

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**
 Отделение **электронной инженерии**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка однофазного мостового выпрямителя с вентильно-индуктивным формированием входного тока

УДК 621.314.6.025.1.083.4:621.311.6:621.396.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A51	Лю Шуфань		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Ярославцев Е.В.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Фадеева Вера Николаева	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н. профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Школа	<u>неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>11.03.04 Электроника и нанoeлектроника</u>
Отделение	<u>электронной инженерии</u>

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

		В.С. Иванова (Ф.И.О.)
(Подпись)	(Дата)	

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
151A51	Лю Шуфань

Тема работы:

Разработка однофазного мостового выпрямителя с вентильно-индуктивным формированием	
входного тока	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 454/С от 25.01.2019

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <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>	Разработка однофазного мостового выпрямителя с вентильно-индуктивным формированием входного тока 1) входное напряжение – промышленная сеть, 220 В ± 10 %, частота (50 ± 0,2) Гц; 2) выходное напряжение – постоянное 36 В; 3) выходная мощность – от 0,1 до 10 Вт; 4) характер нагрузки – активная; 5) условия эксплуатации – лабораторные; 6) массогабаритные параметры – не регламентируются. Работа устройства не должна наносить вред окружающей среде и людям, находящимся в непосредственной близости от него.
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	• Литературный обзор; • Объект и методика исследования; • Разработка структурной схемы • Расчеты и аналитика; • Результаты проведенного эксперимента; • Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; • Социальная ответственность; • Заключение.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Фадеева Вера Николаева, старший преподаватель кафедры менеджмента
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович, Профессор кафедры ЭБЖ, д.т.н. профессо

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	25.01.2019
--	------------

Задание выдал руководитель :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Ярославцев Е.В.	к.т.н., доцент		25.01.2019

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A51	Лю Шуфань		25.01.2019

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 **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
28.01.2019	Обзор литературы	15
20.02.2019	Выбор структурной и принципиальной схемы	20
01.03.2019	Расчет принципиальной схемы и выбор элементов	25
28.03.2019	Моделирование в Orcad	20
06.04.2019	Написание ВКР	20
19.06.2019	Защита	—
	Итого	100

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Ярославцев Е.В.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Содержание

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. Выбор структурной схемы.....	9
2. Анализ и выбор принципиальной схемы выпрямителя.....	10
2.1.Однополупериодный выпрямитель.....	10
2.2. Двухполупериодный выпрямитель со средней точкой трансформатора.....	11
2.3. Мостовая схема выпрямителя.....	13
2.4. Двухполупериодный выпрямитель с вентильно-индуктивным формированием входного тока.....	15
3. Расчет принципиальной схемы.....	18
3.1. Расчёт входного трансформатора.....	18
3.2. Расчёт выпрямителя.....	22
3.3. Расчёт сглаживающего дросселя.....	25
4. Моделирование работы схемы в пакете MathCAD.....	27
5. Моделирование работы схемы в пакете OrCAD PSpice.....	33
6.Экспериментальные данные.....	36
7.Задание для раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	41
8.Задание для раздела «Социальная ответственность».....	58
Заключение.....	80
Список литературы.....	81
Приложение №1. Перечень элементов.	

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 82 с., 21 рис., 20 табл., 15 источников, 1 приложения.

Ключевые слова: мостовой однофазный, выпрямитель, напряжение, коэффициент мощности, источник питания.

Объектом исследования является мостовой однофазный выпрямитель с повышенным коэффициентом мощности.

Цель работы – разработка двухполупериодного выпрямителя с вентильно-индуктивным формированием входного тока.

В процессе выполнения работы проводился обзор литературы по выбранной тематике, на основе которого выбрана эффективная схема мостового выпрямителя, реализующая все требования технического задания. Произведён расчёт схемы с выбором всех элементов силовой части. Разработана схемотехническая модель выпрямителя в программе PSpice и произведено моделирование устройства. Отличие результатов расчёта от результатов моделирования не превышает 7%.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: выходное напряжение 36 В, выходная мощность 10 Вт, массогабаритные параметры не регламентируются.

Область применения: блоки питания радиоэлектронной аппаратуры.

Введение

Преобразование переменного напряжения в постоянное напряжение является типичной задачей для энергетической электроники. Традиционным элементом структурной схемы преобразователя является трансформатор согласования напряжения, который работает на частоте питания. Разработана и исследована серия схем преобразователей, которые стали классическими, а также ряд усовершенствованных схем, которые доступны только для силовых трансформаторов.

Не уменьшая важности данных устройств, надо отметить, что основным усовершенствованием силовой электроники является преобразование потока энергии с помощью промежуточных высокочастотных звеньев : За последние годы в этом направлении позитивного развития достигнуты не только количественные, но и принципиально новые качественные результаты. Структурные схемы многих типов преобразователей с промежуточным звеном высокой частоты содержат звено постоянного тока, которое включает сглаживающий фильтр и бестрансформаторный выпрямитель при питании от электросети переменного тока. [1]

Питание радиооборудования от сети переменного тока является наиболее надежным, удобным и экономичным способом электропитания. Но для питания цепи необходим постоянный ток, поэтому переменный ток электросети преобразуется в постоянный ток (пульсацию), которого напряжения периодически изменяется по величине, а затем пульсации уменьшаются до небольшого значения, чтобы он не создает значительных помех (фона) в телефоне, громкоговорителе, на экране и т. д. [5]

Выпрямитель – это электротехническое устройство, предназначенное для преобразования переменного напряжения в пульсирующий. Основными

компонентами выпрямителя являются вентили и трансформаторы, использующие для обеспечения одностороннего протекания тока в цепи нагрузки, в результате чего преобразуется переменное напряжение в пульсирующее. Для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения электрический сглаживающий фильтр обычно подключается к выходной клемме выпрямителя. Электрические вентили являются необходимыми частями выпрямителей - эти приборы, с помощью которых ток хорошо пропускается в одном направлении и в другом не пропускается (или плохо пропускается). В настоящее время германиевые или кремниевые диоды часто используются в качестве вентилей в полупроводниковых выпрямителях. [5]

Таким образом, разработка выпрямителя с высоким коэффициентом передачи является актуальной важной задачей.

Целью данной работы является разработка схемы выпрямителя с выходными параметрами, соответствующими требованиям ТЗ. Это достигается путем решения следующих задач:

- 1) Согласно обзору литературы, выбрать разумную диаграмму структуры оборудования и принципиальную схему.
- 2) Провести расчет принципиальной схемы и выбрать подходящие элементы по результатам расчета.
- 3) Провести результаты имитационного моделирования разработанного устройства с использованием пакета MathCAD.
- 4) Провести результаты имитационного моделирования разработанного устройства с использованием пакета OrCAD PSpice.
- 5) При сравнении результатов, полученных в результате эксперимента, с результатами расчета и моделирования, сделать выводы.

1. Выбор структурной схемы

В настоящее время источники питания представляют собой устройства, предназначенные для подачи электрической энергии на электронные устройства, и представляют собой комплекс инструментов и устройств, которые генерируют электрическую энергию и преобразуют ее в форму, необходимую для нормальной работы каждого узла электронного устройства. Электрическая энергия, вырабатываемая первичным источником, не всегда может быть непосредственно использована для питания электронного устройства, поэтому следующим элементом является вторичный источник питания - устройство, которое преобразует одну электрическую энергию в другую.

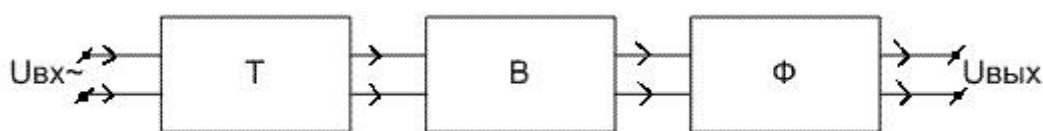


Рис.1 Структурная схема источника питания.

Состав схемы показан на Рис.1. Первичный источник питания генерирует напряжение переменного тока. И так основными узлами вторичного источника питания является: **Т** - трансформатор; **В** - выпрямитель; **Ф** - сглаживающий фильтр.

Хотя это решение широко распространено, оно имеет следующие недостатки: низкая эффективность системы и большие весовые и габаритные параметры. Эти недостатки обусловлены тем, что трансформатор работает на низких частотах (50 Гц), поэтому трансформатор имеет большие габариты и вес.

Эта схема может быть использована без трансформатора. Однако, согласно ТЗ, выходное напряжение должно составлять 36 В, и для снижения напряжения необходим понижающий трансформатор.

2. Анализ и выбор принципиальной схемы выпрямителя

При выборе конструкции схем выпрямителей необходимо учитывать следующие параметры схем выпрямителей: выходное напряжение, выходная мощность, число фаз, коэффициент пульсаций. Критерием выбора типа выпрямителя является сравнение преимуществ и недостатков рассмотренных выпрямителей и после этого получается заключение.

2.1. Однополупериодный выпрямитель

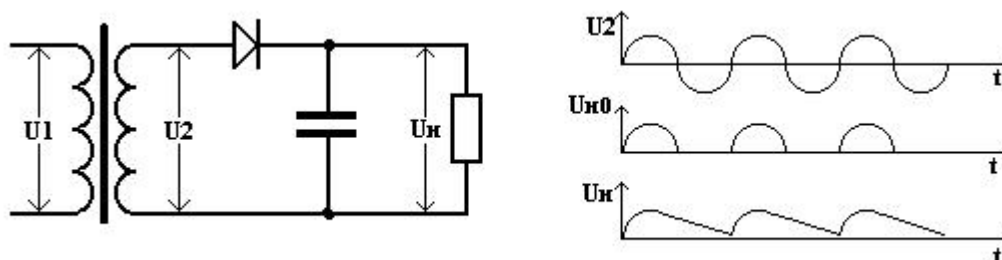


Рис.2 Однополупериодная схема выпрямителя и диаграммы напряжения при работе на активную нагрузку и при наличии конденсатора.

U_2 - Напряжение на вторичной обмотке трансформатора

U_{n0} – Напряжение на нагрузке при отсутствии конденсатора.

U_n – Напряжение на нагрузке.

Однополупериодная выпрямительная схема в основном способна выдавать выходной мощности до 10 Вт. Но в этом случае допускается относительно высокий коэффициент пульсации.

Как показано на Рис.2, во время положительного полупериода переменного напряжения ток со вторичной обмотки силового трансформатора через единственный диод достигает нагрузки. А при наличии конденсатора вентиль

отключается во время отрицательного полупериода, и конденсатор, который заряжается в первом полупериоде, подает напряжение на нагрузку. Но при работе на активную нагрузку пульсация выпрямленного напряжения исключительно значительна.

Преимущества этого выпрямителя включают низкую стоимость, небольшие размеры и простейшее схемотехническое решение.

Наиболее очевидным недостатком полуволновых выпрямителей является то, что уровень пульсаций выпрямленного напряжения слишком высок по сравнению с другими цепями. Кроме того, к недостаткам относятся низкий КПД, большой вес трансформатора и низкий КПД меди и стали в трансформаторе.[2]

Для того чтобы снизить величину пульсации выпрямленного напряжения необходимо брать значение конденсатора C очень большой, примерно 2000 – 5000 микрофард, что увеличивает размер источника питания. Поэтому на низких частотах эта схема фактически не используется. Его рабочая частота обычно составляет 10 – 15 кГц. При низких частотах переменного напряжения (например, в электросети - 50 Гц) выпрямленное напряжение становится сильно пульсирующим. А это очень плохо. Поэтому эта схема не соответствует требованиям ТЗ.

2.2. Двухполупериодный выпрямитель со средней точкой трансформатора

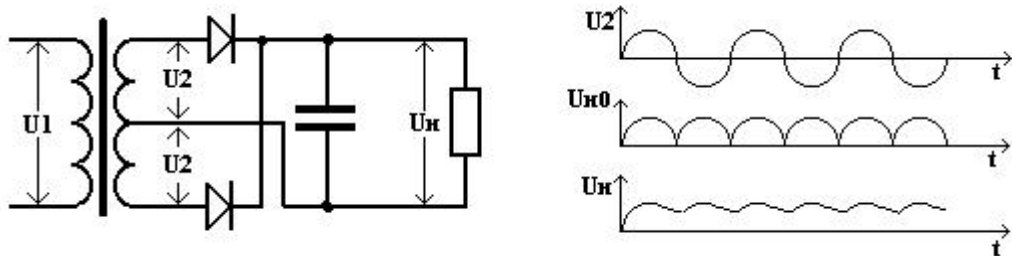


Рис.3 Двухполупериодный схема выпрямителя со средней точкой трансформатора и диаграммы напряжения при работе на активную нагрузку и при наличии конденсатора.

U_2 - Напряжение на одной половине вторичной обмотки трансформатора

U_{n0} – Напряжение на нагрузке при отсутствии фильтрового конденсатора.

U_n – Напряжение на нагрузке.

Когда требуемое напряжение нагрузки составляет до десятков вольт, и выходная мощность достигает 50 Вт, двухполупериодная схема выпрямителя со средней точкой является хорошим выбором

Можно отметить, что схема фактически содержит два полуволновых выпрямителя с двумя различными источниками питания (различными обмотками) и одной общей нагрузкой. В течение одного полупериода переменного напряжения протекается ток с одной половины вторичной обмотки через один вентиль к нагрузке, и также во время другого полупериода – с другой половины обмотки, через другой вентиль и наконец достигает нагрузки.

Достоинства: пульсация у этой схемы в 2 раза меньше, чем у однополупериодной схемой выпрямления. Эта схема имеет малое число вентиля и малое падение напряжения на вентилях. [2]

Недостатки: повышенное обратное напряжение на вентильных диодах и большая габаритная мощность необходимая для трансформатора.[2]

По сравнению со однополупериодной схемой выпрямления эта схема имеет значительные преимущества, заключающиеся в малой пульсации и малой емкости, но также существуют и недостатки.

2.3. Мостовая схема выпрямителя

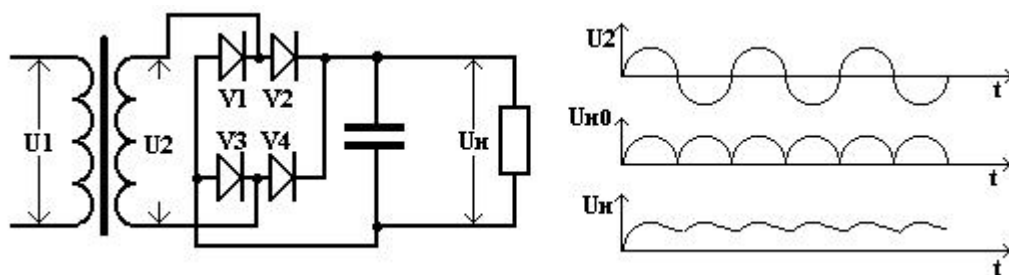


Рис.4 Схема и диаграммы работы мостовая схема выпрямителя.

U_2 - Напряжение вторичной обмотки трансформатора

U_n – Напряжение на нагрузке.

U_{n0} – Напряжение на нагрузке при отсутствии конденсатора.

Наибольшим популярным в бытовой и промышленной аппаратуре является мостовая схема.

Однофазная мостовая схема (Рис.4) характеризуется высоким коэффициентом использования трансформатора по мощности и поэтому обычно рекомендуется для использования в устройствах большой мощности с выходными напряжениями от десятков до сотен вольт. И ее пульсация такие же, как у предыдущего.

Главной особенностью этой схемы является то, что только используется одна обмотка трансформатора для выпрямления двух полупериодов переменного напряжения.

Во время положительного полупериода переменного напряжения проходит ток по следующей цепи: верхний вывод вторичной обмотки – вентиль V_2 – верхний вывод нагрузки – нагрузка – нижний вывод нагрузки – вентиль V_3 – нижний вывод обмотки – обмотка. И при выпрямлении отрицательного

полупериода переменного напряжения: нижний вывод обмотки – вентиль V4 – верхний вывод нагрузки - нагрузка – нижний вывод нагрузки – вентиль V1 – верхний вывод обмотки – обмотка. Сравнивая два случая, можно заметить, что направление тока через нагрузку одинаково, но направление обмоток меняется на противоположное.

Преимущества: обратное напряжение на вентилях в 2 раза меньше, чем в схеме со средней точкой и имеет небольшие габариты; имеет в 2 раза меньший уровень пульсаций, более высокий КПД по сравнению с однополупериодной схемой мостовая схема.[2] А также повышенная частота пульсаций, эффективное использование трансформатора.

К недостаткам относятся увеличение количества вентилях и на диодах падение напряжения в 2 раза больше.

Мостовая схема из схем выпрямителя, рассмотренных выше, демонстрирует значительные преимущества, но их общий недостаток заключается в том, что коэффициент мощности является относительно низким, в идеале не превышающим 0,9.

2.4. Двухполупериодный выпрямитель с вентильно-индуктивным формированием входного тока

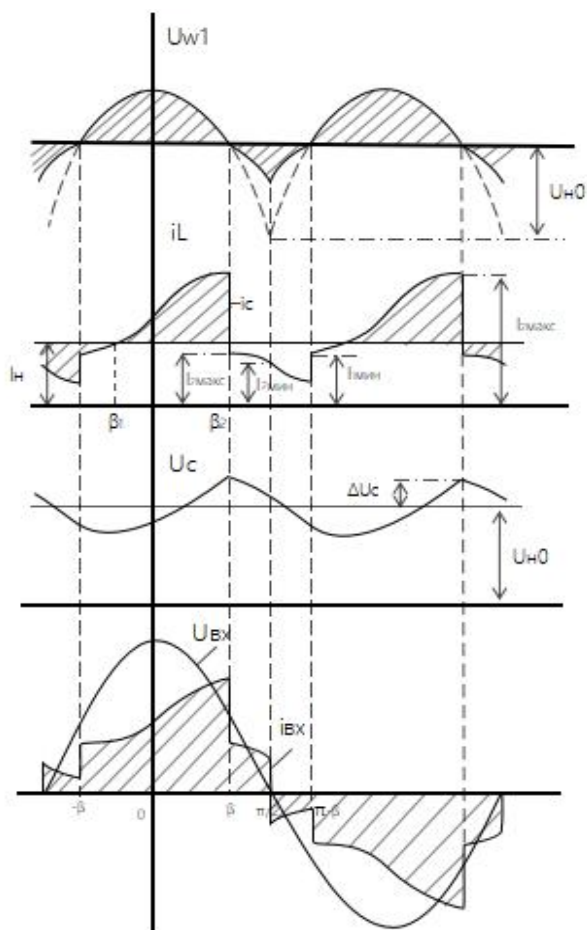
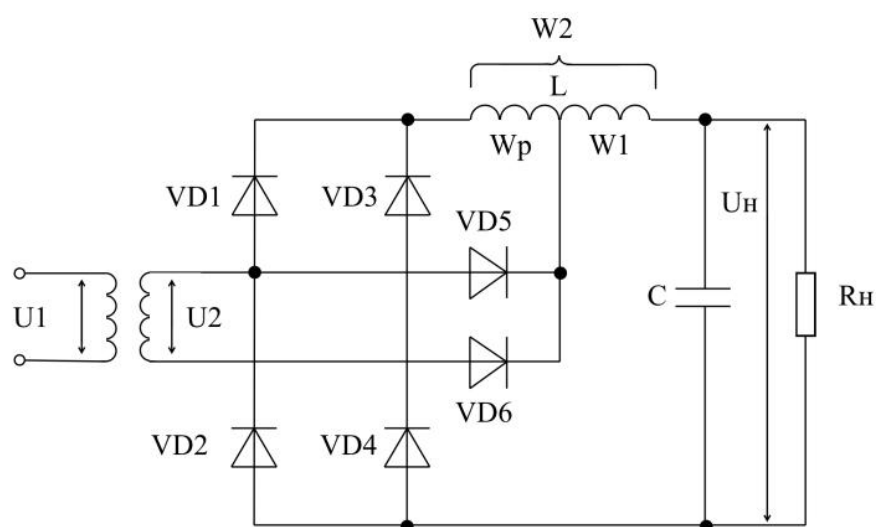


Рис.5 Схема и диаграммы работы двухполупериодного выпрямителя с вентильно-индуктивным формированием входного тока.

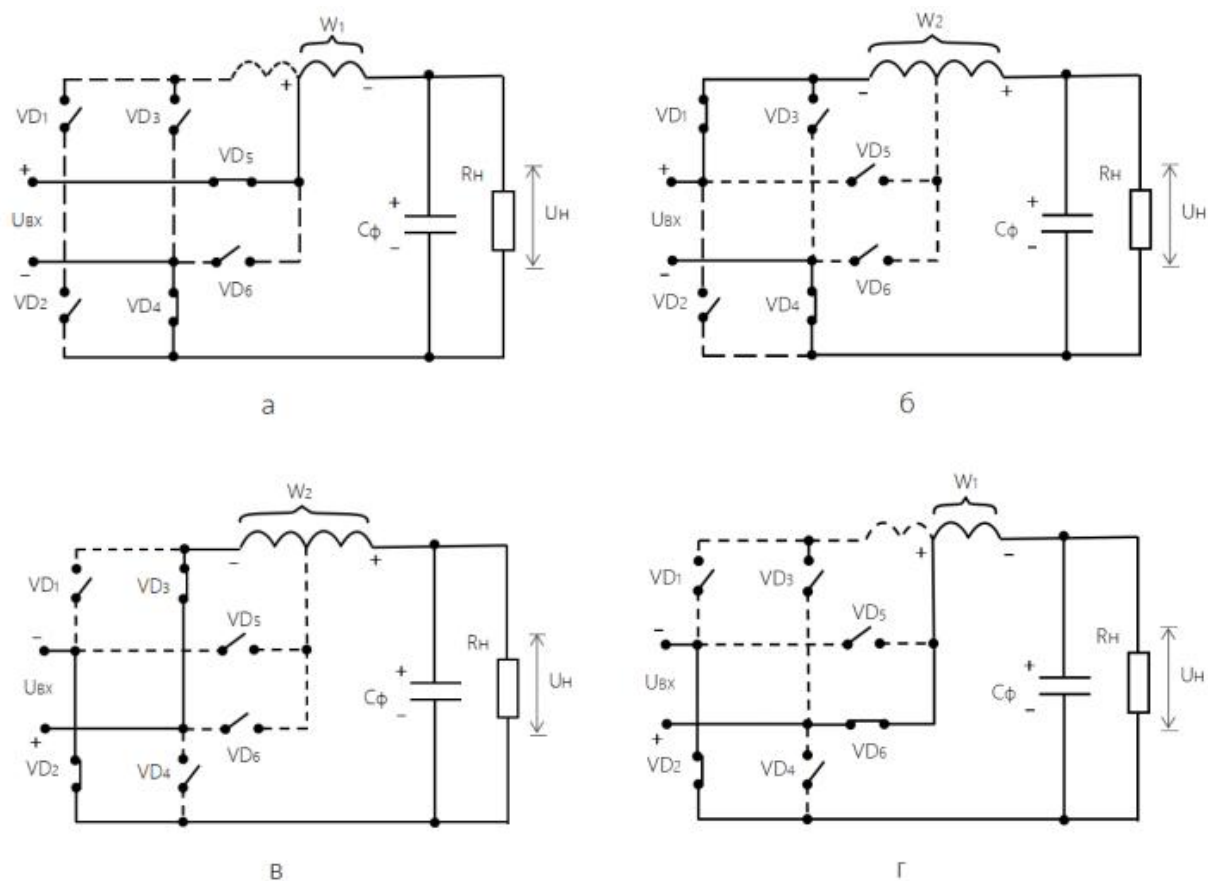


Рис.6. Эквивалентные схемы выпрямителя по рис.5. для угловых интервалов:

а — $-\beta \leq \theta \leq \beta$; б — $\beta \leq \theta \leq \pi/2$; в — $\pi/2 \leq \theta \leq (\pi-\beta)$; г — $(\pi-\beta) \leq \theta \leq (\pi+\beta)$

Если мгновенное абсолютное значение входного напряжения $U_{вх} = U_m \cos(\omega t)$ превышает выходное U_n , то сглаживающий дроссель L накапливает энергию с полярностью напряжения на обмотках, указанной на рисунке. В этом случае вентили V_3 и V_1 закрыты обратным напряжением, и ток дросселя $i_L = i_1$ замыкается по обмотке W_1 , диоды V_6 , V_3 или V_5 , V_4 в зависимости от полярности $U_{вх}$. Уменьшение входного напряжения $|U_{вх}| < U_n$ приводит к изменению полярности на обмотках дросселя, что вызывает запираание диода V_5 (V_6) и отпирание V_1 (V_3). Следовательно, расходование запасённой в дросселе энергии потребляется током $i_L = i_2$, протекающим от источника входного напряжения (трансформатор) по обмотке W_2 дросселя через V_2 , V_3 или V_1 , V_4 . Таким образом, в момент равенства $|U_{вх}| = U_n$ происходит

коммутация тока сглаживающего дросселя: в зависимости от соотношения между U_n и $|U_{bx}|$ передаётся ток из обмотки W_1 в обмотку W_2 и наоборот .[1] Эта коммутация сопровождается внезапным изменением величины тока i_L , поскольку в соответствии с законом о непрерывности потокосцепления электромагнитного элемента выполняется равенство $i_1(\alpha) = n i_2(\alpha)$, где $n=W_2/W_1$ -коэффициент трансформации дросселя.

Преимущества: по сравнению с классической двухполупериодной схемой этот выпрямитель имеет более высокий КПД, в 2 раза меньший уровень пульсаций, более рациональное использование трансформатора и уменьшение его расчетной мощности. По сравнению с мостовой схемой эта схема имеет больший коэффициент передачи, меньшую габаритную мощность сглаживающего дросселя и больший коэффициент мощности.[3]

Недостатки: Увеличение количества вентилях, по сравнению с классической мостовой схемой с RC-фильтром и необходимость увеличения емкости фильтрующих конденсаторов с одинаковым уровнем пульсаций по сравнению с обычными мостовыми схемами с RC-фильтрами.[3]

По сравнению с вышеупомянутыми тремя схемами, двухполупериодная схема выпрямителя с вентильно-индуктивным формированием входного тока имеет более высокий КПД и более рациональное использование трансформатора. Эта схема имеет очевидные преимущества и соответствует требованиям ТЗ, поэтому выбрали схему в качестве принципиальной схемы.

Далее рассчитываем на основе выбранной принципиальной схемы и исходных данных.

3. Расчет принципиальной схемы

По техническому заданию:

Входное напряжение : $U_{\text{вх}} = 220 \text{ В} \pm 10\%$;

Выходное напряжение : $U_{\text{вых}} = 36 \text{ В} \pm 10\%$;

Мощность нагрузки : $0.1 \text{ Вт} \leq P_{\text{н}} \leq 10 \text{ Вт}$;

3.1. Расчёт входного трансформатора.

В связи с потерями на элементах мощность и напряжения трансформатора возьмем с запасом относительно ТЗ.

--- напряжение первичной обмотки: $U_{\text{вх}} = U_1 = 220 \text{ В}$

--- напряжение вторичной обмотки: $U_{\text{вых}} = U_2 = 36 \text{ В}$

--- рабочая частота трансформатор: $f = 50 \text{ Гц}$

--- мощность нагрузки: $P_{\text{н}} = 10 \text{ Вт}$

---коэффициент стали: $K_{\text{СТ}} = 1$;

--- коэффициент окна: $K_{\text{ОК}} = 0,3$;

--- плотность тока в проводах обмотки трансформатора: $j = 2 \text{ А/мм}^2$

Первым шагом в расчете трансформатора является выбор материала для магнитопровода. Магнитный материал сердечника имеет две основные характеристики: химический состав, определяемый маркой материала, и толщину листа или ленты. Выбор между ними зависит от требований трансформатора - габаритных показателей, экономичности, стоимости. Материал сердечника выбирают в зависимости от частоты. Положим для наших расчетов частоту 50 Гц. В этом интервале частот наиболее часто используются стали. Выбор стали марки **1211(Э11)** [4] .

Марка:	1211
Классификация:	Сталь электротехническая сернистая
Применение:	горячекатаная тонколистовая сталь, предназначенная для магнитных цепей электрических машин

Свойства и полезная информация:

- толщина $d_{ст}$: 0,5 мм;
- максимальные удельные потери $P_{\max}$: 3,3 Вт/кг ;
- плотность стали $\rho_{ст}$: 7800 кг/м³;
- удельное электрическое сопротивление $\rho_{удст}$ при 20°: 0,25 Ом · мм²/м;
- магнитная индукция B_m : 1 Тл

Рассчитаем габаритные размеры сердечника трансформатора:

$$S_{ок} \cdot S_{ст} = \frac{\sqrt{2} \cdot P_H}{\pi \cdot B_m \cdot f \cdot K_{ст} \cdot K_{ок} \cdot j \cdot n} = \frac{\sqrt{2} \cdot 10 \cdot 10^2}{\pi \cdot 1 \cdot 50 \cdot 1 \cdot 0.3 \cdot 2 \cdot 0.85} = 17,65 \text{ см}^4$$

Таблица 1

Типоразмер магнитопровод	a, мм	b, мм	c, мм	A, мм	H, мм	h, мм	h1, мм	Масса , г	Площадь сечения магнито- провода S _{ст} см ²	Площадь окна магнито- провода S _{ок} см ²	Произве- дение S _{ок} S _{ст} см ⁴	Средняя длина витка l _{ср}	объем магнито- провода V _{ст}
ПЛ 12,5×25×32 ПЛ 12,5×25×40 ПЛ 12,5×25×50 ПЛ 12,5×25×60	12,5	25	20	45	57 65 75 85	32 40 50 60	12,5	292 334 376 418	3,13	6,4 8 10 12	20 25 31,25 37,5	14,33 15,93 17,93 19,93	44,77 49,77 56,02 62,27
ПЛ 16×32×40 ПЛ 16×32×50 ПЛ 16×32×65 ПЛ 16×32×80	16	32	25	57	72 82 97 112	40 50 65 80	16	612 690 795 900	5,12	10 12,5 16,25 20	51,2 64 83,2 102,4	18 20 23 26	92,16 102,4 117,76 133,12

Из таблицы 1. выбираем магнитопровод ПЛ 12,5×25×32 с параметрами:

Активная площадь поперечного сечения $S_{ст}$	3,13 см ² ;
Площадь окна $S_{ок}$	6,4 см ² ;
Произведение $S_{ок}S_{ст}$	20 см ⁴ ;
Средняя длина витка $l_{ср}$	14,33 см;
Активный объем магнитопровода $V_{СТ}$	44,77 см ³

Коэффициент трансформации:

$$n = \frac{U_2}{U_1} = \frac{36}{220} = 0,164$$

Количество витков первичной и вторичной обмоток:

$$W_1 = \frac{U_1}{\frac{2 \cdot \pi}{\sqrt{2}} \cdot B_m \cdot f \cdot K_{СТ} \cdot S_{СТ}} = \frac{220}{\sqrt{2} \pi \cdot 1 \cdot 50 \cdot 1 \cdot 3,13 \cdot 10^{-4}} = 3165$$

$$W_2 = W_1 \cdot n = 3165 \times 0,164 = 519$$

Токи первичной и вторичной обмоток трансформатора:

$$I_2 = \frac{P_H}{U_2} = \frac{10}{36} = 0,278 \text{ А}$$

$$I_1 = n \cdot I_2 = 0,164 \times 0,278 = 0,0456 \text{ А}$$

Площадь поперечного сечения и диаметр намоточного провода:

$$S_{np1} = \frac{I_1}{j} = \frac{0,0456}{2} = 0,0228 \text{ мм}^2$$

$$d_{np1} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot S_{np1}} = 0,170 \text{ мм}$$

$$S_{np2} = \frac{I_2}{j} = \frac{0,278}{2} = 0,139 \text{ мм}^2$$

$$d_{np2} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot S_{np2}} = 0,421 \text{ мм}$$

Таблица 2

Без изоляции.				С изоляцией.	
Диаметр провода, мм.	Сечение провода, мм ² .	Сопротивление 1м, при 20 °, Ом.	Длина на 1 Ом, м	Диаметр, мм	Вес 100м, г.
0,17	0,0227	0,773	1,295	0,185	20,6
0,18	0,0255	0,688	1,455	0,195	23,1
0,41	0,132	0,133	7,53	0,44	120
0,44	0,152	0,115	8,7	0,475	138

Лучше всего подходят намоточные провода (выбираем из таблицы 2.):

Первичная обмотка: ПЭ 0,185

Вторичная обмотка: ПЭ 0,475

Проверим, не превышает ли суммарная площадь обмоток площадь окна трансформатора:

$$K_{OK} = \frac{W_1 \cdot S_{np1} + W_2 \cdot S_{np2}}{S_{OK}} = \frac{3165 \times 0,0228 + 519 \times 0,139}{6,4} \times 10^{-2} = 0,225 < 0,3$$

$$l_{np1} = W_1 \cdot l_{cp} = 3165 \times 0,1433 = 453,54 \text{ м}$$

$$R_{np1} = \rho_m \cdot \frac{l_{np1}}{S_{np1}} = 497,30 \text{ Ом}$$

$$P_{np1} = I_1^2 \cdot R_{np1} = 0,0456^2 \times 497,30 = 1,033 \text{ Вт}$$

$$l_{np2} = W_2 \cdot l_{cp} = 519 \times 0,1433 = 74,37 \text{ м}$$

$$R_{np2} = \rho_m \cdot \frac{l_{np2}}{S_{np2}} = 9,047 \text{ Ом}$$

$$P_{np2} = I_2^2 \cdot R_{np2} = 0.139^2 \times 9,047 = 0.175 \text{ Bm}$$

$$P_{CT} = p_{y\delta cm} \cdot V_{cm} = 4,115 \text{ Bm}$$

Рассчитаем КПД трансформатора:

$$\eta = \frac{P_H}{P_H + P_{CT} + P_{np1} + P_{np2}} = \frac{10}{10 + 4,115 + 1,033 + 0,175} = 0.658$$

КПД данного трансформатора мал из-за того что для его изготовления используется сердечник превышающий рассчитанные габаритные размеры.

3.2. Расчёт выпрямителя

Произведём расчёт схемы по известной методике.

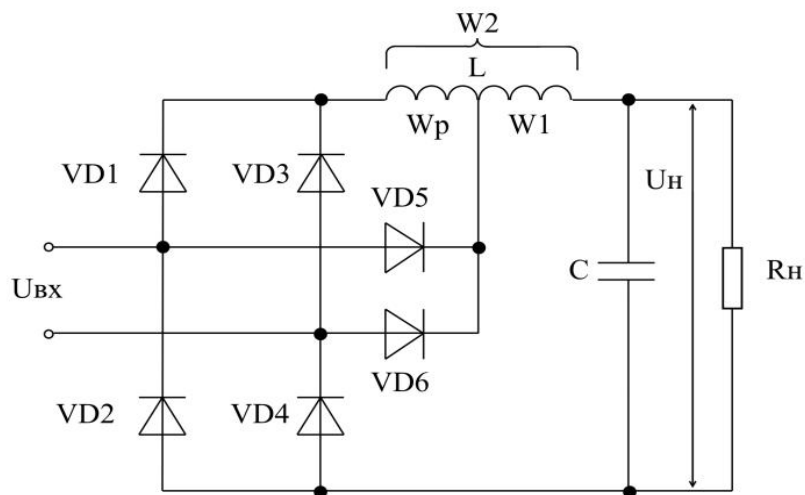


Рис.6 Схема двухполупериодного выпрямителя с вентильно-индуктивным формированием входного тока.

Исходные данные для расчёта:

$$U_{BX} = 36 \times \sqrt{2} = 50.912 \text{ В}$$

$$U_{BbIX} = 36 \text{ В}$$

$$P_H = 10 \text{ Вт}$$

Коэффициент передачи по напряжению:

$$K_U = \frac{U_{BbIX}}{U_{BX}} = \frac{36}{50.912} = 0.707$$

$$\beta = \arccos(K_U) = 0.785$$

Коэффициент трансформации:

$$n = \frac{1 - K_U \cdot \frac{\pi}{2}}{K_U \cdot \beta - \sin(\beta)} + 1 = \frac{1 - 0.707 \times 3.14 / 2}{0.707 \times 0.785 - \sqrt{2} / 2} + 1 = 1.727$$

Сопротивление и ток нагрузки:

$$R_H = \frac{U_{BbIX}^2}{P_H} = \frac{36^2}{10} = 129.6 \text{ Ом}$$

Выберем резистор из справочника:[4]

R: C5-35В, ПЭВ 130 Ом 15 Вт

$$I_H = \frac{P_H}{U_{BbIX}} = \frac{10}{36} = 0.278 \text{ А}$$

$$A = \sin \beta - \beta \cdot \cos \beta = 0.707 - 0.785 \times 0.707 = 0.152$$

$$M = 1 + 2 \cdot \beta \cdot (n - 1) / \pi = 1 + 2 \times 0.785 \times 0.727 / \pi = 1.363$$

Критическая индуктивность дросселя:

$$L_{KP} = \frac{A \cdot M \cdot U_{BX}}{n \cdot \omega \cdot I_H} = 0.4394 \text{ Гн}$$

Индуктивность дросселя:

$$L = B \cdot L_{KP} = 0,8788 \text{ Гн}$$

Относительное значение индуктивного сопротивления дросселя:

$$X_L^* = \frac{B \cdot A \cdot M}{n \cdot \pi \cdot Ku} = 0,108$$

Определим граничный коэффициент запаса по индуктивности:

$$B_{Гр1} = \frac{n}{(n-1)(1-2\beta/\pi)} = 4,749$$

$$\text{При } n=1,727, B=2: K_{пл}^{**} = \beta \left(\frac{n}{M} - 1 \right) = 0,189 \quad \text{Выбор: } K_{пл} = 5\%$$

Рассчитаем величину емкости конденсатора по коэффициенту пульсации:

$$C = \frac{K_{пл}^{**}}{K_{пл} \cdot \omega \cdot R_H} = 426,6 \text{ мкФ}$$

Выберем конденсатор из справочника:[5]

С: К50-35, 470 мкФ ±20%, 35 В

Напряжение и ток диодов:

$$U_{м-обр VD1,3} = (1 + (n-1))(1 - \cos(\beta)) \cdot U_{ex} = 61,757 \text{ В}$$

$$I_{ср VD1,3} = \frac{\pi - 2 \cdot \beta}{2 \cdot \pi \cdot M} = 0,05458 \text{ А}$$

$$U_{м-обр VD2,4} = U_{ex} = 41 \text{ В} \quad U_{м-обр VD5,6} = U_{ex} = 41 \text{ В}$$

$$I_{ср VD2,4} = \frac{I_H}{2} = 0,1219 \text{ А} \quad I_{ср VD5,6} = \frac{n \cdot \beta \cdot I_H}{\pi \cdot M} = 0,0243 \text{ А}$$

Выберем из справочника диоды:[6]

КД202В $U_{обр} = 100 \text{ В}; I_{пр макс} = 5 \text{ А}$

3.3. Расчёт сглаживающего дросселя

Произведём расчёт схемы по известной методике.[7]

Рассчитаем минимально допустимый объём сердечника:

$$V_{CT} \geq \frac{L \cdot I^2}{1,5} \cdot 10^{-3} = \frac{0,8788 \cdot 139^2}{1,5} \cdot 10^{-3} = 11,32 \text{ см}^2$$

По рассчитанному объёму выберем сердечник из справочника:

$$\text{Ш 11x15} \quad l_{CT} = 10 \text{ см}; S_{CT} = 10 \text{ см}^2; V_{CT} = 22 \text{ см}^3$$

Число витков обмотки дросселя с учётом постоянного подмагничивания сердечника:

$$W = 10 \cdot \frac{L \cdot I}{S_{cm}} \cdot \left(1 + \sqrt{1 + 300 \cdot \frac{V}{L \cdot I^2}}\right) = 564 \text{ витков}$$

Таблица 3

Типоразмер магнитопровода	0909-0912	1209-1232	1609-1640	2012-2050
Плотность тока, А/мм ²	6,6-7,0	4,4-4,7	3,2-3,5	3,05-3,25
Типоразмер магнитопровода	1516-3564	3220-3280	4000-4025	
Плотность тока, А/мм ²	2,6-2,9	1,85-2,2	1,65-1,75	

Площадь поперечного сечения и диаметр намоточного провода: (выберем из таблицы 3)

$$S_{np} = \frac{I}{j} = 0,165 \text{ мм}^2 \quad d_{np1} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot S_{np1}} = 0,485 \text{ мм}$$

Таблица 4

Без изоляции.				С изоляцией.	
Диаметр провода, мм.	Сечение провода, мм ² .	Вес 1000 м, кг.	Сопротивление 1000 м, Ом.	ПЭ	ПЭШО
0,41	0,132	1,17	133	0,44	0,47
0,44	0,152	1,35	115	0,475	0,54
0,47	0,173	1,54	101	0,505	0,57

Выбираем **намоточный провод ПЭ 0.505**, который удовлетворяет полученным результатам .

Проверим, коэффициент заполнения окна:

$$K_{ок} = \frac{W \cdot S_{np}}{S_{ок}} = 0,129 < 0,3$$

Так как коэффициент заполнения меньше допустимого значения 0.3, то обмотка помещается в окно дросселя. Следовательно, данный сердечник подходит для использования.

В избежание паразитных вихревых токов дросселя рассчитаем зазор сердечника:

$$\Delta = \frac{W \cdot I^2}{8} \cdot 10^{-2} = 0,996 \approx 1 \text{ мм}^2$$

4. Моделирование работы схемы в MathCAD

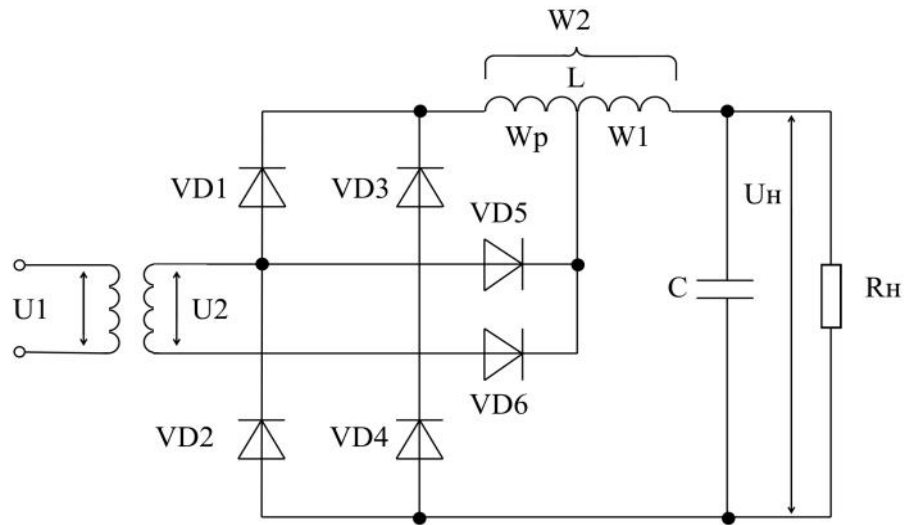


Рис.7 Схема и диаграммы работы двухполупериодного выпрямителя с вентильно-индуктивным формированием входного тока.

$$M(n) = 1 + \frac{2\beta(n)(n-1)}{\pi}$$

$$K_{\text{ПИ}} = \beta(n) \cdot \left(\frac{n \cdot \pi}{M(n)} - 1 \right)$$

$$K_U(n) = \frac{1 + (n-1) \cdot \sin(\beta)}{\frac{\pi}{2} + (n-1) \cdot \beta}$$

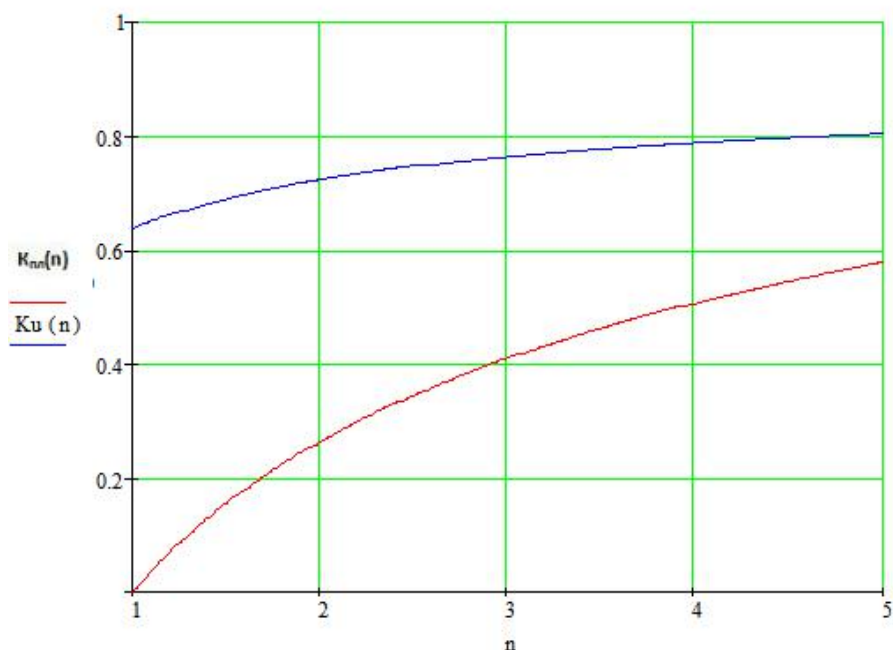


Рис.8 Зависимость относительного коэффициента пульсации и коэффициента передачи от коэффициента трансформации обмоток дросселя.

При $n=2$: $K_u = 0,72$

С увеличением коэффициента трансформации увеличивается амплитудное значение тока дросселя, вследствие чего увеличивается постоянная и переменная составляющие напряжения нагрузки, а значит увеличиваются и коэффициент передачи схемы, и коэффициент пульсаций.

$$I_{VD1,3}(n) = \frac{\pi - 2 \cdot \beta(n)}{2\pi \cdot M(n)}$$

$$I_{VD5,6}(n) = \frac{n \cdot \beta(n)}{\pi \cdot M(n)}$$

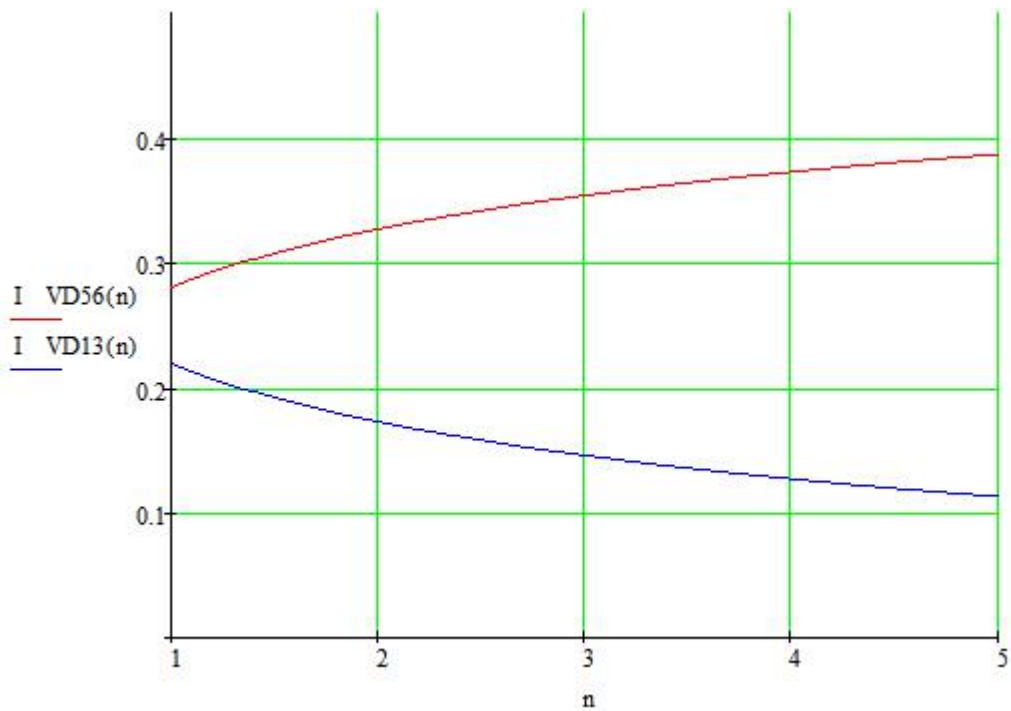


Рис.9 Зависимость параметров характеризующих токовую нагрузку вентилей от коэффициента трансформации обмоток дросселя.

Так как с увеличением коэффициента трансформации увеличивается напряжение нагрузки, диоды диодного моста работают меньший промежуток времени, что способствует уменьшению среднего тока этих диодов, в отличие от диодов VD5 и VD6.

$$X_{L1}(n) = \frac{A \cdot M(n)}{n \cdot Ku(n)}$$

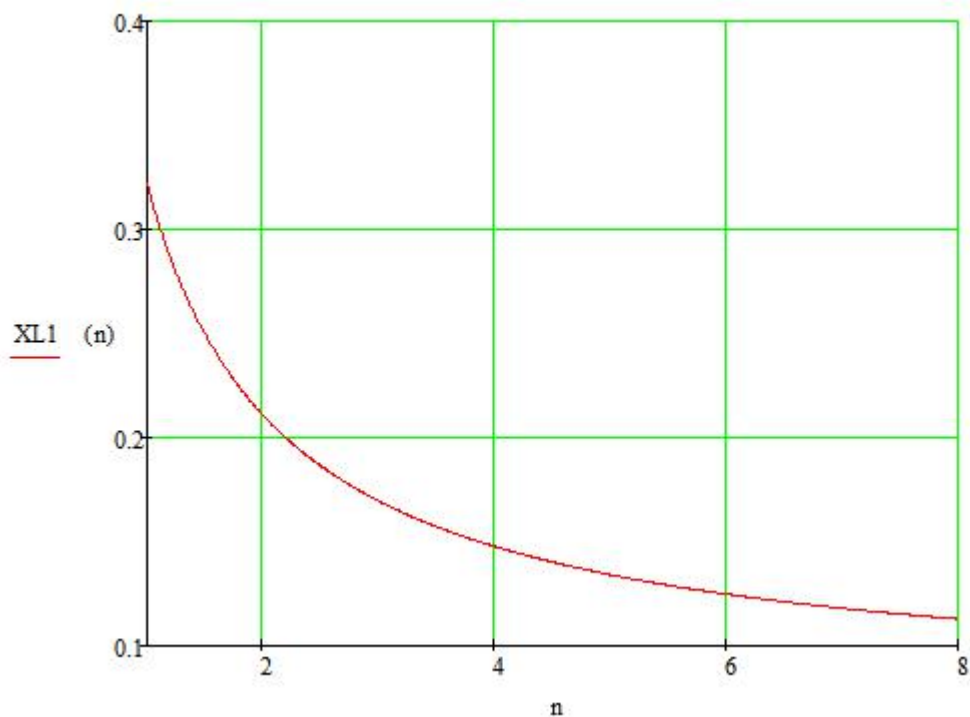


Рис.10 Зависимость относительного индуктивного сопротивления сглаживающего дросселя от коэффициента трансформации обмоток дросселя.

При увеличении коэффициента трансформации и тока дросселя относительное индуктивное сопротивление уменьшается.

$$B(n) = \frac{n}{(n-1) \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot \beta(n)}{\pi}\right)}$$

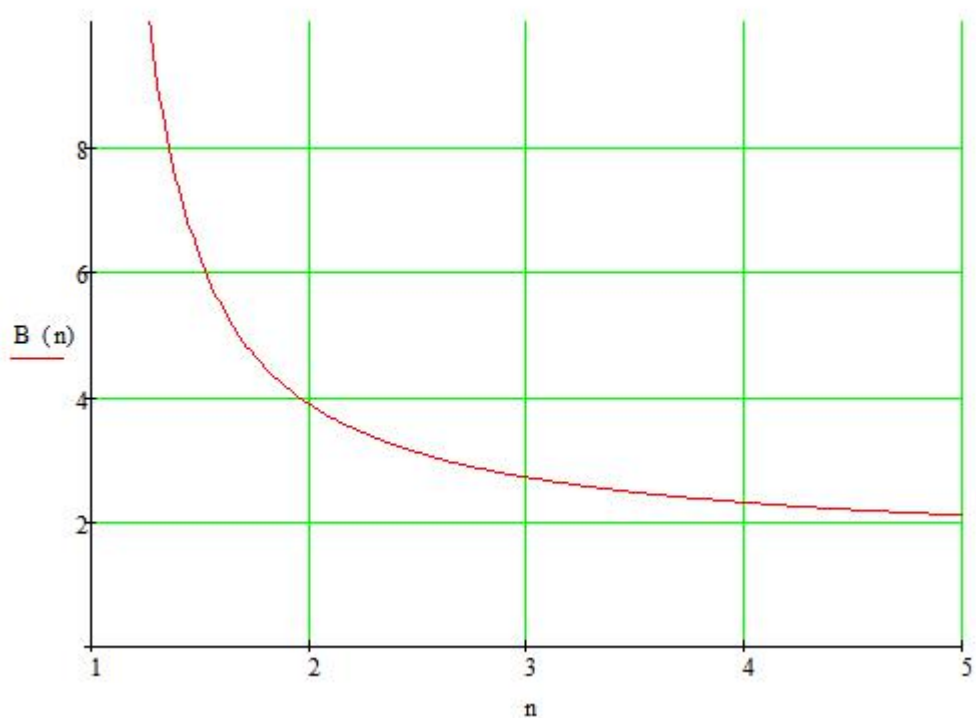


Рис.11 Зависимость граничного коэффициента запаса по индуктивности от коэффициента трансформации обмоток дросселя.

Так как увеличивается напряжение на нагрузке и промежуток времени, когда работают диоды VD5 и VD6 увеличивается момент времени β , соответствующий моменту, при котором напряжение нагрузки становится больше входного напряжения, а следовательно и граничный коэффициент запаса по индуктивности.

$$\chi(n) := \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot [1 + (n - 1) \cdot \sin(\beta(n))]}{\pi \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot \beta(n) \cdot \left(\frac{n^2 - 1}{\pi}\right) + \text{Fil}(n) \cdot \left(\frac{M(n)}{B}\right)^2}}$$

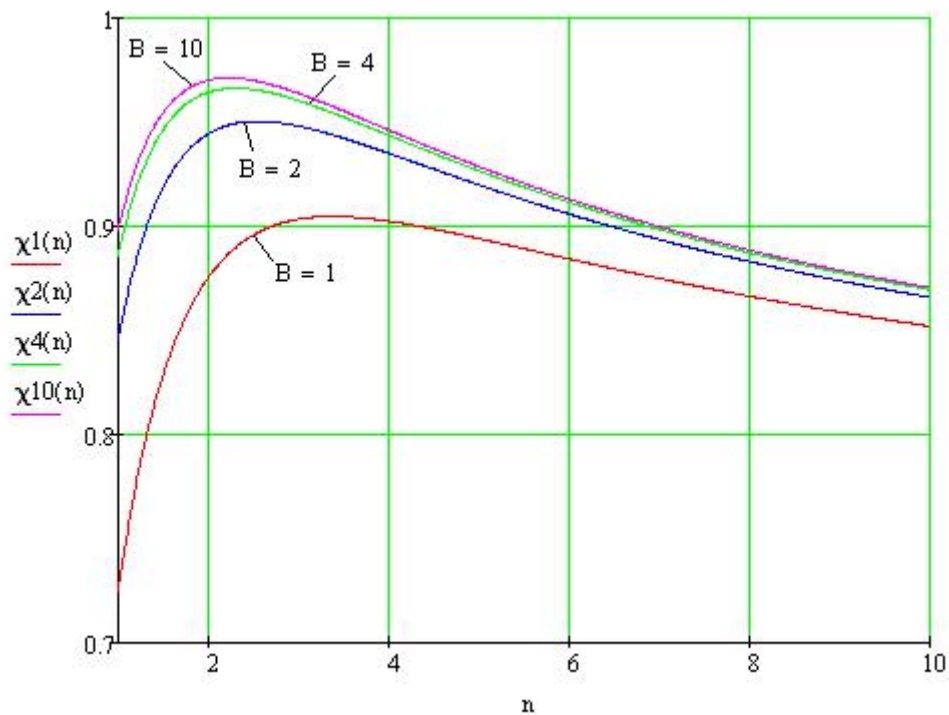


Рис.12 Зависимость коэффициента мощности от коэффициента трансформации обмоток дросселя для различных коэффициентов запаса по индуктивности.

Максимум коэффициента мощности соответствует коэффициенту трансформации $n=2$. Если запас по индуктивности бесконечно большой, то максимум коэффициента мощности соответствует значению 0,972.

5. Моделирование работы схемы в OrCAD PSpice

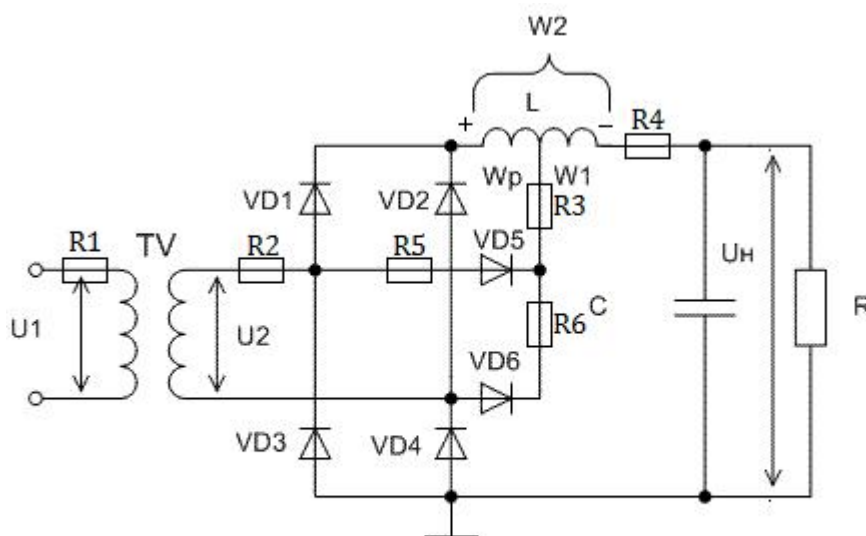


Рис.13 Принципиальная схема

$$R1=R2=R3=R4=R5=R6=1 \text{ Ом}$$

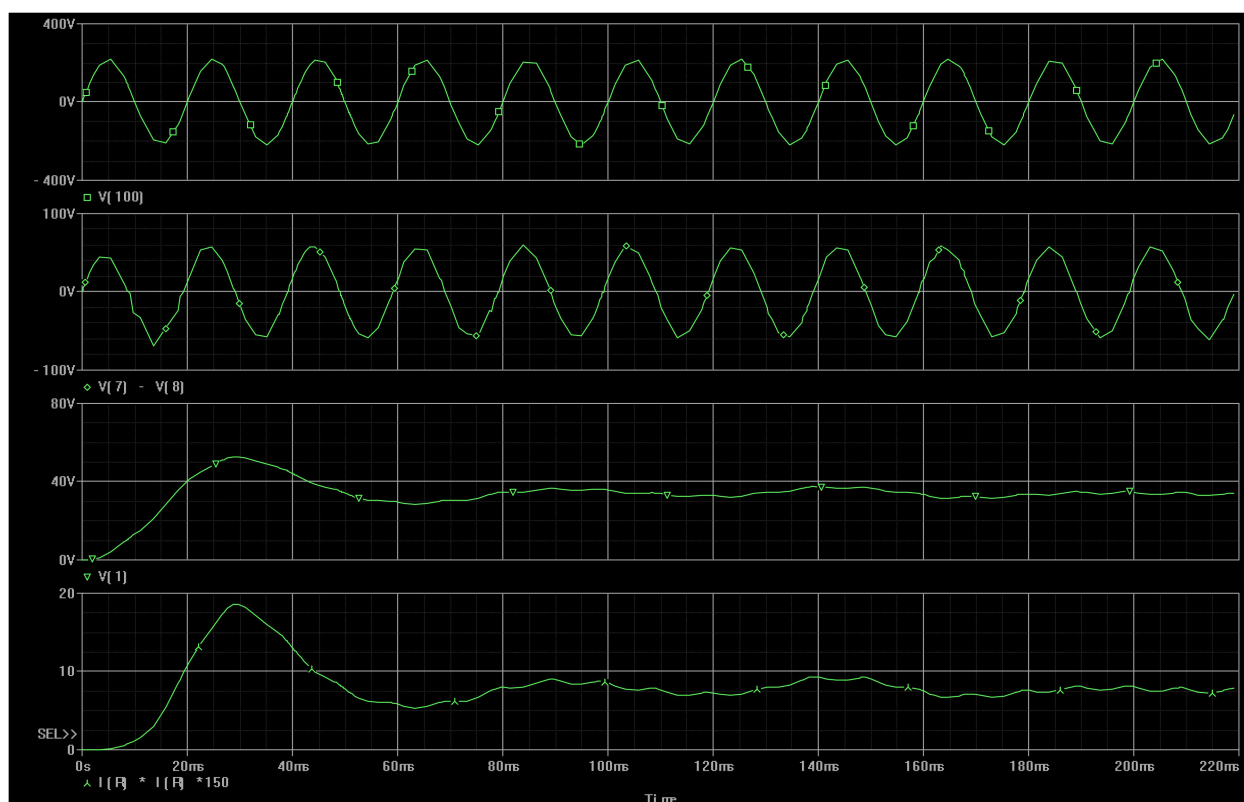


Рис.14 Диаграммы: $U_1(t)$; $U_2(t)$; $U_{вых}(t)$; $P_H(t)$

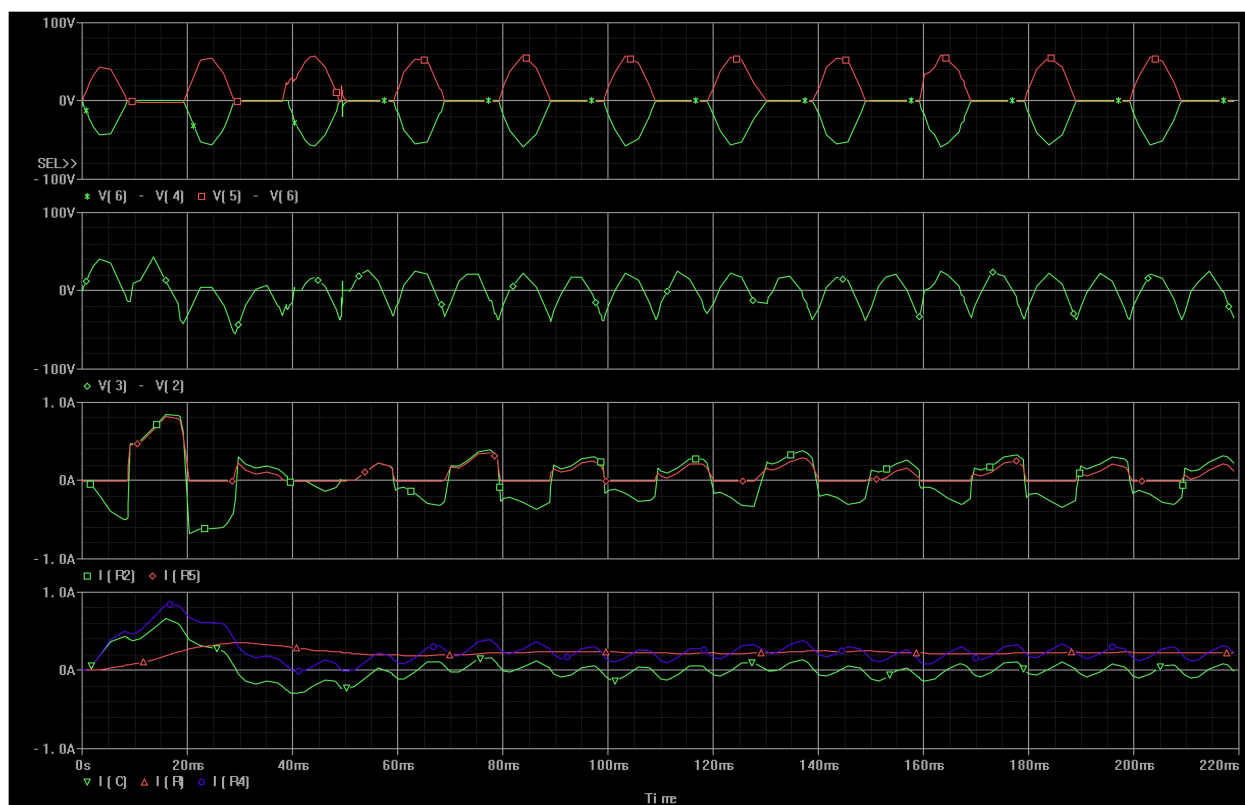


Рис.15 Диаграммы: $U_{d1}(t)$, $U_{d2}(t)$; $U_{L2}(t)$; $I_{R2}(t)$, $I_{R5}(t)$, $I_C(t)$, $I_R(t)$, $I_{R4}(t)$.

Программа в пакете Pspice:

```
XXXAC
V 20 0 SIN(0 220 50)
R1 20 21 1
L1 21 0 0.01
L2 8 7 2.8M
R2 8 6 1
K L1 L2 0.53
R 1 0 150
C 1 0 200U
D1 6 4 DIODE
D2 7 4 DIODE
D3 0 6 DIODE
D4 0 7 DIODE
D5 6 10 DIODE
R5 10 5 1
D6 7 9 DIODE
R6 9 5 1

R3 5 3 1
L3 3 4 0.41
L4 2 3 0.41
R4 2 1 1

.MODEL DIODE D0
.TRAN 0.1U 400M
.PROBE
.END
```

6. Экспериментальные данные

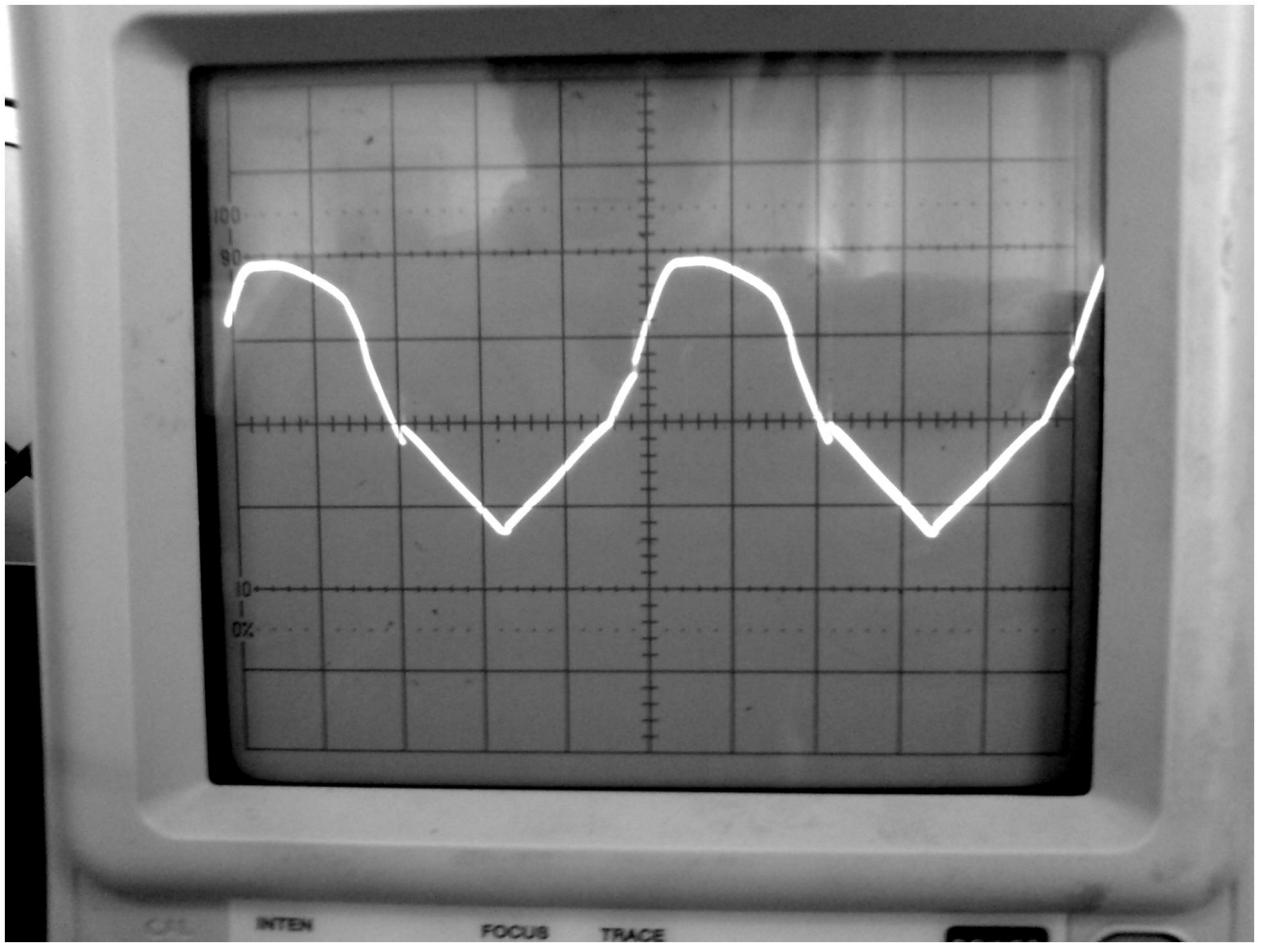


Рис.12 Диаграмма напряжения на дросселя.

Масштаб: по вертикали 1 кл.=5 В.

по горизонтали 1 кл.=2 мс.

Период: $T=5 \text{ кл.} \cdot 2 \text{ мс}=10^{-2} \text{ с}$

Напряжение: $U^+=1,8 \text{ кл.} \cdot 5 \text{ В}=9 \text{ В}$

$U^- =1,3 \text{ кл.} \cdot 5 \text{ В}=6,5 \text{ В}$

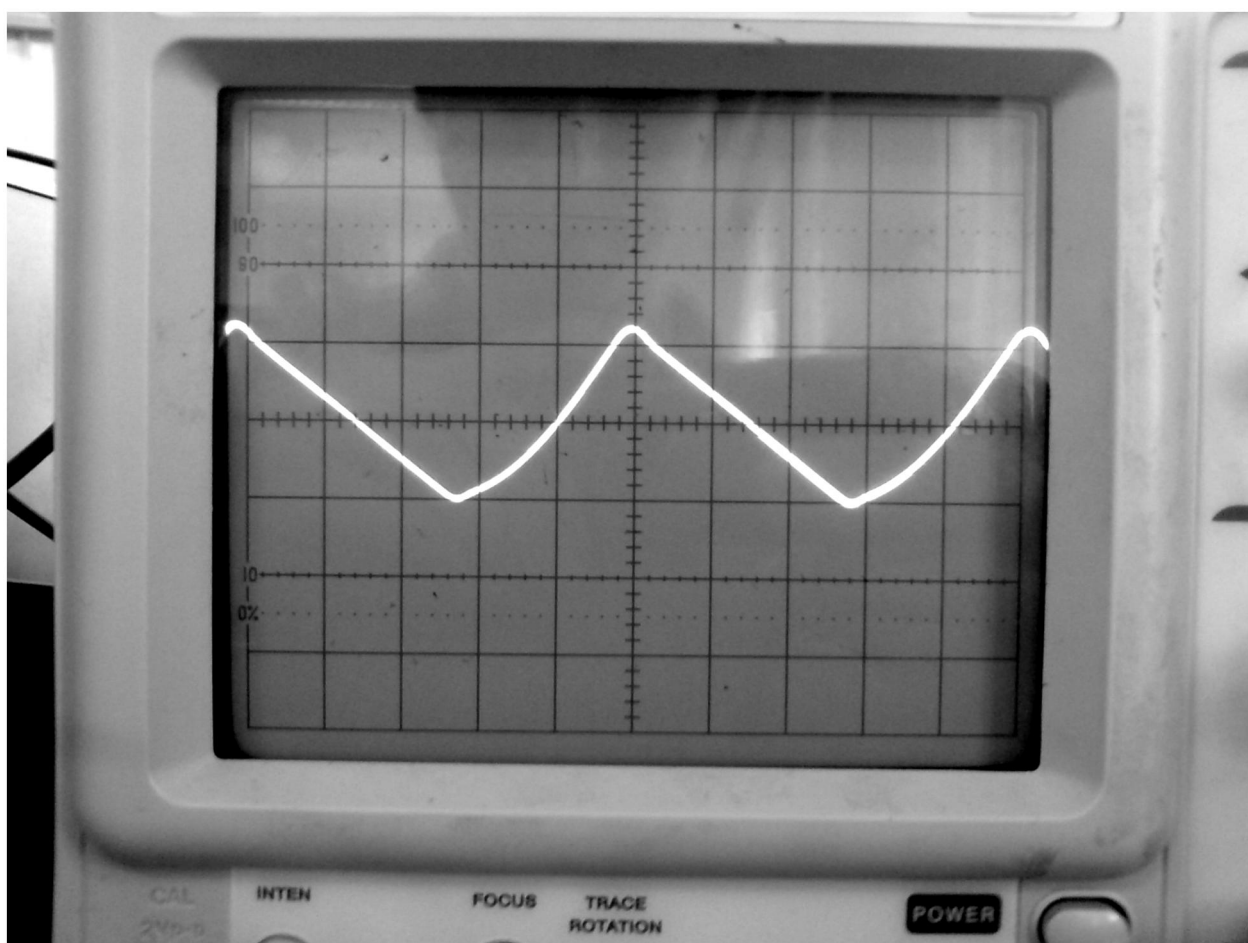


Рис.13 Диаграмма напряжения на конденсаторе.

Масштаб: по вертикали 1 кл.=1 В.

по горизонтали 1 кл.=2 мс.

Период: $T=5 \text{ кл.} \cdot 2 \text{ мс} = 10^{-2} \text{ с}$

Напряжение: $U^+=1,2 \text{ кл.} \cdot 1 \text{ В} = 1,2 \text{ В}$

$U^-=1 \text{ кл.} \cdot 1 \text{ В} = 1 \text{ В}$

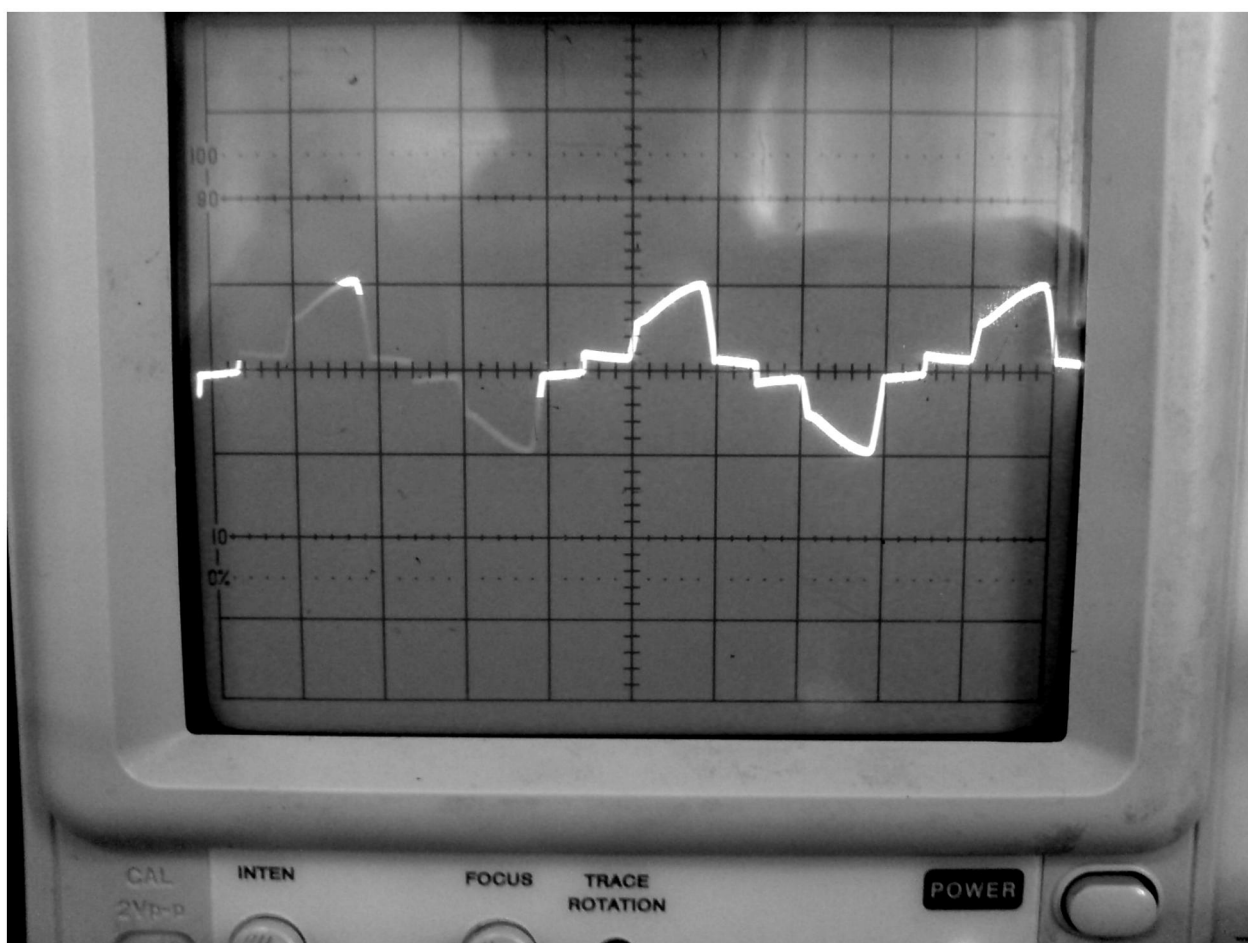


Рис.14 Диаграмма напряжения на входном шунте.

$$R_{\text{ш}} = 1 \text{ Ом}$$

Масштаб: по вертикали 1 кл. = 0,5 В.

по горизонтали 1 кл. = 2,5 мс.

Период: $T = 4 \text{ кл.} \cdot 2,5 \text{ мс} = 10^{-2} \text{ с}$

Ток: $I = 1 \text{ кл.} \cdot 0,5 \text{ В} / 1 \text{ Ом} = 0,5 \text{ А}$

$$I_1^+ = 0,2 \text{ кл.} \cdot 0,5 \text{ В/1 Ом} = 0,1 \text{ А}$$

$$I^- = 1 \text{ кл.} \cdot 0,5 \text{ В/1 Ом} = 0,5 \text{ А}$$

$$I_1^- = 0,2 \text{ кл.} \cdot 0,5 \text{ В/1 Ом} = 0,1 \text{ А}$$

Снятые диаграммы напряжений и тока совпадают с теоретическими, что подтверждает правильность работы схемы.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
151A51	Лю Шуфань

Школа	ИШЭ	Отделение школы (НОЦ)	Электроснабжение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроника и нанoeлектроника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску; оклады были приняты в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	2. 30% премии; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент для г. Томска.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	3. Размер страховых взносов - 30%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Проведение анализ: Потенциальные потребители результатов исследования, конкурентные технические решения с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, Технология QuaD, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения НИ. Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	2. Определение структуры плана проекта и трудоёмкости работ, разработка графика проведения НИ, бюджет НИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	3. Определение интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального показателя ресурсоэффективности, интегрального показателя эффективности и сравнительной эффективности вариантов исполнения

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
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеева Вера Николаевна	к.ф.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A51	Лю Шуфань		

7.1 Предпроектный анализ

7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Продукт: установка для исследования индикаторного режима работы сельсинов.

Целевой рынок: академии, технические университеты, институты, школы.

Таблица 6

		Вид электрофизических лабораторных установок		
		Электронные	Электромеханические	Механические
<i>Потребители</i>	ТГУ			
	ТПУ			
	ТПТ			

Рис. 20. Карта сегментирования рынка услуг по разработке лабораторных установок

ТГУ – Томский государственный университет; ТПУ – Томский политехнический университет; ТПТ – Томский политехнический техникум

В карте сегментирования показано, что ниша на рынке разработки электромеханических и механических лабораторных установок имеет низкие уровни конкуренции. Поэтому предприятие намерено ориентировать на разработку электромеханических лабораторных установок.

С развитием электроники и нанoeлектроники, спрос современных электронных лабораторных установок скоро увеличивается, поэтому в дальнейшем предприятие будет привлекаться этим направлением.

7.1.1 Анализ конкурентных решений позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. В качестве конкурентов можно выбирать Диамех 2000 (К1) и Томский приборный завод (К2). Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения приведен в таблице 1.

Таблица 6 – оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Таблица 6

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособности		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	5	3	1	1	0,6
3. Надежность	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
4. Простота эксплуатации	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,08	4	5	4	0,32	0,4	0,32
2. Уровень проникновения на рынок	0,07	3	5	4	0,21	0,35	0,28
3. Цена	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	3	4	5	0,24	0,32	0,4
5. Послепродажное обслуживание	0,06	3	5	4	0,18	0,3	0,24
6. Срок выхода на рынок	0,05	5	4	5	0,25	0,2	0,25
7. Наличие сертификации разработки	0,06	4	5	5	0,24	0,3	0,3
Итого	1	46	50	47	4,34	4,57	4,09

Изучая полученные результаты можно сказать, что разрабатываемая лабораторная установка является конкурентоспособной. Сильными сторонами являются удобство в эксплуатации, надежность и низкая цена. Слабыми сторонами являются предполагаемый срок эксплуатации, уровень проникновения на рынок и послепродажное обслуживание.

Для устранения этих недостатков необходимо производить более глубокие маркетинговые исследования, разрабатывать более детальные условия обслуживания после продажи.

7.1.2 SWOT – анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Для SWOT-анализа построена таблица 7.

Таблица 7 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: C1. Простота в эксплуатации. C2. Ремонтопригодность C3. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. C4. Экологичность технологии. C5. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие интеллектуального интерфейса. Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров. Сл3. Отсутствие инженеринговой компании, способной построить производство под ключ.
Возможности: B1. Использование современной электроники в создание интеллектуального интерфейса. B2. Появление дополнительного спроса на новый продукт.	B1C1C3C4C5; B2C1C3C4C5; B3C3C5; B4C3C4C5	B1Сл1Сл3; B2Сл3; B4Сл4

В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований.		
В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.		
Угрозы: У1. Уменьшение спроса на без микропроцессорных технологий производств. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	УГ1С1С2С5; УГ2С1С2С4С5; УГ3С3С4; УГ4С3С4	УГ1Сл1Сл2Сл3; УГ2Сл1Сл2; УГ4Сл1Сл4

На основании анализа, выяснены сильные, слабые стороны, возможности и угрозы и их соответствия, которые помогают предприятию узнать степень необходимости проведения стратегических изменений.

7.2 Планирование научно-исследовательских работ

7.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В данном разделе будет составлен перечень работ по проведению научного исследования и распределению исполнителей. Исполнителями являются студент, научный руководитель и работник. В таблице 3 представлены все нужные данные.

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб.	Наименование работ	Исполнитель
----------------	--------	--------------------	-------------

Подготовительный	1	Постановка задачи и целей дипломного проекта, принятие задания к выполнению	Руководитель Студент
	2	Подбор и изучение материалов по тематике	Руководитель Студент
	3	Анализ предметной области	Руководитель Студент
	4	Выявление участников и основных шагов выполнения	Руководитель Студент
Проектирование	5	Выбор исполнительных, измерительных, коммутационных устройств	Руководитель Студент
	6	Изучение конструкторской документации, паспорта приборов, устройств	Студент
	7	Измерение габаритов деталей, приборов	Студент
	8	Расчет параметров установки по методу размерной цепи	Студент
	9	Разработка проектных конструкций установки в ORCAD	Студент
	10	Разработка конструкции электрооборудований, входящих в установку	Руководитель Студент
	11	Расчет параметров электронных компонентов.	Студент
	12	Разработки технологического процесс изготовления и методики выполнения работ	Руководитель Работник Студент
Оформление документации и подготовка отчета	13	Оформление пояснительной записки и подготовка к защите	Руководитель Студент

7.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников 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_{oji} используется следующая

формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5},$$

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

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

$t_{\text{max}i}$ – 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 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{\text{Ч}_i},$$

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

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

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

7.2.3 Разработка график проведения научного исследования

Для разработки графика проведения научного исследования используется диаграмма 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 подсчета календарных дней необходимо вычислить коэффициент календарности и умножить его на продолжительность выполнения в рабочих днях. Для 2014 года коэффициент календарности равен 1,48 (количество дней в 2014 году: календарных – 365 дней; рабочих – 274 дней; выходных – 104 дня; праздничных – 14 дней).

Таблица 9 – Временные показатели проведения научного исследования

№ р а б о т ы	Трудоёмкость работ									Исполните ли			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ожг}$, чел-дни											
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	1	1	1	2	2	2	1,4			НР , С	Н Р, С	Н Р, С	0,7	0,7	0,7	1,0 36	1,0 36	1,036
								1,4	1, 4									
2	3	2	4	4	3	4	3,4			НР , С	Н Р, С	Н Р, С	1,7	1,2	2	2,5 16	1,7 76	2,96
								2,4	4									
3	2	1	1	2	2	3	2			НР , С	Н Р, С	Н Р, С	1	0,7	0,9	1,4 8	1,0 36	1,332
								1,4	1, 8									

4	1	1	1	2	1	2	1,4	1	1,4	HP, C	HP, C	HP, C	0,7	0,5	0,7	1,036	0,74	1,036
5	5	5	6	6	7	8	5,4	5,8	6,8	C	C	C	5,4	5,8	6,8	7,992	8,584	10,064
6	3	3	5	4	5	5	3,4	3,8	5	C	C	C	3,4	3,8	5	5,032	5,624	7,4
7	2	2	3	2	2	3	2	2	3	C	C	C	2	2	3	2,96	2,96	4,44
8	4	3	4	5	4	6	4,4	3,4	4,8	C	C	C	4,4	3,4	4,8	6,512	5,032	7,104
9	14	14	15	17	15	20	15,2	14,4	17	C	C	C	7,6	7,2	8,5	11,248	10,656	12,58
10	10	9	12	10	11	15	10	9,8	13,2	HP, C	HP, C	HP, C	10	9,8	13,2	14,8	14,504	19,536
11	3	4	3	5	4	5	3,8	4	3,8	C	C	C	3,8	4	3,8	5,624	5,92	5,624
12	9	8	10	11	10	12	9,8	8,8	10,8	HP, C, P	HP, C, P	HP, C, P	3,3	2,9	3,6	4,8	4,3	5,328
13	10	11	14	12	14	15	10,8	12,2	14,4	HP, C	HP, C	HP, C	5,4	6,1	7,2	7,992	9,028	10,656
Итого	67	64	79	82	80	100	73	70,4	87,4				49,4	48,1	60,2	73,1	73,23	89,1

Таблица 10 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ ра бо т	Вид работ	Ис по лн ите ли	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Постановка задачи и целей дипломного проекта, принятие задания к выполнению	НР С	1,03 6														
2	Подбор и изучение материалов по тематике	НР	1,77 6														

		С															
3	Анализ предметной области	НР С	1,03 6														
4	Выявление участников и основных шагов выполнения	НР С	0,74														
5	Выбор исполнительных, измерительных, коммутационных устройств	НР С	8,58 4														
6	Изучение конструкторской документации, паспорта приборов, устройств	С	5,62 4														
7	Измерение габаритов деталей, приборов	С	2,96														
8	Расчет параметров установки по методу размерной цепи	С	5,03 2														
9	Разработка проектных конструкций установки в ORCAD	С	10,6 56														
10	Разработка конструкции электрооборудований, входящих в установке	НР С	14,5 04														
11	Расчет параметров электронных компонентов.	С	5,92														
12	Разработки технологического процесс изготовления и методики выполнения работ	НР С	4,3														

		Р																	
13	Оформление пояснительной записки и подготовка к защите	НР	9,028																
		С																	

7.3 Бюджет научно – технического исследования (НТИ)

7.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

В данной части рассчитывается стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. В таблице 6 представлены все затраты.

Таблица 11 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.		Затраты на материалы	
			Пост. 1	Пост.2	Пост. 1	Пост.2
Печатная плата	шт.	5	50	65	250	325
Транзисторы	шт.	2	120	125	240	250
Диоды	шт.	4	4,25	3,50	17	14
Конденсаторы	шт.	1	2,5	4	2,5	4
Резисторы	шт.	5	2	3,5	10	17,5
Итого					519,5	610,5

Из данной таблицы видно что, самым дешевым оказался вариант второго исполнения, самым дорогим – второго.

7.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Таблица 12 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Оборудование	Время работы $t_{об}$ (ч.)	Потребляемая мощность $P_{об}$ (кВт.)	тарифная цен Π_z (кВт/ч);	Затраты $\mathcal{E}_{об}$ (руб.)
Осциллограф	135	0,05	4.3	29,025
Вольтметр	135	0,01		5,805
Источник питания	135	0,03		17,415
Персональный компьютер	120	0,3		154,8
Итого:	525	0,39		207,045

Итоговые затраты на электроэнергию составляют:

$$\mathcal{E}_{общ.} = 207,045 * 1,15 = 238,1 \text{ руб.}$$

7.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

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

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим

работником, раб. дн.

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где $Z_{\text{м}}$ – 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;

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от $Z_{\text{тс}}$);

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

Таблица 13 – Заработная плата

Исполнитель	Разряд	$k_{\text{т}}$	$Z_{\text{тс}}$ руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ руб.	$Z_{\text{дн}}$ руб.	$T_{\text{р}}$	$Z_{\text{осн}}$ руб.
Научный	17	3,51	17353,44	0	0,2	1,3	27071,36	32485,63	0,67	21667,91

руководитель										
Инженер	2	1,04	13936	0,3	0,2	1,3	27175,2	32610,24	1,72	56089,61
Итого										77757,52

7.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}},$$

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

Выбираем $k_{\text{доп}}=0,15$ тогда для инженера дополнительная заработная плата составила: $З_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 56089,61 = 8413,44$ руб.

7.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

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

$$K_{\text{внеб}} = K_{\text{пен.ф}} + K_{\text{оц.стр}} + K_{\text{мед.стр}},$$

где

$K_{\text{пен.ф}}$ – коэффициент отчислений в пенсионные фонды (0,22);

$K_{\text{оц.стр}}$ – коэффициент социального страхования (2,9);

$K_{\text{мед.стр}}$ – коэффициент медицинского страхования (5,1).

Отсюда получаем:

$$k_{внеб} = 0,3$$

$$З_{внеб} = 0,3 \cdot 64503,05 = 19350,91 \text{ руб.}$$

Суммируя все статьи расходов получаем общую себестоимость дипломного проекта, полученные результаты заносятся в общую таблицу 14:

Таблица 14

Статья расходов	Стоимость (Ист. 1) руб.	Стоимость (Ист. 2) руб.
Материальные затраты	2507	3193
Затраты на электроэнергию	279,51	179,51
Затраты на основную заработную плату	77756,2	77756,2
Затраты на дополнительную заработную плату	8412,35	8412,35
Затраты на отчисление во внебюджетные фонды	19350,6	19350,6
Итого	108305,66	108991,66

В итоге общие затраты на реализацию научного проекта составило:

$$C_{общ.1} = 108305,66 \text{ руб}$$

$$C_{общ.2} = 108991,66 \text{ руб}$$

Вывод: Видно, что величина общих затрат отличаются незначительно, ввиду того, что доля материальных затрат незначительна. Основную долю затрат составила зарплата.

7.3.6 Оценка эффективности проекта

Немаловажным критерием расчета является оценка эффективности дипломного проекта, определяются две важные составляющие:

- Показатель финансовой эффективности

- Показатель ресурсоэффективности.

Показатель финансовой рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения проекта (в т.ч. аналоги).

Таблица 15:

Параметр	Φ_{pi} руб.	Φ_{max} руб.	$I_{финр}^{исп.i}$
Исполнитель 1	108305,66	225443	0,480
Исполнитель 2	108991,66		0,483

Из таблицы видно, что интегральный показатель не сильно отличается. Он имеет величину меньшую единицы, соответственно разработка эффективна.

Теперь производится расчет ресурсоэффективности. Данный показатель рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^N a_i \cdot b_i$$

где

I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент i-го признака научно-технического эффекта;

b_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах (от 1 до 10).

Расчет ресурсоэффективности производится по каждому критерию, по которому характеризуется готовый рабочий прототип (удобство эксплуатации, точность позиционирования и т.д.) и заносится в таблицу 16:

Критерий	Весовой коэффициент	Балльная оценка	
		Исп.1	Исп.2
Удобство в эксплуатации	0,1	7	2
Точность позиционирования	0,25	7	9
Помехоустойчивость	0,1	8	9
Энергосбережение	0,15	2	5
Надежность	0,25	6	8
Материалоемкость	0,05	2	5
Цена	0,1	2	4
Итого	1	34	42

Анализируя таблицу рассчитывается интегральная оценка эффективности для двух исполнений.

$I_{p1} = 5,35$ – показатель ресурсоэффективности для первого исполнен;

$I_{p2} = 6,75$ – показатель ресурсоэффективности для второго исполнения.

Получив значения коэффициентов ресурсоэффективности и финансовой эффективности рассчитывается показатель эффективности разработки:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{pi}}{I_{исп.iфинр}}$$

$I_{исп.1} = 11,14$ – интегральный показатель эффективности вариантов;

$I_{исп.2} = 13,97$ – интегральный показатель эффективности вариантов.

Для качественного анализа используется сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp.} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

$$\mathcal{E}_{cp.} = 0,79$$

Все полученные параметры сравнительного анализа заносятся в таблицу 16:

Показатели	Исп. 1	Исп. 2
Интегральный показатель финансовой эффективности	0,48	0,483
Интегральный показатель ресурсоэффективности	5,35	6,75
Интегральный показатель эффективности вариантов	11,14	13,97
Сравнительная эффективность	0,79	

Сравнение эффективностей показывает, что наиболее эффективным является второй вариант исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Группа	ФИО
<u>151A51</u>	Лю Шуфань

Школа	ИШНКБ	Отделение(НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроника и нанoeлектроника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса,	Рабочим местом является учебная лабораторная аудитория 241 корпус №16В. Производственная лаборатория с естественной вентиляцией воздуха расположено. В помещении размещено оборудование: лампы и компьютеры; площадь помещения составляет: 18,5 м2,
2. Отбор законодательных и нормативных документов	ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности; 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;
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных факторов	-показателей микроклимата; -общая система производственного освещения; -шум от работы ламп и компьютеров; -электромагнитных излучений
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой	-электробезопасность
3. Охрана окружающей среды:	Охрана окружающей среды: анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:	Вероятной ЧС является пожар ; средства тушения, план эвакуация,
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности и социальной защиты работников на предприятии	Правовые нормы трудового законодательства и мероприятия по Соц.защиты работников от НС-конкретно

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
Задание выдал консультант:	

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дашковский Анатолий Григорьевич	кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студентка:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<u>151A51</u>	Лю Шуфань		

Введение

Целью ВКР является разработка однофазного мостового выпрямителя с вентильно-индуктивным формированием входного тока . Также в рамках исследования и анализа будет производиться доработка, усовершенствования данного устройства.

Экспериментальной частью является проведение вибродиагностики с заданными характеристиками станка (жесткость, которая может варьироваться в определенных пределах благодаря специальным ПРУЖИНЗМ), а также анализ полученных данных.

Питание радиооборудования от электросети переменного тока является наиболее экономичным, удобным и надежным способом электропитания. Но для питания цепи требуется постоянный ток, по этой причине переменный ток электросети преобразуется в пульсирующий (ток постоянного напряжения, который периодически изменяется по величине), уменьшая затем пульсации до небольшой величины, чтобы он не создает заметных помех (фона) в громкоговорителе, телефоне, на экране и т. д

8. Безопасность жизнедеятельности

8.1 Техногенная безопасность

В процессе проведения исследования выполнялась работа на персональном компьютере (ПК) в помещении кафедры ПМЭ. Часть исследования проходила в лабораторных условиях.

Были выявлены вредные и опасные факторы при разработке и эксплуатации схемы понижающе-повышающий преобразователь постоянного напряжения из ГОСТ 12.0.003 - 74.[15]

Радиоактивные вещества в лаборатории не используются, источники ионизирующего излучения отсутствуют.

8.1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

8.1.1.1 Показателя 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.

К показателям, характеризующим микроклимат, относятся:

- температура воздуха [$^{\circ}\text{C}$];
- относительная влажность [%];

– скорость движения воздуха [м/с];

Приведем оптимальные и допустимые показатели микроклимата производственных помещений согласно СанПиН 2.2.4.548–96 [8].

Таблица 18– Оптимальные показатели микроклимата

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, ккал/ч	Температура воздуха, С°	Температура поверхностей, 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 19 – Допустимые показатели микроклимата

Период года	Температура, °С		Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин
Холодный	19 – 20,9	23,1 – 24	15 – 75	0,1	0,2
Теплый	20 – 21,9	24,1 – 28	15 – 75	0,1	0,3

Отопление лаборатории и корпуса в целом водяное с применением радиаторов. Поскольку работа сопряжена с выделением горючих и поддерживающих горение паров и газов, лаборатория оборудована системой вентиляции. Измеренные показатели микроклимата лаборатории соответствуют оптимальным показателям.

8.1.1.2 Освещенность рабочего места

Классификация освещения по источнику света включают три типа, естественное, искусственное и совмещенное.

По расположению источника света естественное освещение делится на верхнее, боковое и комбинированное. Искусственное освещение делится на общее равномерное, общее локализованное и комбинированное.[14]

В таблице 20 обозначены нормы разных видов освещения для помещений предполагающих работу за ПК

Таблица 20 - Нормы освещенности рабочего места для работы за ПК.[14]

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО ед, %		КЕО ед, %		Освещенность, лк		Показатель дискомфорта М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более	
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении	при общем освещении			
						все го	от общ его			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лаборатории научно-технические (кроме медицинских учреждений)	Г - 0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	40	10

Освещение рабочей зоны за ПК должно быть достаточным, не очень ярким, не блестящим, с равномерным распределением яркости.[5]

Длительная работа за ПК при недостаточном освещении приводит к снижению остроты зрения, к усталости и сухости глаз, а также к ухудшению сна.

Качественному освещению рабочего места за ПК служат определенные светильнички с зеркализированными решетками и люминесцентными лампами. Светильники должны размещаться сбоку на уровне зрению и сверху в виде лении.

Правильное оснащение рабочего места зависит от выбора типа светильника и его расположения.

Для исследуемого лабораторного помещения необходимо провести расчёт системы общего равномерного освещения. Основные параметры данного помещения представлены в таблице 21.

Таблица 21 — Основные параметры лабораторного помещения

Параметры	Значения
Длина А, м	7
Ширина В, м	5
Высота Н, м	4,5
Высота рабочей поверхности h, м	1
Коэффициент отражения бетонных стен с окнами рс, %	50
Коэффициент отражения свежепобелённого потолка рп, %	70

Площадь помещения:

$$S=A*B=7*5= 35 \text{ M}^2$$

Допустимые значения наименьшей освещенности рабочего места для данного лабораторного помещения приведены в таблице 22.

Таблица 22 — Нормирование значения освещенности на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении, согласно

СНиП 23-05-95 [1]

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта, мм	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Освещённость E, лк	
					Комбинированное освещение, лк	Общее освещение, лк
Малая точность (5 разряд зрительной работы)	1,0-5,0	a	Малый	Тёмный	300	200

Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,5$. Коэффициент неравномерности люминесцентных ламп Принимаем высоту светильников h_c (свес) принимаем равной 0,5 м. Расчёт показано на рис.1.

Высота светильника над рабочей поверхностью:

$$h = H - h_{rp} - h_c = 4,5 - 1 - 0,5 = 3 \text{ м}$$

Расстояние между соседними рядами:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 3 = 4,2 \text{ м}$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = L/3 = 4,2/3 = 1,4 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_b = B/h = 5/3 = 1,66 \approx 2$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = A/L = 7/4,2 = 1,67 \approx 2$$

Общее число светильников:

$$N = 2 \times N_a \times N_b = 2 \times 2 \times 2 = 8$$

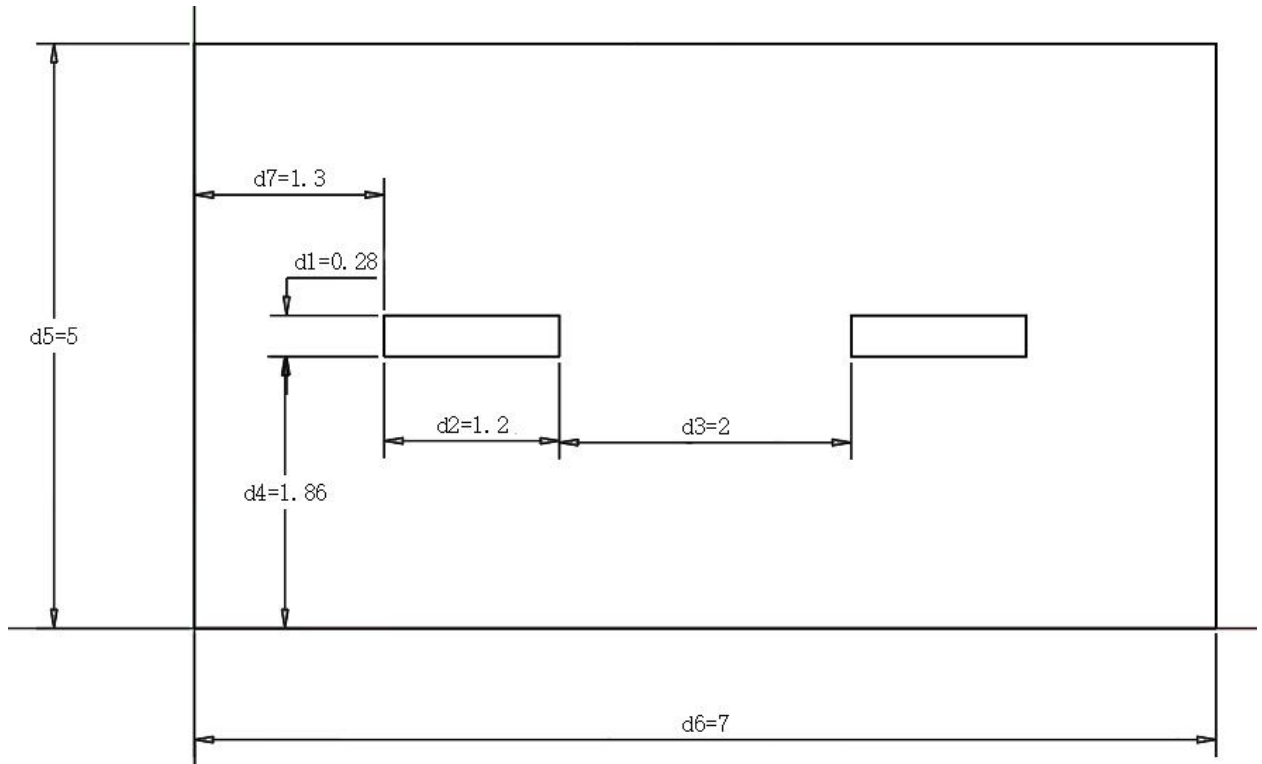


Рисунок 20— План помещения и размещения светильников с

люминесцентными лампами

$d_1 = 0.28\text{m}$; $d_2 = 1.2\text{m}$; $d_3 = 2\text{m}$; $d_4 = 1.86\text{m}$; $d_5 = 5\text{m}$; $d_6 = 7\text{m}$; $d_7 = 1.3\text{m}$;

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A + B)} = \frac{5 \times 7}{3 \times (5 + 7)} = 1.094$$

Коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0,6$$

Световой поток группы люминесцентных ламп:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 28 \cdot 1.5 \cdot 1.1}{4 \cdot 0.6} = 3850\text{лм}$$

Выбор лампы:

В качестве источника света выбираем газоразрядную люминесцентную лампу дневной цветности ЛД-80, световой поток $\Phi_{\text{лд}}$ которой равен 4250 Лм. Т.к. данное лабораторное помещение обладает умеренной влажностью и запылением, а так же хорошим отражением потолка и стен, то в качестве светильника выбираем открытые двухламповые типа ОД-2-80. В таблице 23 представлены основные характеристики данного светильника.

Таблица 23 — Основные характеристики открытых двухламповых светильников типа ОД-2-80

Количество и мощность лампы	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	КПД, %	Наименьшая допустимая высота подвеса над полом, м
2x80	1531	266	198	75	3,5

Проверка выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛБ}} - \Phi}{\Phi_{\text{ЛБ}}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$\frac{4250 - 3850}{4250} \cdot 100\% = 9,4\%$$

Вывод: Необходимый световой поток не выходит за пределы требуемого диапазона.

8.1.1.3 Уровень шума на рабочем месте

На рабочем месте влияет 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 СанПиН 2.2.4.3359-16, и их проверка должна проводиться не реже двух раз в год.

По СанПиН 2.2.4.3359-16 нормируются параметры шума и при проведении работ уровень звука должен быть не более 80 ДБА;

Меры по борьбе с шумами:

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

8.1.1.4 Электромагнитных излучений

Электромагнитное излучение — это электромагнитные волны, которые возникают при возмущении магнитного или электрического поля. Электромагнитные излучения оцениваются показателями интенсивности электромагнитного поля и электрической нагрузки, которую оно создает. ЭМП зависит от напряженности электрического и магнитного полей. Допустимый нормы электро-магнитные компьютеры полей который создают персональный компьютеры представлены в таблице 24.

Таблица 24 - Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ 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
	В диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	250 иТл
	В диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	25 иТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Электромагнитное излучение, создаваемый электрическими приборами становятся причиной возмущения. Под действием ЭМП ослабляется иммунитет, эти отрицательно воздействует на работу мозга и нервной

системы, сердечнососудистой системы, понижает иммунитет. Для того чтобы замизититься от ЭМП следует сокращать количество времени, проведенного за ПК, и находиться от него на большом расстоянии.

8.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

8.2.1 Электробезопасность

Электрический ток — направленное (упорядоченное) движение частиц или квазичастиц. Электрический ток является опасным фактором, который проявляется в виде электрической травмы.

Степень воздействия электрического тока определяется характеристиками тока и напряжения, продолжительностью воздействия на человека и условиями окружающей среды. Электрический ток воздействует на человека тепловыми (ожогами), электролитическими (разложение крови и других органических жидкостей), механическим (повреждение различных организмов) и биологическими (судорожные мышечные сокращения).

Источником электрошока является открытая механическая часть элементов электрических приборов, жгута проводов, переключателя, гнезда.

В средства обеспечения электробезопасности: средства электрических установок, технические методы, средства защиты и технические проблемы.

Средства защиты от случайного контакта с токоведущими частями -это защитные оболочки, барьеры для мостов, изоляция токоведущих частей, низкое напряжение и т. д. [ГОСТ электробезопасность общие требования] [8]

При пользовании электроприборами в быту необходимо соблюдать основные правила электробезопасности: не пользоваться поврежденными электроприборами, использовать электроприборы в соответствии с инструкцией по применению, не перегружать сеть.

Согласно ГОСТ Р 12.1.019–2009 [11] данная лаборатория относится к первому классу опасности, так как в ней учтены все необходимые правила по электробезопасности, это сухое помещение без повышенного напыления, температура воздуха нормальная, пол покрыт изоляционным материалом. Все

электрооборудование и приборы находятся на своих местах и имеют защитное заземление с сопротивлением не более 4 Ом, согласно ГОСТ 12.1.030–81 [12]. Все сотрудники проходят первичный инструктаж по электробезопасности.

8 3. Охрана окружающей среды

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.

8.3.1 Анализ «жизненного цикла» объекта исследования.

Жизненный цикл ультразвукового лоатора 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 (термометр, индекатор, отдельных ультразвукокомпонентов схемы) и установка на ультразвуковой локатор.

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

5. *Стадия утилизации.*

Использование ультразвукового локатора 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.

8.3.2 Отходы при лабораторной работе

При обращении с твердыми отходами: бытовой мусор (отходы бумаги, отработанные специальные ткани для протирки офисного оборудования и экранов мониторов, пищевые отходы); отработанные люминесцентные лампы; офисная техника, комплектующие и запчасти, утратившие в результате износа потребительские свойства – надлежит руководствоваться Постановлением Администрации г. Томска от 11.11.2009 г. №1110 (с изменениями от 24.12.2014): бытовой мусор после предварительной сортировки складировать в специальные контейнеры для бытового мусора; утратившее потребительские свойства офисное оборудование передают специальным службам для сортировки, вторичного использования или складирования на городских мусорных полигонах. Отработанные люминесцентные лампы утилизируются в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 03.09.2010 №681. Люминесцентные лампы, применяемые для искусственного освещения, являются ртутьсодержащими и относятся к 1 классу опасности. Ртуть люминесцентных ламп способна к активной воздушной и водной миграции. Интоксикация возможна только в случае разгерметизации колбы, поэтому основным требованием экологической безопасности является сохранность целостности отработанных ртутьсодержащих ламп. Отработанные газоразрядные лампы помещают в защитную упаковку, предотвращающую повреждение стеклянной колбы, и передают специализированной организации для обезвреживания и переработки. В случае боя ртутьсодержащих ламп осколки собирают щеткой или скребком в герметичный металлический контейнер с плотно закрывающейся крышкой, заполненный раствором марганцевокислого калия. Поверхности, загрязненные боем лампы, необходимо обработать раствором марганцевокислого калия и смыть водой. Контейнер и его внутренняя поверхность должны быть изготовлены из неадсорбирующего ртуть материала (винипласта).

К сфере защиты ОС и рационального использования природных ресурсов относится и экономия ресурсов, в частности, энергетических. Реальным

вкладом здесь может стать экономия электрической и тепловой энергии на территории предприятия. Несмотря на кажущуюся малость вклада в энергосбережение и в защиту атмосферного воздуха от загрязнения массовое движение в этом направлении, в том числе, в быту, принесет значимый эффект.

8.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

8.4.1 Пожарная безопасность

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения и здания подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д. Для аудитории корпуса №16В ТПУ аудитории 241 установлена категория пожарной опасности В, согласно ГОСТ 12.1.004–91[13].

Причинами пожара могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность электросетей
- незнание или небрежность обслуживающего персонала;
- курение в неположенных местах.

В связи с этим в лаборатории необходимо выполнять следующие нормы пожарной безопасности:

- для предохранения сети от перегрузок запрещается включать дополнительные не предусмотренные потребители;
- работы в лаборатории проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);
- иметь в наличии план эвакуации людей, который должен висеть на видном

месте;

- оборудование размещать так, чтобы был достаточный проход к выходу.

Так же в лаборатории запрещается:

- пользоваться открытым огнем, курить;
- производить зарядку аккумуляторных батарей;
- хранить легко воспламеняющиеся вещества, за исключением спирта для технологических целей (1 литр).

8.4.2 Эвакуация при пожаре

Здание корпуса 16В, в котором располагается лаборатория соответствует требованиям пожарной безопасности. В здании установлена система охранно-пожарной сигнализации, имеются в наличии порошковые огнетушители и план эвакуации, а так же установлены таблички с указанием направлений к запасному (эвакуационному) выходу (рис.20).

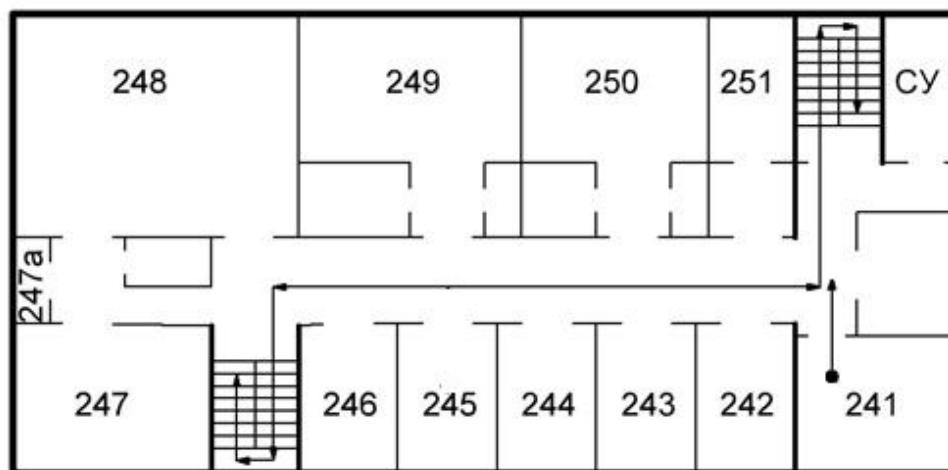


Рис.21 План пожарной эвакуации

8.5 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.

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.

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.

Социальная защита

Социальная защита пострадавших на производстве

Принципы возмещения причиненного вреда. Понятие вины работодателя. Социальное страхование. Виды обеспечения по страхованию. Пособие по временной нетрудоспособности. Единовременные и ежемесячные выплаты. Установление вины застрахованного.

Общие принципы возмещения причиненного вреда

Если вред причинен источником повышенной опасности, работодатель обязан возместить его в полном объеме, если не докажет, что вред возник вследствие непреодолимой силы либо умысла потерпевшего, т.е. работодатель в этих случаях отвечает и при отсутствии своей вины, например, если вред причинен случайно.

Если вред причинен не источником повышенной опасности, работодатель несет ответственность лишь при наличии своей вины и освобождается от ответственности, если докажет, что вред причинен не по его вине.

Понятие вины работодателя понимается в широком смысле, как не обеспечение работодателем здоровых и безопасных условий труда.

Полагающиеся пострадавшему денежные суммы в возмещение вреда, компенсации дополнительных расходов и единовременное пособие могут быть увеличены по согласованию сторон или на основании коллективного договора.

Заявление о возмещении вреда подается работодателю (администрации предприятия).

Работодатель рассматривает заявление о возмещении вреда и принимает соответствующее решение в десятидневный срок. Решение оформляется приказом (распоряжением, постановлением) администрации предприятия.

При несогласии заинтересованного гражданина с решением работодателя или при неполучении ответа в установленный срок спор рассматривается судом.

Социальное страхование

Страховщик – Фонд социального страхования РФ.

Страхователь – Юридические лица любой организационно-правовой формы (в том числе иностранные организации, осуществляющие свою деятельность на территории РФ и нанимающие граждан РФ) либо физические лица,

нанимающие лиц, подлежащих обязательному социальному страхованию.

Федеральным законом от 24 июля 1998 года № 125-ФЗ "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний" произведена замена должника в обязательствах по возмещению вреда, причиненного работнику при исполнении им трудовых обязанностей.

Сам пострадавший или лица, имеющие право на получение возмещения, должны предъявлять соответствующие требования не к работодателю, а к органам Фонда социального страхования РФ.

Если гражданин выполняет работу по гражданско-правовому договору, условия которого не предусматривают обязанность уплаты работодателем страховых взносов, то возмещение работнику утраченного заработка, в части оплаты труда, осуществляется причинителем вреда.

Возмещение застрахованным лицам морального вреда, причиненного, в связи с несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием, осуществляется причинителем вреда.

Виды обеспечения по страхованию:

Пособие по временной нетрудоспособности;

Единовременные страховые выплаты;

Ежемесячные страховые выплаты;

Лечение застрахованного, осуществляемое на территории РФ;

Приобретение лекарственных препаратов;

Уход за застрахованным, в том числе осуществляемый членами его семьи;

Проезд застрахованного и сопровождающего его лица для получения

отдельных видов медицинской и социальной реабилитации;

Медицинская реабилитация;

Изготовление и ремонт протезов;

Обеспечение транспортными средствами при наличии соответствующих медицинских показаний;

Профессиональное обучение и получение дополнительного профессионального образования.

Пособие по временной нетрудоспособности

Пособие по временной нетрудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием подлежит выплате застрахованному работнику за весь период временной нетрудоспособности до его выздоровления или установления стойкой утраты трудоспособности, в размере 100 % среднего заработка, исчисленного в соответствии с действующим законодательством РФ о пособиях по временной нетрудоспособности.

Единовременные и ежемесячные выплаты

Размер единовременной страховой выплаты определяется в соответствии со степенью утраты застрахованным профессиональной трудоспособности исходя из максимальной суммы, установленной федеральным законом о бюджете Фонда социального страхования Российской Федерации на очередной финансовый год.

Ежемесячные страховые выплаты подлежат выплате застрахованному работнику на протяжении всего периода стойкой утраты им профессиональной трудоспособности.

Если при расследовании страхового случая комиссией по расследованию страхового случая установлено, что грубая неосторожность застрахованного

содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, размер ежемесячных страховых выплат уменьшается соответственно степени вины застрахованного, но не более чем на 25 процентов. Степень вины застрахованного устанавливается комиссией по расследованию страхового случая в процентах и указывается в акте о несчастном случае на производстве или в акте о профессиональном заболевании.

При определении степени вины застрахованного рассматривается заключение профсоюзного комитета.

Заключение

В результате проделанной работы была разработана и исследована схема двухполупериодного выпрямителя с вентильно-индуктивным формированием входного тока. Проведено моделирование разработанной схемы, в результате данные полученные при моделировании и экспериментально полученные данные соответствуют теоретическим. Это означает, что проведенные расчеты верны.

По проделанной работе можно сделать следующие выводы:

- изучаемая схема по сравнению с классической мостовой схемой имеет более высокий коэффициент передачи;
- так же для этой схемы свойственна уменьшенная габаритная мощность сглаживающего дросселя;
- незначительное увеличение емкости фильтрового конденсатора при одинаковых уровнях пульсаций по сравнению с классической мостовой схемой с LC -фильтром;
- более высокий коэффициент мощности схемы за счёт приближения формы входного тока к синусоиде;
- увеличение расчетной мощности вентильного комплекта (ток дросселя замыкается через большее количество вентилей).

Таким образом, данный выпрямитель целесообразно использовать в качестве вторичного источника питания различной радиоэлектронной аппаратуры.

Список литературы

- 1) Багинский Б.А. Бестрансформаторные преобразователи переменного напряжения в постоянное. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1990. – 224 с. – 2 р. 500 экз. 2302020000
- 2) Полупроводниковые выпрямители/Под ред. Ф.И.Ковалёва и Р. П. Мостковой. – М.: Энергия, 1978.-319 с.
- 3) Багинский Б. А., Ярославцев Е. В. Методика расчёта однофазного выпрямителя с вентильно-индуктивным формированием входного тока//Электричество, 1987. - №3. – С. 38-43.
- 4) Резисторы: (справочник) / Ю. Н. Андреев, А. И. Антонян, Д.М.Иванов и др.; Под ред. И. И. Четверткова. - М.: Энергоиздат, 1981. - 352с. ил.
- 5) Справочник по электролитическим конденсаторам / М. Н. Дьяконов, В. И. Карабанов, В. И. Присняков и др.; Под общ. ред. И. И. Четверткова и В. Ф. Смирнова. – М.: Радио и связь, 1983. – 576 с.; ил.
- 6) Диоды: Справочник / О.П. Григорьев, В.Я. Замятин, Б.В. Кондратьев, С.Л. Пожидаев. – М: Радио и связь, 1990 – 336 с.
- 7) Кризе С. Н. Расчёт маломощных силовых трансформаторов и дросселей фильтров, М. – Л, Госэнергоиздат. 1950, 43с. с илл.
- 8) СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 9) СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
- 10) ГОСТ 12.1.003–88 Шум. Общие требования безопасности.
- 11) ГОСТ Р 12.1.019-2009 Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 12) ГОСТ 12.1.030–81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
- 13) ГОСТ 12.1.004–91 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
- 14) ГОСТ 12.2.032–78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
- 15) ГОСТ 22.3.03–97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения. Основные положения.

Приложение №1. Перечень элементов.

<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>		<i>Кол.</i>	<i>Примечания</i>
	Конденсаторы			
<i>C</i>	К50-35, 470 мкФ $\pm 20\%$, 25 В		1	
	Дроссели			
<i>L</i>	сердечник	Ш 11x15	1	
	намоточный провод	ПЭ 0,505	1	
	Трансформаторы			
<i>TV</i>	марка стали	1211(Э11)	1	
	магнитопровод	ПЛ 12,5×25×32	1	
	провод первичной обмотки	ПЭ 0,185	1	
	провод вторичной обмотки	ПЭ 0,475	1	
	Резисторы			
<i>R</i>	С5-35В, ПЭВ 130 Ом 15 Вт		1	
	Диоды			
<i>VD</i>	КД202В		6	