – Принципиальная электрическая схема платы управления блока питания вентилятора в программе Altium Designer

На основе принципиальной электрической схемы платы управления блока питания создана печатная плата с посадочными местами путем компиляции проекта. Плата укомплектована, сформированы ее размеры и взаимное расположение элементов платы (рис.3.2).

Создан шаблон для изготовления платы методом лазерно-утюжной технологии. Для этого созданы gerber файлы отзеркаленных слоев платы (рис.3.3) и сохранены в PDF формате в масштабе 1:1.

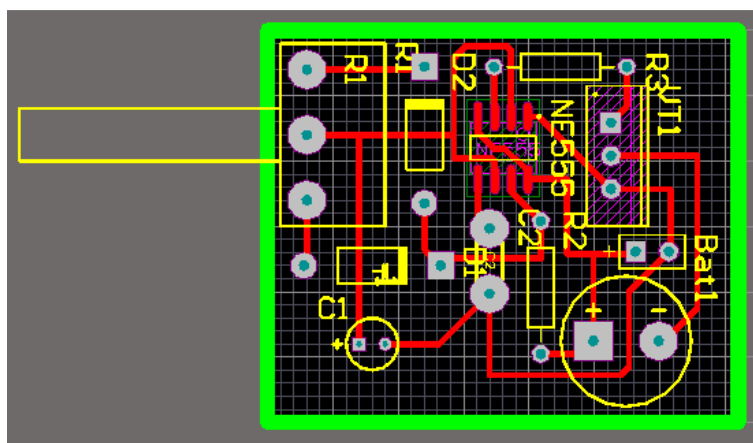


Рисунок 3.2 – Печатная плата управления блока питания

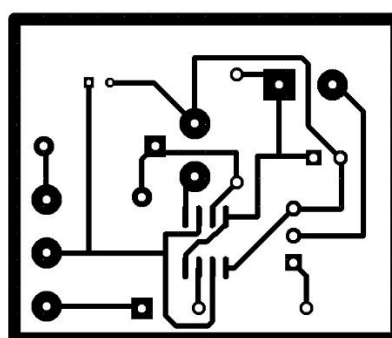


Рисунок 3.3 – Шаблон для изготовления печатной платы

### 3.2 Изготовление печатной платы методом лазерно-утюжной технологии

Существуют различные методы изготовления радиоэлектронных устройств, такие как навесной монтаж, дырочные макетные платы и т.д. Но, разумеется, более профессиональный уровень подразумевает создание радиоконструкции на основе печатных плат наподобие заводских. Метод лазерно-утюжной технологии (ЛУТ) допускает возможность изготовления печатных плат в домашних условиях и в мелкосерийном, разовом производстве. С использованием такой технологии получаются довольно качественные печатные платы наподобие промышленных, но она уступает другим методам в производстве цифровых конструкций с использованием процессоров. Но для

обычных DIP компонентов такого рода печатные платы являются наилучшим вариантом.

Для создания печатной платы методом ЛУТ нужен шаблон печатной платы, распечатанный лазерным принтером, желательно на глянцевой или термотрансферной бумаге. Во-вторых, нужен фольгированный стеклотекстолит, который имеет явные преимущества перед гетинаксом, так как более пластичен и качественен.

Приведем этапы технологического процесса изготовления печатной платы методом ЛУТ в логической последовательности в таблице 1.

Таблица 3.1 – Этапы технологического процесса изготовления печатной платы

№ операции	Описание операции	Фото
1	Отрезать текстолит нужного размера	
2	Обработать поверхность медной фольги с помощью пилки, обезжирить ацетоном или растворителем	

Продолжение таблицы 3.1 – Этапы технологического процесса изготовления печатной платы

3	<p>Провести процесс нанесения шаблона на поверхность фольги. Утюжить в течение 90 – 180 с. За это время тонер должен полностью прикрепиться к плате. Остудить.</p>	
4	<p>Снять слой бумаги со стеклотекстолита. Для этого заготовку поместить в емкость с водой на несколько секунд, затем аккуратно снять бумагу.</p>	
5	<p>Провести контроль платы. Незаполненные дорожки платы редактировать лаком.</p>	



Продолжение таблицы 3.1 – Этапы технологического процесса изготовления печатной платы

6	<p>Подготовить материалы для травления платы (подогретая перекись водорода 3% и лимонная кислота в соотношении 25 мл на 1 ч.л., а также соль в качестве катализатора и неметаллическая посуда)</p>	
7	<p>Приготовить раствор, гомогенизировать, опустить печатную плату в раствор</p>	
8	<p>Травить плату до растворения меди (~11 минут).</p>	



Продолжение таблицы 3.1 – Этапы технологического процесса изготовления печатной платы

9	Достать плату из раствора, высушить.	
10	Удалить тонер с поверхности платы ацетоном, растворителем или наждачной бумагой.	
11	Просверлить отверстия диаметром 1 мм с помощью минидрели или сверлильного станка	
12	Лудить.	
13	Припаять элементы, провода.	

## 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела является оценка коммерческого и инновационного потенциала научно-исследовательской работы (НИР), планирование процесса управления НИР, определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности.

### 4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Темой научной исследовательской работы разработка блока питания малошумного вентилятора. В системе автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств Altium Designer выполняется разработка проекта печатной платы управления.

Благодаря довольно высокой скорости технического прогресса, электронные приборы становятся все более и более сложными, что усложняет конструирование и увеличивает время на изготовление продукции. Связи с этим появляется большая необходимость данных типов приборов. Потенциальными потребителями данных результатов исследования могут быть предприятия, которые связаны с разработкой вентиляторных систем, примером таких предприятий в г. Томск может быть НПЦ «Полюс».

### 4.2 SWOT – анализ

Таблица 4.1. Матрица SWOT - анализа

	<b>Сильные стороны НТИ:</b> <b>С1:</b> Более низкая стоимость производства по сравнению с другими блоками питания, а значит большая	<b>Слабые стороны НТИ:</b> <b>Сл1:</b> Большое количество конкурентов за рубежом.
--	--	--

	<p>доступность для потребителей.</p> <p><b>С2:</b> Более меньший вес прибора, что позволяет, сэкономить на его транспортировке.</p> <p><b>С3:</b> Меньшая трудоемкость по сравнению с другими вариантами (из-за простоты конструкции).</p> <p><b>С4:</b> Легкая заменимость сломанных деталей (простота конструкции).</p>	
<p><b>Возможности:</b></p> <p><b>В1:</b> Небольшая конкуренция внутри страны.</p> <p><b>В2:</b> Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> <p><b>В3:</b> Появление дополнительного спроса на новый продукт (в том числе, из-за малого наличия конкурентов в стране).</p>	<p>1. Занять большую долю отечественного рынка производства продукции (малая конкуренция внутри страны).</p> <p>2. Имеется возможность отказа от кадров сборки (экономия в ЗП и энергосбережение).</p>	<p>1. Привлечение новых заказчиков.</p> <p>2. Повышение квалификации кадров (обучение персонала предприятия), что позволит получить дополнительный доход.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p><b>У1:</b> Развитая конкуренция технологий</p>	<p>1. Развитие производства на отечественном рынке.</p>	<p>1. Можно легко укрепиться на отечественном рынке.</p>

<p>производства за рубежом (Сложность получить место на рынке за рубежом).</p> <p><b>У2:</b> Наличие малого спроса на новые технологии производства.</p>	<p>2. Применение новых технологий с целью появления спроса.</p>	
--	---	--

### 2.3 Структура работ в рамках научного исследования

Для правильного планирования, а также финансирования и определения трудоемкости выполнения НИР необходимо ее разбить на этапы. Под этапом понимается крупная часть работы, которая имеет самостоятельное значение и является объемом планирования и финансирования. НИР имеет:

1. Подготовительный этап. Сбор, изучение и анализ, имеющийся информации. Определение состава исполнителей и соисполнителей, согласование с ними частных задач. Разработка и утверждение задания.

2. Разработка теоретической части.

3. Проведение численного эксперимента

4. Выводы и предложения по теме, обобщение результатов разработки.

5. Завершающий этап. Рассмотрение результатов исследования.

Утверждение результатов работы. Подготовка отчетной документации.

Данную НИР можно разделить на следующие этапы :

а) Разработка задания на НИР;

б) Выбор направления исследования;

в) Теоретические и экспериментальные исследования;

г) Обобщение и оценка результатов;

д) Оформление отчета НИР.

Работу выполняло 2 человека: научный руководитель (НР), инженер (И).

Трудоемкость выполнения НИР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 4.2:

Таблица 4.2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

<b>Основные этапы</b>	<b>№ работы</b>	<b>Содержание работы</b>	<b>Должность исполнителя</b>
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	НР
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	И
	3	Выбор направления исследований	НР
	4	Календарное планирование работ по теме	НР
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Изменение теоретических материалов	И
	6	Компьютерное проектирование, изготовление	И
	7	Обработка полученных данных	И
Обобщение и оценка результатов	8	Анализ полученных результатов, выводы	И
	9	Оценка эффективности полученных результатов	НР

Оформление отчета НИР	10	Составление пояснительной записки	НР, И
-----------------------	----	-----------------------------------	-------

#### 4.4 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  $t_{ож\ i}$  используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{\min\ i} + 2 \cdot t_{\max\ i}}{5}, \quad (4.1)$$

где  $t_{ож\ i}$  – 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.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работы:

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pt} = \frac{t_{ож\ i}}{q_i}, \quad (4.2)$$

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

$t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

#### 4.5 Разработка графика проведения НИИ

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма 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:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал}, \quad (4.3)$$

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

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

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (4.4)$$

где  $T_{кал} = 365$  – количество календарных дней в году;

$T_{вых} = 52$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$  – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365-52-14} = 1,22 \quad (4.5)$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$  округляем до целого числа. Все рассчитанные значения сводим в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Временные показатели проведения научного исследования








Название работы	Исполнитель	Трудоемкость работ (чел-дни)			Длительность работ (дн.)			
		$t_{\text{mini}}$	$t_{\text{maxi}}$	$t_{\text{ожи}}$	$T_{pi}$		$T_{ki}$	
					НР	И	НР	И
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	6	3.6	3.6	-	5	-
Составление и утверждение ТЗ	НР	3	8	5	5	-	7	-
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	15	18	16.2	8.1	8.1	12	12
Разработка календарного плана	НР	1	4	2.2	2.2	-	3	-
Изменение теоретических материалов	НР, И	2	7	4	2	2	3	3
Компьютерное моделирование, изготовление	НР, И	55	70	58	29	29	43	43
Обработка полученных данных	И	3	5	3.8	-	3.8	-	5
Анализ полученных результатов, вывод	И	4	6	4.8	-	4.8	-	7
Оформление расчетно-пояснительной записки	НР,И	7	10	8.2	4.1	4.1	6	6
Оформление материала	И	2	4	2.8	-	2.8	-	4
Подведение итогов	НР, И	2	4	2.8	1.4	1.4	2	2



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

На основе таблицы 6 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы 4.3 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 4.4 – Календарный план график проведения НИР по теме

Название работы	Исполнитель	$T_{ki}$	Продолжительность выполнения работ					
			февраль	март	апрель	май	июнь	июль
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	5						
Составление и утверждение ТЗ	НР	7						
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	12	 					
Разработка календарного плана	НР	3						
Изменение теоретических материалов	НР, И	3						
Компьютерное моделирование, изготовление	НР, И	43		 				
Обработка полученных данных	И	5						
Анализ полученных результатов, вывод	НР, И	7				 		
Оформление расчетно-пояснительной записки	НР, И	6				 		
Оформление материала	И	4						
Подведение итогов	НР, И	2				 		

 - Научный руководитель

 - инженер (студент3)

## 4.6 Бюджет научно-технического исследования (НИР)

### 4.6.1 Расчет материальных затрат НИР

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

- Сырье и материалы
- Покупные материалы
- Канцелярские принадлежности

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^Q C_i \cdot N_{расхi} \quad (4.6)$$

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

$N_{расхi}$  – 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.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Материальные затраты необходимые для данной разработки занесем в таблицу (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Материальные затраты на создание печатной платы

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Микросхема NE555	Шт.	1	25	25

Конденсатор	Шт.	2	9	18
Переменный резистор В50К	Шт.	1	30	30
Транзистор IRF3205	Шт.	1	64	64
Диод 1N4001	Шт.	2	6	12
Резистор 1 кОм	Шт.	2	4	8
Плата макетная РСВ 40*60 мм	Шт.	1	55	55
			<b>Итого</b>	<b>212</b>

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

#### 4.6.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

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

Для создания проекта нам необходимо оборудование:

- Персональный компьютер;
- Настольная лампа;
- Паяльник.

Для расчета затрат на электроэнергию воспользуемся формулой:

$$\mathcal{E}_{об} = P_{об} \cdot C_{э} \cdot t_{об} \quad (4.7)$$

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

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

$C_{э}$  – тарифная цена (кВт/ч);

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

Рассчитаем и занесем данные в таблицу 2.6.

Таблица 4.6 – Затраты на электричество

Оборудование	Время работы $t_{об}$ (ч.)	Потребляемая мощность $P_{об}$ (кВт.)	тарифная цен $C_э$ (кВт/ч);	Затраты $Э_{об}$ (руб.)
Персональный компьютер	200	0,3	3.42	205.2
Настольная лампа	300	0,1		102.6
Паяльник	4	0,04		0.55
Итого:	504	0.44		308.35

Исходя из таблицы 4.6, рассчитали затраты на электроэнергию:

$$Э_{об} = 308.35 \text{ руб.}$$

#### 4.6.3 Основная 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. Расчет основной заработной платы сводится в табл.4.7.

Таблица 4.7 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.- дн.	Зар. плата, приходящаяся на один чел.- дн., тыс. руб.	Всего зар. плата по тарифу (окладам), тыс. руб.

1	Содержание и утверждение задания НИР	Руководитель, Инженер	1	1827,9 1302,5	3130,4
2	Подбор и изучение материалов по теме. Провести обзор по научной, патентной и коммерческой информации.	Инженер	6	1302,5	6512,5
3	Проведение сравнительного анализа по техническим и экономическим параметрам	Инженер	4	1302,5	3907,5
4	Выбор прототипа	Инженер	2	1302,5	2605
5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер	1	1827,9 1302,5	3130,4
6	Проведение теоритических расчетов.	Инженер	9	1302,5	10420
7	Построение модели	Руководитель, Инженер	7	1827,9 1302,5	15652

8	Изучение программы по данной тематике	Инженер	24	1302,5	26050
9	Оценка эффективности полученных результатов.	Руководитель, Инженер	1	1827,9 1302,5	3130,4
10	Определение целесообразности проведения ОКР.	Руководитель, Инженер	4	1827,9 1302,5	9391,2
11	Разработка принципиальной схемы	Инженер	7	1302,5	7815
12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Инженер	3	1827,9 1302,5	6260,8
13	Конструирование, изготовление макета (опытного образца)	Руководитель, Инженер	13	1827,9 1302,5	34434,4
14	Калибровка	Инженер	6	1302,5	6512,5
15	Испытания	Руководитель, Инженер	3	1827,9 1302,5	6260,8
16	Составление пояснительной записки	Инженер	23	1302,5	24747,5
				Итого:	169960,4 руб.

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя (инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (4.8)$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 2.8);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (4.9)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 4.8).

Оклад научного руководителя – доцента, кандидата технических наук – 33664 руб. С учетом северного коэффициента  $33664 \cdot 1,3 = 43763,2$  руб.

Рабочих дней в 2018 году: 247. Следовательно, среднедневная заработная плата научного руководителя:

$$Z_{\text{дн рук}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{43763,2 \cdot 10,4}{249} = 1\,827,9 \text{ руб.}$$



Оклад инженера-ассистента без научной степени 26300 руб. С учетом северного коэффициента  $26300 \cdot 1,3 = 34190$  руб. Среднедневная заработная плата инженера:

$$Z_{\text{дн инж}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{34190 \cdot 10,4}{273} = 1\,302,5 \text{ руб.}$$

Таким образом, основная заработная плата руководителя НИР составляет 47 525,4 руб., а инженера – 122 435 руб.

Таблица 4.8 – Баланс рабочего времени

<b>Показатели рабочего времени</b>	<b>Руководитель</b>	<b>Инженер</b>
Календарное число дней	365	
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	44	48
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	2	2
<b>Действительный годовой фонд рабочего времени</b>	<b>249</b>	<b>273</b>

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет-странице Планово-финансового отдела ТПУ).

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

#### 4.6.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (4.10)$$

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

Для руководителя проекта дополнительная зар.плата:

$$З_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 47525,4 = 5\,703,1 \text{ руб.}$$

Для инженера дополнительная зар.плата:

$$З_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 122435 = 14\,692,2 \text{ руб}$$

Таким образом, общая дополнительная заработная плата НИР составляет 20 395,3 руб.

#### 4.6.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (4.11)$$

где  $K_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в табличной форме (табл. 4.9).

Таблица 4.9 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная зар.плата, руб.	Дополнительная зар.плата, руб
Руководитель проекта	47 525,4	5 703,1
Инженер	122 435	14 692,2
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	

<b>Итого:</b>	51 586,4 руб.
---------------	---------------

В данной работе затраты на научные и производственные командировки и контрагентные расходы отсутствуют.

#### **4.6.6. Накладные налоги**

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

$$Z_{\text{накл}} = \left( \frac{\text{сумма статей}}{\text{кол-во статей}} \right) \cdot K_{\text{нр}} = \frac{57\,323,2 + 169\,960,4 + 203\,95,3 + 51\,586,4}{4} \cdot 0,16 =$$

$$\frac{299\,265,3}{4} \cdot 0,16 = 11\,970,6 \text{ руб}, \quad (4.12)$$

где  $K_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

#### **4.6.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта**

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 4.10.

Таблица 4.10 - Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	212	Пункт 2.6.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	308,35	Пункт 2.6.2
3. Затраты по основной зарплате исполнителей темы	169 960,4	Пункт 2.6.3
4. Затраты по доп. зарплате исполнителей темы	20 395,3	Пункт 2.6.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	51 586,4	Пункт 2.6.5
6. Затраты на научные и производственные командировки	0	
7. Контрагентные расходы	0	
8. Накладные расходы	11 970,6	Пункт 2.6.6
9. Бюджет затрат НИИ	254 433,05	Сумма ст. 1-8

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

Необходимо произвести оценку конкурентных технических решений. Оценочная карта конкурентных технических решений приведена в таблице 4.11.

Таблица 4.11 - Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		БП1 0-34	БП1 0-23	БПТ Д 302- А1	БП1 0-34	БП1 0-23	БПТ Д 302- А1
<b>Технические и экономические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Производительность	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,6
2. Точность позиционирования	0,3	5	4	5	1,5	1,2	1,5
3. Кол-во питателей	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
4. Малые габариты	0,05	5	4	5	0,25	0,2	0,25
5. Максимальный размер	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
6. Цена	0,3	4	3	5	1,2	0,9	1,5
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>4,5</b>	<b>3,75</b>	<b>4,65</b>

Таким образом, большую конкурентоспособность имеет модель БПТД 302-А1. Этот блок питания и является аналогом прототипа данного проекта.

## **5 Социальная ответственность**

Научно-исследовательская работа направлена на разработку и изготовление конструкции блока питания малошумного.

Такие электровентиляторы предназначены для перемещения воздуха в системах кондиционирования и вентиляции. Вентиляцией называется совокупность мероприятий и устройств, используемых при организации воздухообмена для обеспечения заданного состояния воздушной среды в помещениях и на рабочих местах в соответствии со СНиП (Строительными нормами). Системы вентиляции обеспечивают поддержание допустимых метеорологических параметров в помещениях различного назначения. В свою очередь, блок питания электровентилятора обеспечивает питание, управление и защиту изделия.

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

#### **5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства**

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ каждый работник имеет право на:

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

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

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

Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 6 м<sup>2</sup>, высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м<sup>3</sup> на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

### **5.2 Производственная безопасность**

Работы при проектировании и изготовлении блока питания подразумевают использование персонального компьютера (ПК), паяльника и сетевого оборудования. С точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проектировании и изготовлении блока питания вентилятора, а также требования по организации рабочего места.



## 5.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [6]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы:

Таблица 5.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программного модуля

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Разработка и изготовление блока питания с использованием паяльника 2) Работа с ПК	1. Повышенные уровни электромагнитных полей; [6, 21] 2. Неудовлетворительное освещение; [6, 7, 21] 3. Повышенные уровни шума на рабочем месте; [6, 21] 4. Неудовлетворительный микроклимат [6, 21]	1. Поражение электрическим током 2. Пожары	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.2.542-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4.1191-03 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 ГОСТ 30494-2011

## 5.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия потенциально возможных вредных и опасных факторов

При разработке и изготовлении блока питания малошумного вентилятора и использования оборудования в аудитории 105 4 корпуса ТПУ, основным источником потенциально возможных опасных факторов является ПК и сетевое электрооборудование, запитанное на 220 В. При использовании данного оборудования возможно наличие повышенной напряженности электрического поля.

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

ПК должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке [8].

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) в аудитории 105 4 корпуса ТПУ [9], создаваемых ПК, не должны превышать значений [9], представленных в таблице 3.2:

Таблица 5.2 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПК на рабочих местах

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

Анализ электрической безопасности при работе на ПК:

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочие места с ЭПК в аудитории 105 4 корпуса ТПУ, оборудование должно быть заземлено, занулено в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации [20].

Не следует размещать рабочие места с ПК вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПК [8].

Согласно разделу 1.1.13 правил устройства электроустановок (ПУЭ) [20] по степени опасности поражения электрическим током аудитория 105 4 корпуса ТПУ относится к классу без повышенной опасности. В данную категорию входят помещения, характеризующиеся относительной влажностью воздуха (до 75%), температурой воздуха менее 35 градусов, отсутствием токопроводящих полов, токопроводящей пыли.

#### Анализ освещенности на рабочих местах, оборудованных ПК:

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПК должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк [10]. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [10].

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно светодиодные светильники. При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных

помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенные [10].

Таблица 5.3 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий [10]

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО $e_n$ , %		КЕО $e_n$ , %		Освещенность рабочих поверхностей, лк	Показатель дискомфорта М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, $K_p$ , %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении			
Кабинеты	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	300	40	15

Согласно специальной оценке условий труда в ТПУ [21] освещение в аудитории 105 4 корпуса ТПУ соответствует допустимому классу условий труда.

#### Анализ производственных шумов

В аудитории 105 4 корпуса ТПУ имеется оборудование (ПК), которое создает шумы. Производственные шумы должны соответствовать нормам таблицы 3.4.

Таблица 5.4 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

N пп.	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука ( дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Согласно [21] уровень шума в аудитории 105 4 корпуса ТПУ не превышает допустимые нормы.

Анализ микроклимата на рабочем месте

В помещениях жилых и общественных зданий следует обеспечивать оптимальные или допустимые параметры микроклимата. Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (на постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.).

Согласно нормативно-технической документации при нормировании параметров микроклимата выделяют холодный период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10°C и ниже и теплый период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10°C. Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт) [7, 8].

Лаборатория является помещением I а категории (с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением)

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) [8]

Таблица 5.5 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

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

Таблица 5.6 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения

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

В помещениях, оборудованных ПК, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

Для создания и автоматического поддержания в лаборатории независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Согласно [21] параметры микроклимата в аудитории 105 4 корпуса ТПУ не превышают допустимые нормы.

### **5.3. Экологическая безопасность**

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

#### **5.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду**

С точки зрения влияния на окружающую среду процесса разработки блока питания можно рассмотреть влияние пайки и лужения при разработке печатной платы блока питания, а также влияние серверного оборудования при его утилизации.

Каждой разновидности процессов пайки и лужения присущи определённые вредные и опасные физические, биологические, и психофизические факторы, отличающихся как качественными, так и количественными характеристиками. При этом некоторые виды пайки образуют одновременно несколько производственных факторов, которые могут привести к травматизму и профзаболеванию или возникновению пожаров и взрывов.

Таковыми потенциально опасными и вредными факторами могут быть:

- действие паров канифоли, олова и свинца на организм монтажника при пайке;
- воздействие брызг и капель расплавленного припоя;
- ожог при соприкосновении кожи с раскаленным жалом паяльника.

От действия вредных паров можно защититься путем вентиляции помещения или применением специального вытяжного устройства.

Большинство компьютерной техники содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы [12]. Это очень вредные вещества, которые не должны попадать на свалку после истечения срока использования, а должны правильно утилизироваться.

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

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.
2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.
3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.
4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии.



5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.

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

После оформления всех необходимых документов, компьютерная техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах. [13]

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

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка блока питания малошумного вентилятора с помощью систем автоматизированного проектирования Altium Designer и T-flex. Таким образом процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

## **5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

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

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

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие возможные виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;

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

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

- Согласно СП 5.13130.2009 предел огнестойкости серверной должен быть следующим: перегородки - не менее EI 45, стены и перекрытия - не менее REI 45. Т.е. в условиях пожара помещение должно оставаться герметичным в течение 45 минут, препятствуя дальнейшему распространению огня.
- Помещение серверной должно быть отдельным помещением, функционально не совмещенным с другими помещениями. К примеру, не допускается в помещении серверной организовывать мини-склад оборудования или канцелярских товаров.
- При разработке проекта серверной необходимо учесть, что автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) должна быть обеспечена электропитанием по первой категории (п. 15.1 СП 5.13130.2009).
- Согласно СП 5.13130.2009 в системах воздухопроводов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны).

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

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

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

Задачи пожарной профилактики можно разделить на три комплекса мероприятий:

- обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

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

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

Также помещения должны быть оснащены средствами пожаротушения, а именно огнетушителями типа ОУ-2, ОУ-5 или ОП-5 (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники).

Согласно ПУЭ аудитория 105 4 корпуса ТПУ, относится к типу П-Ша – пожароопасные:

Таблица 5.7 – Категория помещения по пожароопасности

Категория помещения	Характеристика пожароопасной зоны
П-Ша пожароопасные	Пространство в помещениях, в которых обращаются твердые или волокнистые, не переходящие во взвешенное состояние, горючие вещества, материалы.

Классы пожара характеризуют объект пожара в зависимости от вида горящих веществ (материалов) и сложности их тушения. Для данной аудитории имеют место пожары класса Е - горение электроустановок и электрооборудования, находящегося под напряжением.

В аудитории 105 4 корпуса ТПУ имеется 1 огнетушитель, пожарная автоматика и сигнализация. План эвакуации этажа представлен на рисунке 2.1.

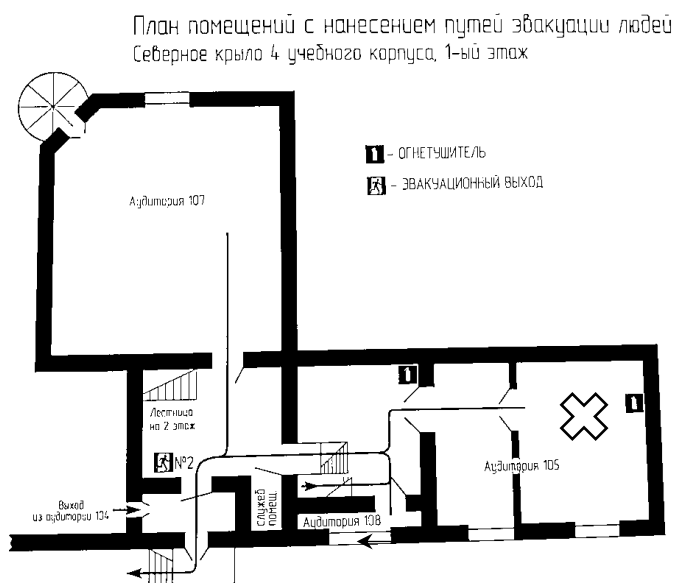


Рисунок 5.1 – План эвакуации из аудитории 105 4 корпуса ТПУ

## **Заключение**

В ходе проделанной работы был разработан блок питания вентилятора. Изучен процесс широтно-импульсной модуляции. Подобраны компоненты и спроектирована принципиальная схема управления малошумным вентилятором. Описаны элементы схемы и их назначение. Разработана схема печатной платы в системе Altium Designer и реализована на стеклотекстолите методом лазерно-утюжной технологии. Освоен метод лазерно-утюжной технологии изготовления печатных плат. Разработанное устройство может быть адаптировано под вентиляторы с различными типовыми характеристиками.

## Список используемых источников:

1. Студенческий научный форум – 2019 [электронный ресурс]: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018015738>, свободный. – Загл. С экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 1.04.2019 г.
2. Трейстер Р. Радиолобительские схемы на ИС типа 555: Пер. с англ. - М.: Мир, 1988. -263 с. , ил.
3. Забродин Ю.С., Промышленная электроника: учебник для вузов. - М.: Высш. Школа, 1982. – 496с., ил.
4. Шило. Л. В. Популярные цифровые микросхемы.: Справочник, - М. : радио и связь, 1989. - 352 с.
5. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ, Томск 2019
6. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003
8. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003
9. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003
10. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение, 2011
11. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996
12. СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996

13. ГОСТ 30494-2011, Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011
14. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования, 1984
15. Пожарная безопасность серверной комнаты [Электронный ресурс] URL: <https://avtoritet.net/library/press/245/15479/articles/15515>, Дата обращения: 10.03.2019
16. Системы противопожарной защиты УСТАНОВКИ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ПОЖАРОТУШЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИЕ, 2009
17. НПБ 105-03, Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003
18. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)
19. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя, 2017
20. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК. Седьмое издание, 2002
21. Специальная оценка условий труда в ТПУ. 2018.
22. Дашковский А.Г. Расчет устройства защитного заземления. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Электробезопасность» для студентов всех специальностей ЭЛТИ. Томск, изд. ТПУ, 2010. – 8 с.
23. Производственный календарь на 2019 год: [электронный ресурс]: <http://www.consultant.ru/law/ref/calendar/proizvodstvennye/2019/>, свободный. – Загл. С экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 1.04.2019 г.
24. А.И. Балашов., Е.М. Рогова., и др. Управление проектами. Учебник для бакалавров. «Юрайт». Москва 2013. – 383 с.

25. Ф.Н. Филина., И.А. Толмачёв. Всё об индивидуальном предпринимателе: [справочник]. - (3-е изд., перераб. и доп.). «Российский Бухгалтер» Москва 2009. - 504 с.