

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

Школа базовой инженерной подготовки
Направление подготовки – 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Кафедра Отделение русского языка(ОРЯ)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Компактный источник высокого напряжения для испытания газовых разрядников УДК <u>621.31.027.3:621.387</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A40	Лю Хуаюэ		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Алексеев В.М.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле А.В.	К.М.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроника и нанoeлектроника	Иванова В.С.	К.Т.Н		

Томск – 2018 г.

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин ООП магистратуры; понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения; демонстрировать навыки работы в научном коллективе, порождать новые идеи	Требования ФГОС (ПК-1-3), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Анализировать состояние научно-технической проблемы путём подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; определять цели, осуществлять постановку задач проектирования приборов нанoeлектроники, схем и устройств различного функционального назначения с использованием современной элементной базы нанoeлектроники, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	Требования ФГОС (ПК-7, ПК-8), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.	Требования ФГОС (ПК-16), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени; разрабатывать физические и математические модели элементов нанoeлектроники, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере	Требования ФГОС (ПК-18), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научно-технические отчёты, обзоры, рефераты, публикации по результатам выполненных исследований, доклады на научные конференции и семинары, научные публикации в центральных изданиях и заявки на изобретения	Требования ФГОС (ПК-20), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Работать в качестве преподавателя в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального образования по учебным дисциплинам предметной области данного направления под руководством профессора, доцента или старшего	Требования ФГОС (ПК-26), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные компетенции</i>		
P7	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	Требования ФГОС (ОК-1; ПК-4), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов. Участвовать в проведении технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта	Требования ФГОС (ОК-9; ПК-23), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Разрабатывать планы и программы инновационной деятельности в подразделении. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности	Требования ФГОС (ОК-5, ПК-25), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	Требования ФГОС (ОК-4, ПК-19), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Обладать способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-2), Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Школа базовой инженерной подготовки
Направление подготовки – 11.03.04 Электроника и микроэлектроника
Уровень образования – бакалавриат
Кафедра Отделение русского языка(ОРЯ)
Период выполнения _____ весенний семестр 2017/2018 учебного года _____

Форма представления работы:

бакалаврская диссертация

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1.06.2018
--	-----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.12.16	Научно исследовательская работа в 1 семестре	85
13.06.17	Научно исследовательская работа во 2 семестре	75
30.12.17	Научно исследовательская работа в 3 семестре	73
19.06.18	Защита бакалаврской диссертации	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Алексеев В.М.			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПМЭ	Ф.А. Губарев	к.ф.-м.н., доцент		

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

Школа базовой инженерной подготовки
 Направление подготовки – 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
 Кафедра Отделение русского языка(ОРЯ)

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

_____ Ф.А. Губарев
 (Подпись) (Дата)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
151A40	Лю Хуаюэ

Тема работы:

Компактный источник высокого напряжения для испытания газовых разрядников	
Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)	1810ч/с от 15.06.2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	14.06.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>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></p>	<p><i>Проектировать компактный источник высокого напряжения для испытания газовых разрядников</i></p> <p><i>(1) структурная схема источника (2) принципиальная схема источника (3) расчет всех элементов</i></p> <p><i>Работа устройства не должна наносить вред окружающей среде и людям, находящимся в непосредственной близости от него.</i></p>
<p>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></p>	<p><i>Аналитический обзор литературы в рассматриваемой области науки и техники; обоснованный выбор схемотехнического решения для реализации требований технического задания; расчёт принципиальной схемы устройства; сборка макета устройства, настройка и проведение экспериментальных исследований;</i></p>

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<i>Схема электрическая принципиальная</i>
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Штейнле Александр Владимирович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко Валентин Сергеевич
Иностранный язык	Фрик Татьяна Борисовна

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

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Алексеев В.М.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A40	Лю Хуаюэ		

Реферат

Всего 55 с., 11 рисунков, 20 таблиц, 7 источник,

Ключевые слова: источник высокого напряжения, газовые разрядники.

Объектом исследований являются компактный источник высокого напряжения для испытания газовых разрядников. Предмет исследования – проект компактного источника высокого напряжения для испытания газовых разрядников. Цель работы – проектировать структурную схему, принципиальную схему и сделать расчет всех элементов в схеме.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	8
Глава 1. Обзор газовых разрядников	9
1.1Общее устройство и принцип работы	9
1.2Технические характеристики газовых разрядников	13
1.3Виды разрядников	13
Глава 2. Структурная схема устройства	17
2.1 Структурная схема источника	17
2.2 Структурная схема вспомогательного источника питания	18
2.3 Принципиальная схема источника	19
Глава 3. Расчет всех элементов	20
Глава 4. Раздел «Социальная ответственность»	26
Глава 5. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	38
Заключение	54
Список использованной литературы	55

Введение

Высоковольтный источник питания – важнейший компонент многих аналитических приборов. По своей природе аналитические измерения должны быть непротиворечивыми по трем компонентам: метрологическому обеспечению, методике и полученным данным. Высоковольтный источник питания, как важнейший компонент, должен также удовлетворять условию непротиворечивости. Высоковольтный источник обладает уникальными свойствами, отличающими его от обычных источников питания. Понимание этих свойств дает существенное преимущество разработчикам и пользователям аналитической аппаратуры.

Глава 1. Обзор газовых разрядников

В электрических сетях довольно часто наблюдается появление импульсных всплесков напряжения, вызванных различными причинами: коммутацией аппаратуры, атмосферными разрядами и прочими факторами. Несмотря на то, что такие перенапряжения носят кратковременный характер, они способны вызвать пробой изоляции с последующим коротким замыканием и разрушительными последствиями.

Одним из вариантов предотвращения негативных последствий могло бы стать использование более надежной изоляции, однако этот способ значительно увеличивает стоимость всего оборудования. Поэтому наиболее оптимальным вариантом стали разрядники, назначение которых зависит от области их применения. Основной функцией этих устройств является ограничение перенапряжений в электрических сетях и установках.

1.1 Общее устройство и принцип работы

Высокочастотное оборудование защищается не только молниеотводами, но и с помощью высоковольтных разрядников. Каждый из них состоит из двух основных частей – электродов и устройства для гашения дуги.

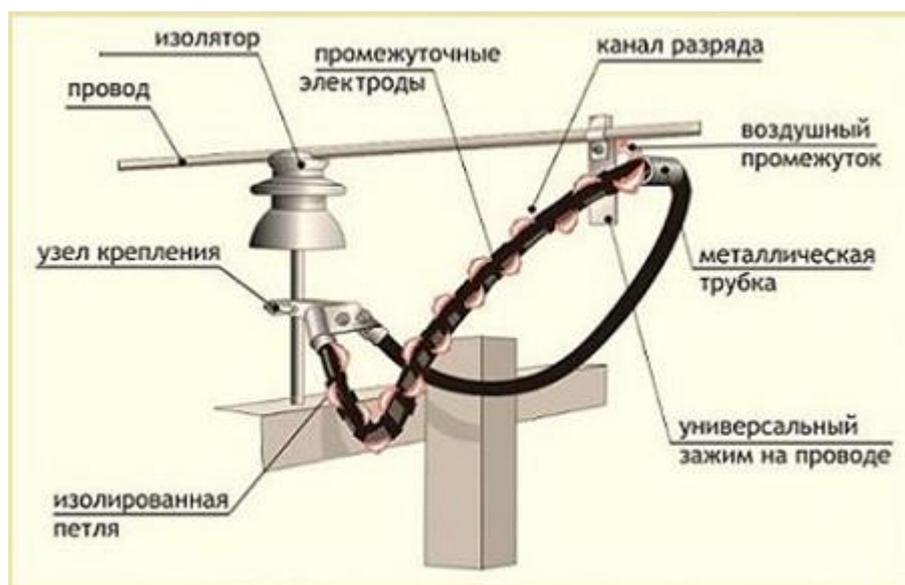


рис. 1.1 Газовый разрядник

Один из электродов устанавливается на защищаемую цепь, а к другому подводится заземление. Между ними образуется пространство, известное как искровой промежуток. Когда напряжение достигает определенного значения, наступает пробой искрового промежутка между двумя электродами. За счет этого с защищаемого участка цепи снимается перенапряжение. Основным техническим требованием, предъявляемым к разряднику, является определенный уровень гарантированной электрической прочности в условиях промышленной частоты. То есть, при нормальном режиме работы сети разрядник не должен пробиваться.

После пробоя в действие вступает дугогасительное устройство. Под действием импульса повышается ионизация искрового промежутка, в результате чего пробивается фазное напряжение, действующее в нормальном режиме. Оно приводит к короткому замыканию и срабатыванию защитных устройств на этом участке. Основной задачей дугогасительного устройства как раз и является скорейшее устранение замыкания, до срабатывания средств защиты.



рис.1.2 Газовый разрядник

Широкое распространение получили конструкции газовых разрядников. В их состав входит коаксиальный элемент с незначительным разрядным промежутком, и патрон с выводом на землю. В промежутке между ними выполняется установка газоразрядного элемента в форме таблетки,

заключенного в стеклянную или керамическую оболочку и оборудованного электродами с каждой стороны. Внутреннее пространство оболочки заполнено газом – аргоном или неоном.

В случае перенапряжения происходит срабатывание защиты: под действием высокой температуры в разряднике наступает резкое падение сопротивления. После этого образуется дуговой разряд с напряжением около 10 вольт. Каждый такой разрядник оборудуется собственным заземлением, в противном случае он будет бесполезен.



рис.1.3 Газовый разрядник

Во всех газовых разрядниках центральная жила коаксиального кабеля и первый электрод соединяются между собой. Второй электрод соединяется с заземленным корпусом разрядника. Когда через устройство проходит высокий импульс с большим напряжением, происходит пробой разрядника и центральная жила кабеля в течение короткого времени шунтируется на землю. Наблюдается существенное падение значения тока, до состояния гашения дуги, после чего наступает размыкание, то есть прибор находится в непроводящем режиме.

Как правило, газоразрядная трубка считается одноразовой деталью разрядника, требующая замены после каждого срабатывания.

1.2 Технические характеристики газовых разрядников

Каждый газовый разрядник обладает специфическими электрическими свойствами и техническими характеристиками.

Номинальный импульсный ток разряда. Технические требования, предъявляемые к разряднику, определяют его способность выдерживать определенное значение импульсного тока. Отклонение от нормы имеет допустимые пределы, определяемые требованиями. Номинальное значение тока всегда указано в технической спецификации конкретного устройства.

Емкость и сопротивление изоляции. Данные параметры достигают, соответственно, свыше 10 гОм и менее 1 пФ, что делает такие устройства буквально незаменимыми при использовании в той или иной сети.

Статическое напряжение срабатывания. Данным параметром определяется тип разрядника, установленного в защитном устройстве. Его значение равно напряжению, достаточному для зажигания разрядника, при условии медленного возрастания величины напряжения.

Динамическое напряжение срабатывания. Эта величина является своеобразным пределом, когда наступает быстрый рост напряжения, при котором происходит срабатывание газового разрядника.

1.3 Виды разрядников

Трубчатый разрядник. Изготовлен в виде полихлорвиниловой трубки, предназначенной для гашения дуги. На каждом конце разрядника имеется по одному электроду. К одному электроду подводится заземление, а другой устанавливается на незначительном расстоянии от защищаемого участка.

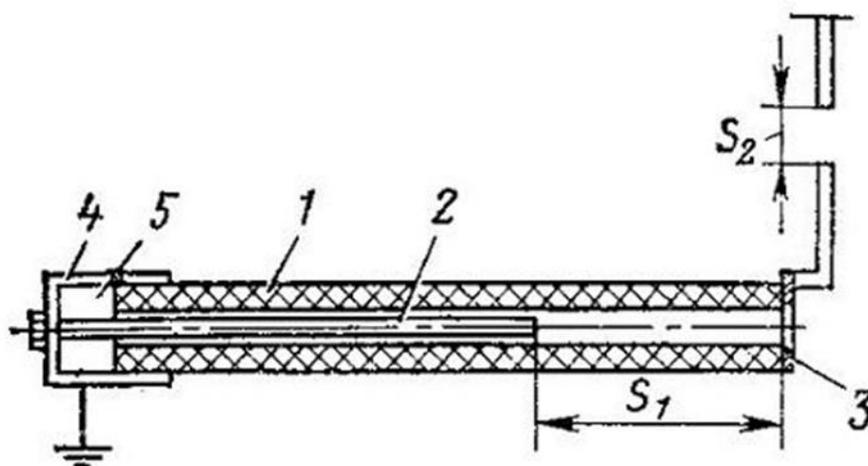


рис.1.4Трубчатый разрядник

Регулировка этого расстояния осуществляется в зависимости от величины напряжения на участке. В случае возникновения перенапряжения, возникает пробой сразу в двух местах – между обоими электродами и между разрядником и защищаемым участком. Действие пробоя приводит к возникновению в трубке интенсивной газогенерации, а продольное дутье, образующееся в выхлопном отверстии, вполне способно погасить электрическую дугу.

Вентильный разрядник. Конструкция включает две основные части: многократный искровой промежуток, состоящий из нескольких однократных элементов и рабочий резистор, представляющий собой последовательно набранные вилитовые диски. Оба основных элемента последовательно соединены между собой.

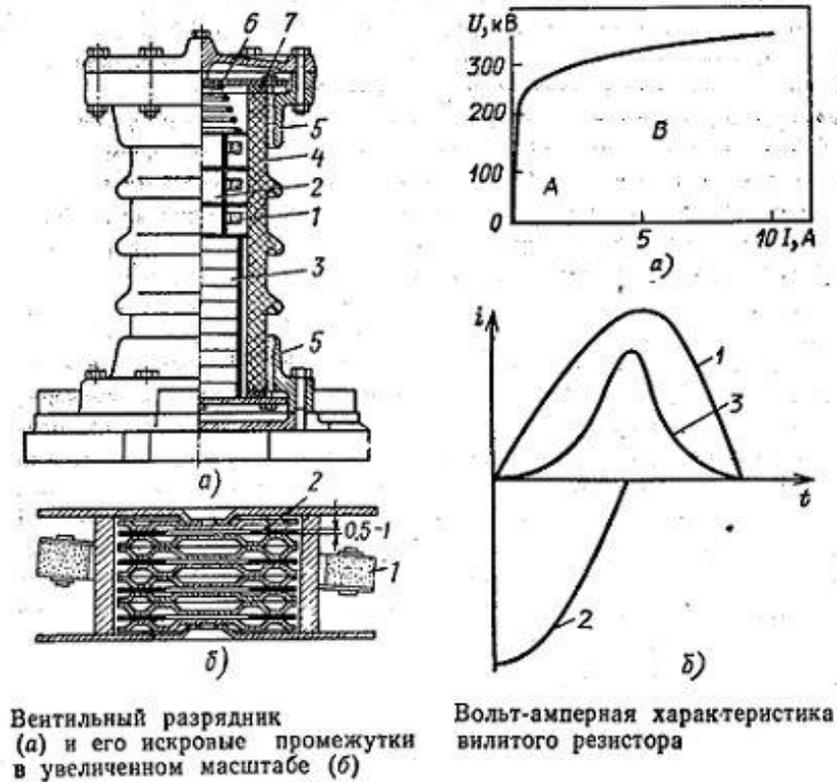


рис.1.5 Вентильный разрядник

Рабочий резистор обеспечивается герметичной защитой от внешней среды, в связи со свойствами вилита изменять свои характеристики при повышенной влажности. При появлении перенапряжения возникает пробой многократного искрового промежутка. Рабочий резистор выполняет задачу снижения тока до такой величины, чтобы ее могли свободно погасить искровые промежутки. Сопротивление вилита является нелинейным, оно снижается по мере увеличения силы тока. Данное свойство дает возможность пропускать больше тока при уменьшении падения напряжения. Основным достоинством разрядников этого типа считается бесшумное срабатывание при отсутствии выбросов газа или пламени.

Магнетовентильный разрядник. В его состав входят несколько блоков, соединенных последовательно, с магнитными искровыми промежутками и вилитовыми дисками. В каждом блоке имеются единичные искровые промежутки, соединенные последовательно, и постоянные магниты. Все элементы блока размещаются в фарфоровом цилиндре. Во время пробоя в единичных промежутках возникает дуга. На нее воздействует

поле, создаваемое кольцевыми магнитами, заставляя вращаться с высокой скоростью. В результате, гашение дуги происходит гораздо быстрее, чем в других типах вентильных разрядников.

Ограничитель перенапряжения нелинейный. В этом разряднике отсутствуют искровые промежутки. Конструкция активной части ограничителя включает в себя последовательный набор варисторов. Именно на их свойствах основан принцип работы всего устройства, поскольку проводимость варисторов находится в зависимости от прилагаемого напряжения.

Глава 2. Структурная схема источника

2.1 Структурная схема прибора

Структурная схема прибора контроля микросхем представлена на рис.6

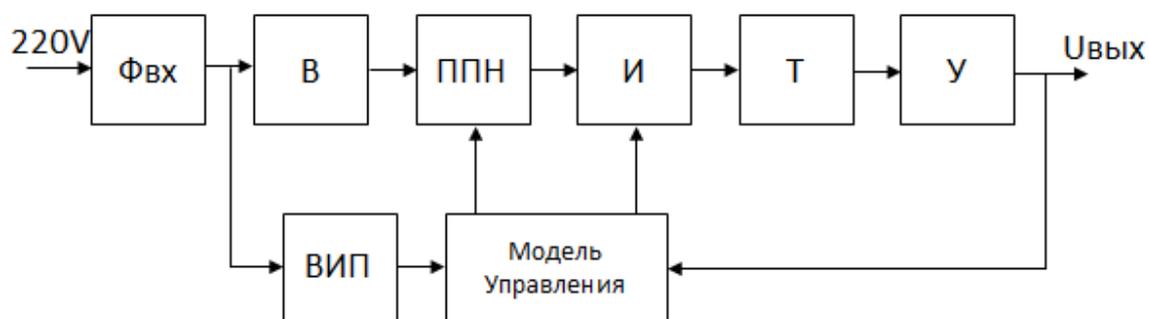


рис.2.1 Структурная схема

Фвх – *входной фильтр*, предназначенный для защиты цепи и фильтрации входного сигнала.(т.е. пульсация тока, исключение помехи из земли и исключение помехи между проводниками)

В – *выпрямитель*, предназначенный для превращения отрицательной части синусоидального напряжения в положительную.

ППН – *преобразователь постоянного напряжения*, предназначенный для управления величины напряжения.

И – *инвертор*, предназначенный для преобразования постоянного тока в переменный.

Т – *трансформатор*, предназначенный для снижения напряжения.

У – *умножитель*, предназначенный для повышения напряжения.

ВИП – *вспомогательный источник питания*, предназначенный для превращения переменное напряжение 220В, 50кГц в постоянное , которое может применяться в МУ .

Модуль Управления, предназначенный для управления ППН и инвертора.

2.2 Структурная схема вспомогательного источника питания

Структурная схема вспомогательного источника питания представлена на рис.7

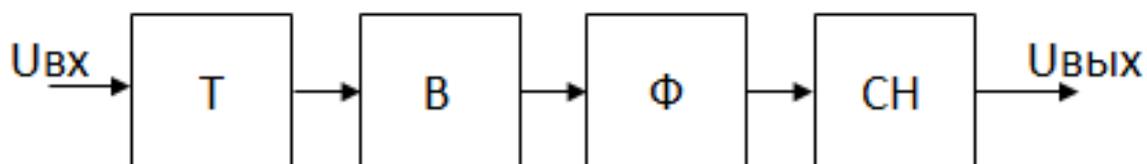


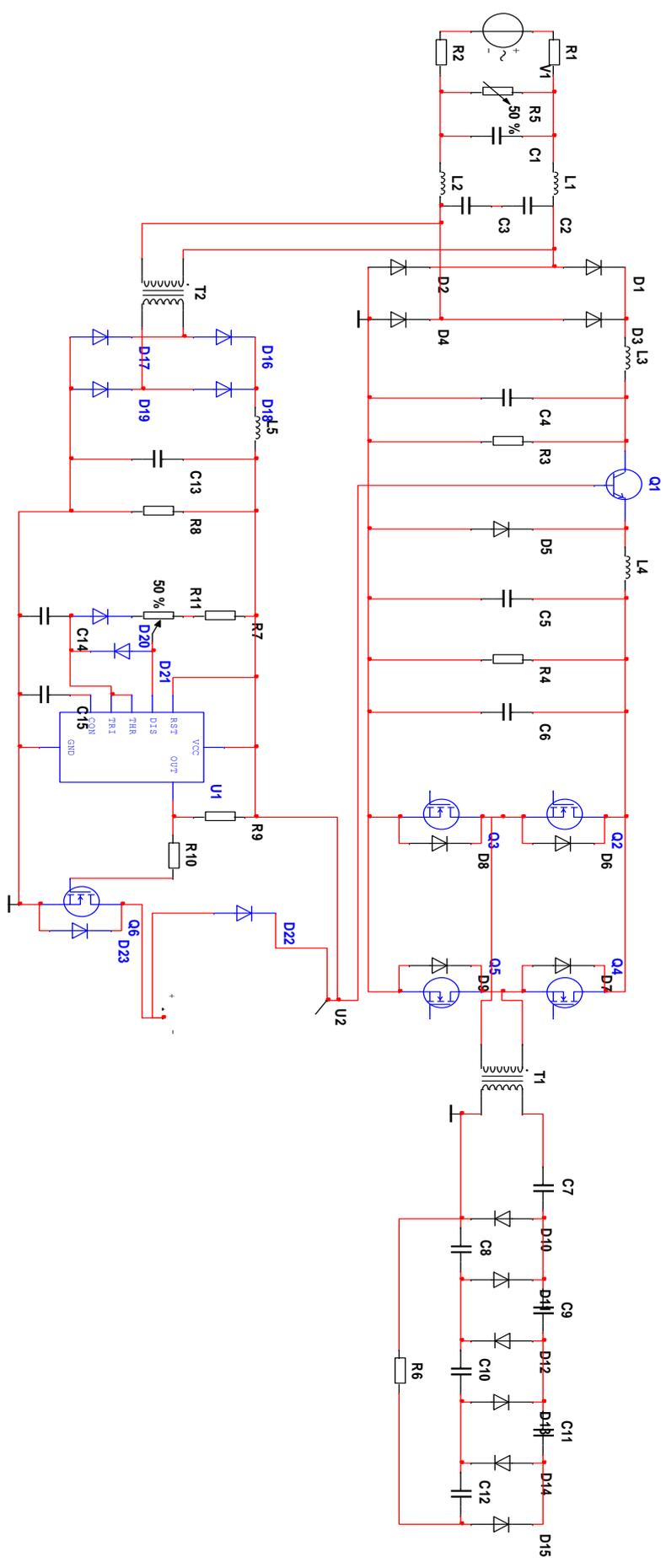
рис.2.2 Структурная схема ВИП

T – **трансформатор**, предназначенный для снижения напряжения.

B – **выпрямитель**, предназначенный для превращения отрицательной части синусоидального напряжения в положительную.

Ф – **фильтр**, обычно будет стоять сглаживающий фильтр, конденсатор, который нужен для снижения пульсаций нижних частот сигнала. Этот фильтр состоит из конденсатора и резисторов, благодаря которым он способен запасать энергию при увеличении входного напряжения и отдавать ее при ее уменьшении.

СН – **Стабилизатор напряжения**, предназначенный для стабилизации напряжения, т.е. получения постоянного напряжения.



R1

Глава 3. Расчет всех элементов

3.1 Расчет выпрямителя

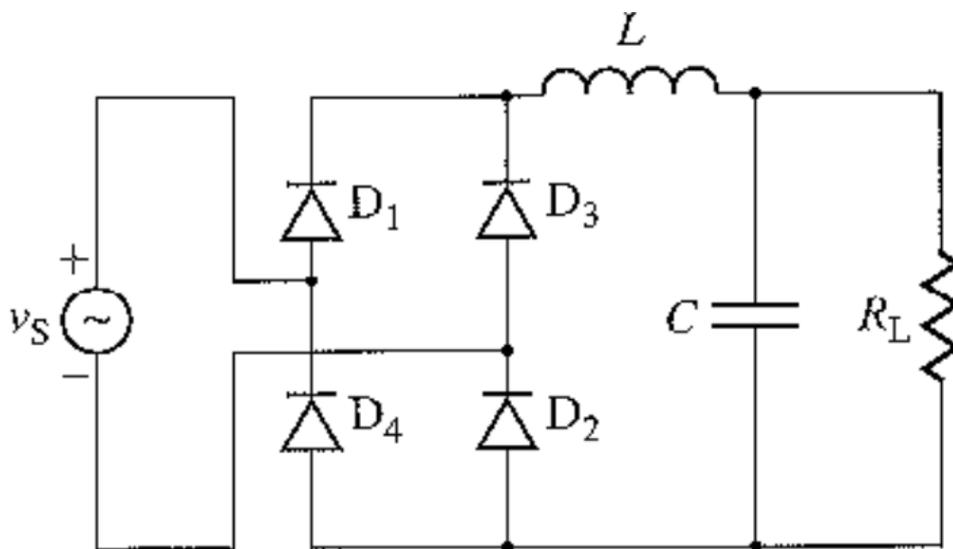


рис.2.3 Выпрямитель

$$U_{\text{вх.дей}}=220\text{В}, U_{\text{вх.маx}}=311\text{В}, U_{R1.\text{дей}}=U_{\text{вх.макс}} \cdot \frac{2}{\pi}=198\text{В}, R_1 = \frac{U_{R1.\text{дей}}^2}{P_1}=490\text{Ом},$$

$$B = 1\text{Тл}, X_{\Delta\text{кр}}^* = 0,331, K_{\text{пл}}^* = 0,1685, K_{\text{пл}} = 0,1, f=50\text{Гц}$$

Выберем из ряда Е24 : $R_{\text{н}}=470\text{Ом}$.

$$L_{\text{кр}}^* = \frac{X_{\Delta\text{кр}}^* \cdot R_1}{\omega} = \frac{0,331 \times 470}{2 \times 50 \times \pi} = 0,495\text{Гн}$$

$$L_1 = B \cdot L_{\text{кр}}^* = 0,990\text{Гн}$$

$$C = \frac{K_{\text{пл}}^*}{K_{\text{пл}} \cdot \omega^2 \cdot L_1} = 17\text{мкФ}, U_C = U_{R1.\text{ср}} = 198\text{В}$$

$$I_{L1.\text{ср}} = I_{R1.\text{ср}} = \frac{U_{R1.\text{дей}}}{R_1} = 0,404\text{А}$$

$$I_{L1.\text{м}} = 2I_{L1.\text{ср}} = 0,808\text{А}$$

Расчет дросселя L

Данные:

$$L_1 = 0,99\text{Гн}, I_{L1.\text{м}} = 2I_{L1.\text{ср}} = 0,808\text{А}, f=50\text{Гц}$$

Решение:

1. Выбираем материал:

сталь

2. Задаться исходными величинами:

Максимальная индукция

$$B_m = 1 [\text{Тл}]$$

Относительная магнитная проницаемость

$$\mu = 800$$

Плотность тока в обмотках

$$j =$$

$$2 \cdot 10^6 [\text{А/м}^2]$$

Коэффициент заполнения

окна медью

$$K_{ок} = 0.3$$

Коэффициент заполнения сечения сталью

$$K_{ст} = 0.9$$

3. Рассчитываем $S_{ст} \cdot S_{ок}$:

Действующее значение тока:

$$I_{L.дей} = \sqrt{I_{L1.сп}^2 + \left(\frac{I_{L1.сп}}{\sqrt{2}}\right)^2} = 0,495 \text{ А}$$

Максимальный ток дросселя

$$I_{L1.м} = 0,808 \text{ А.}$$

$$S_{ст} \cdot S_{ок} = \frac{L_1 \cdot I_{L1.м} \cdot I_{L.дей}}{B_m \cdot K_{ок} \cdot K_{ст} \cdot j} = \frac{0,99 \times 0,808 \times 0,495}{1 \times 0,3 \times 0,9 \times 2 \cdot 10^6} = 73,326 \text{ см}^4$$

По справочнику выбираем сердечник из стали с $S_{ст} \cdot S_{ок}$ большим либо равным полученному.

Выбрали сердечник ПЛ16×32×65 с параметрами:

$$a=16[\text{мм}]; \quad b=32[\text{мм}]; \quad c=25[\text{мм}]; \quad h=65[\text{мм}]; \quad h_1=16[\text{мм}];$$

$$A=57[\text{мм}] \quad H=97[\text{мм}]; \quad S_{ст}=4,64[\text{см}^2]; \quad S_{ок}=16,25[\text{см}^2];$$

$$V_{ст}=106[\text{см}^3]; \quad l_{сп.м}=23[\text{см}]$$

4. Расчет числа витков обмотки дросселя:

$$W = \frac{L_1 \cdot I_{L1.м}}{B_m \cdot K_{ст} \cdot S_{ст}} = \frac{0,99 \times 0,808}{1 \times 0,9 \times 4,64 \cdot 10^{-4}} = 1915$$

$$S_{пр} = \frac{I_{L.дей}}{j} = 0,24 \text{ мм}^2$$

$$D_{пр} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot S_{пр}} = 0,55 \text{ мм}$$

По справочнику выбираем провод с параметрами:

$$D_{пр} = 0,56 \text{ мм} \quad S_{пр} = 0,2463 \text{ мм}^2 \quad R/l = 0,06940 \text{ Ом/м}$$

5. Проверка Кок:

$$K_{OK} = \frac{W \cdot S_{пр}}{S_{OK}} = 0.283 < 0.3$$

6. Рассчитать величину зазора и толщину прокладки:

$$\delta = \frac{\mu_0 \cdot S_{ст} \cdot K_{ст} \cdot W^2}{L_1} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \times 7.2 \cdot 10^{-4} \times 0.9 \times 1915^2}{0.99} = 1.944 \text{ мм}$$

$$d_{пр} = \frac{\delta}{2} = 0.972 \text{ мм}$$

3.2. Расчет преобразователя постоянного напряжения

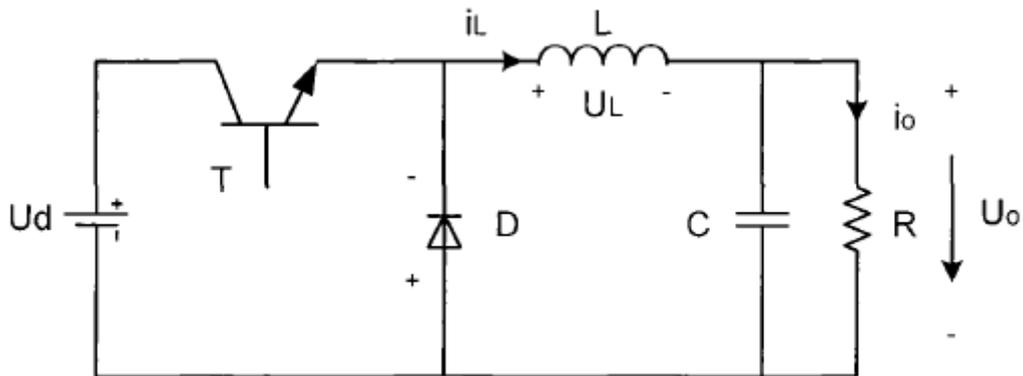


рис.2.4 Преобразователи постоянного напряжения

$$U_{BX} = U_{R1} = 198 \text{ В}, U_H = U_{BX} = 198 \text{ В}, P_H = 80 \text{ Вт}, R_2 = \frac{U_H^2}{P_H} = 4900 \text{ Ом}, I_H = 0.404 \text{ А}$$

$$I_{VD.max} \geq I_H = 0,404 \text{ А}, U_{VD.обр} \geq 198 \text{ В},$$

$$\text{Выберем КД-204б}, I_{VD.max} = 0,6 \text{ А}, U_{VD.обр} = 200 \text{ В}.$$

$$I_{кн} = I_H = 0,404 \text{ А}, U_{кэ} = 2U_{BX} = 396 \text{ В},$$

$$\text{Выберем для транзисторы типа КТ6108А, имеющие } I_K = 1 \text{ А}, U_{кэ} = 500 \text{ В}.$$

3.3. Расчет инвертора

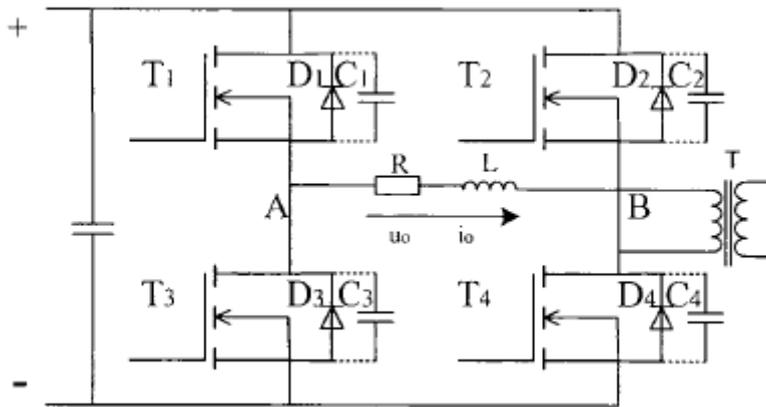


рис.2.5 Инвертор

Данные:

$$P_H = 80 \text{ Вт}, U_H = 198 \text{ В}, f = 20 \text{ кГц},$$

$$R_H = \frac{U_H^2}{P_H} = \frac{198^2}{80} = 490 \text{ Ом}$$

3.4. Расчет трансформатора

Расчет трансформатора

Тип трансформатора:
сетевой

Первичное напряжение (максимальное значение): $U_{1m} = 198 \text{ В}$

Вторичное напряжение (максимальное значение): $U_{2m} = 10 \text{ кВ}$

Мощность нагрузки: $P_H = 72 \text{ Вт}$

Рабочая частота: $f = 20 \text{ кГц}$

Решение работы:

1. Выбираем материал: феррит

2. Задаться исходными величинами:

Максимальная индукция $B_m = 0.447 \text{ Тл}$

Относительная магнитная проницаемость $\mu = 299.96$

Коэффициент полезного действия $\eta = 0.9$

Плотность тока в обмотках $j = 3 \cdot 10^6 \text{ [А/м}^2\text{]}$

Коэффициент заполнения окна медью $K_{ок} = 0.3$

Коэффициент заполнения сечения сталью $K_{ст} = 0.9$

3. Предварительные расчеты:

а) Коэффициент трансформации $n = \frac{U_{2m}}{U_{1m}} = \frac{10000}{198} = 50.5$

б) Напряжение первичной обмотки (действующее значение) $U_{1,дей} = \frac{U_{1m}}{\sqrt{2}} = 140$

в) Напряжение вторичной обмотки (действующее значение) $U_{2,дей} = \frac{U_{2m}}{\sqrt{2}} = 7071$

г) Ток вторичной обмотки (действующее значение) $I_2 = \frac{P_H}{U_{2,дей}} = 10.18 \text{ мА}$

д) Ток вторичной обмотки (максимальное значение) $I_{2m} = I_2 \cdot \sqrt{2} = 14.4 \text{ мА}$

е) Ток первичной обмотки (максимальное значение) $I_1 = \frac{I_2 \cdot n}{\eta} = 571.35 \text{ мА}$

ж) Ток первичной обмотки (действующее значение) $I_{1m} = I_1 \cdot \sqrt{2} = 808 \text{ мА}$

4. Рассчитываем $S_{ст} \cdot S_{ок}$:

$$S_{ст} \cdot S_{ок} = \frac{P_H}{\frac{\pi}{\sqrt{2}} \cdot B_m \cdot f \cdot K_{ок} \cdot K_{ст} \cdot j \cdot \eta} = \frac{72}{\frac{\pi}{\sqrt{2}} \times 0.477 \times 20 \cdot 10^3 \times 0.3 \times 0.9 \times 3 \cdot 10^6 \times 0.9} = 0.466 \text{ см}^4$$

По справочнику выбираем сердечник из стали с $S_{ст} \cdot S_{ок}$ большим либо равным полученному.

Выбрали сердечник ПЛ6.5×12.5×8 с параметрами:

$$\begin{aligned} a &= 6 [\text{мм}]; & b &= 12.5 [\text{мм}]; & c &= 8 [\text{мм}]; & h &= 8 [\text{мм}]; & h_1 &= 6.5 [\text{мм}]; \\ A &= 21 [\text{мм}] & H &= 21 [\text{мм}]; & S_{ст} &= 0.73 [\text{см}^2]; & S_{ок} &= 0.64 [\text{см}^2]; \\ V_{ст} &= 2.69 [\text{см}^3]; & l_{ср.м} &= 3.69 [\text{см}] \end{aligned}$$

5. Расчет числа витков первичной и вторичной обмоток:

$$W_1 = \frac{U_1}{\frac{2\pi}{\sqrt{2}} \cdot B_m \cdot f \cdot K_{ст} \cdot S_{ст}} = \frac{140}{\frac{2\pi}{\sqrt{2}} \times 0.477 \times 0.9 \times 0.73 \cdot 10^{-4}} = 50.27$$

$$S_{пр1} = \frac{I_1}{j} = \frac{571.35 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^6} = 0.19 \text{ мм}^2$$

$$D_{пр1} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot S_{пр1}} = 0.49 \text{ мм}$$

$$W_2 = W_1 \cdot n = 2561.36$$

$$S_{\text{пр2}} = \frac{I_2}{j} = 0.0034 \text{ мм}^2$$

$$D_{\text{пр2}} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot S_{\text{пр2}}} = 0,066 \text{ мм}$$

По справочнику выбираем провод с параметрами

$$D_{\text{пр1}} = 0.500 \text{ мм} \quad S_{\text{пр1}} = 0.1963 \text{ мм}^2 \quad R_1/l = 0.0870 \text{ Ом/м}$$

$$D_{\text{пр2}} = 0.070 \text{ мм} \quad S_{\text{пр2}} = 0.003844 \text{ мм}^2 \quad R_2/l = 4.4420 \text{ Ом/м}$$

6. Проверка Кок:

$$K_{\text{ок}} = \frac{W_1 \cdot S_{\text{пр1}} + W_2 \cdot S_{\text{пр2}}}{S_{\text{ок}}} = \frac{50.27 \times 0.1963 \cdot 10^{-6} + 2561.36 \times 0.0034 \cdot 10^{-6}}{0.64 \cdot 10^{-4}} = 0.29 < 0.3$$

7. Рассчитать индуктивность и ток намагничивания:

$$L_{\mu} = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot S_{\text{ст}} \cdot K_{\text{ст}} \cdot W_1^2}{l_{\text{ср.м}}} = \frac{299.96 \times 4\pi \cdot 10^{-7} \times 0.73 \cdot 10^{-4} \times 0.9 \times 50.27^2}{3.69 \cdot 10^{-2}} = 1.696 \text{ мГн}$$

$$I_{\mu \text{max}} = \frac{U_{1.дей}}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_{\mu}} = \frac{140}{2 \cdot \pi \times 20 \cdot 10^3 \times 1.696 \cdot 10^{-3}} = 0.6569 \text{ А}$$

3.5. Расчет умножители

$U_{\text{н}}=60 \text{ кВ}, I_{\text{н}}=1.2 \text{ мА}, P_{\text{н}}=72 \text{ Вт}, R_{\text{н}}=50 \text{ МОм}, U_{\text{вх}}=10 \text{ кВ}, m=6, \epsilon_{\text{вых}}=2\%, f=30 \text{ кГц}$

$U_1=10 \text{ кВ}, U_{2,3...6}=20 \text{ кВ}, \Delta U_{\text{вых}} = U_{\text{вых}} \cdot \epsilon_{\text{вых}}=1.2 \text{ кВ}$

$$C \geq \frac{I}{2f \Delta U_{\text{вых}}} \left(\frac{m^3}{6} + \frac{m^2}{4} + \frac{m}{3} \right) = 653 \text{ пФ}, U_{\text{с. max}}=20 \text{ кВ}$$

$$I_{\text{VD1}} = \sqrt{8\pi^2 f C U_{\text{вх}} I} = 133.3 \text{ мА}$$

$$I_{\text{VD2,3...6}} = \sqrt{2f C U_{\text{вх}} I} = 66.64 \text{ мА}, U_{\text{VD. max}}=20 \text{ кВ}$$

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
151A40	Лю Хуаюэ

Школа	ШБИП	Отделение	ОЭИ
Уровень образования	бакалавриант	Направление/специальность	Электроника и нанoeлектроника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Разработка компактного источника высокого напряжения для испытания газовых разрядников. Состоит из нескольких модулей: силовая часть, выпрямитель, блок управления.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования. 1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований.	Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования: – повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; – вредные вещества; Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований: – термическая опасность; – электрический ток; – микроклимат; – освещение; – превышение уровня шума;
2. Экологическая безопасность	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – анализ воздействия объекта на атмосферу (отходы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (отходы);
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований; – анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при исследовании объекта; – обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС;
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – компоновка рабочей зоны;

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле А.В.	к.м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A40	Лю Хуаюэ		

Глава 4. Социальная ответственность

Изготовление и проектирование источника осуществлялось в лаборатории кафедры промышленной и медицинской электроники. Лаборатория оснащена приборами, с помощью которых можно осуществлять радиомонтаж навесных электронных компонентов, программирование микроконтроллеров и тестирование макета прибора. В целях безопасности для работников, общества и окружающей среды разработан комплекс мероприятий технического, организационного характера, которые минимизируют негативные последствия проектируемой деятельности.

4.1. Производственная безопасность

Производственная безопасность представляет собой комплекс мероприятий и средств, которые позволяют снизить вероятность воздействия вредных и опасных факторов на рабочий персонал. При разработке источника необходимо выявить все негативные факторы, которые могут повлиять на персонал. Выбор факторов производится из ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Исходя из этого ГОСТа, были выявлены следующие факторы, которые показаны в таблице 4.1

Таблица 4.1. - Опасные и вредные факторы при разработке инвертора

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Отклонения от нормы параметров	опасные	
1. Проектирование 2. Сборка инвертора и исследование; 3. Установка на рабочее место;	1. Микроклимата; 2. Недостаточная освещенность; 3. Повышенный уровень шума 4. Вредные вещества в воздухе 5. Повышенный уровень электромагнитного	1. Электрический ток. 2. Термическая опасность (ожоги при работе с паяльником)	1. СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливает гигиенические требования к микроклимату производственных помещений; 2. Нормы искусственного освещения устанавливаются СП 52.13330.2011; 3. СанПиН 2.2.4.1191-03 устанавливает требования к

	излучения	электромагнитным полям для потребительской продукции; 4. ГОСТ 12.2.007.0-75 устанавливает требования безопасности к электротехническим изделиям
--	-----------	--

4.1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать источник

Повышенный уровень электромагнитного излучения

Электрический ток - опасный фактор, создаваемый любой техникой. При длительном воздействии электромагнитного поля организм человека утомляется, снижается качество выполняемых работ, могут возникнуть психические расстройства. Предельно-допустимые значения электрических токов и напряжений регламентируются ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. так, для разных частот существуют следующие значения:

Род тока	U , В	I , мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

При поражении пострадавшие умирают от поражения сердечно-сосудистой системы и от ожогов. Возможно поражение током без непосредственного контакта с электрическим проводом. В этом случае электрический ток может передаваться через землю (шаговое напряжение), предметы, находящиеся под током (металлический каркас здания, корпус автомобиля, железные балки, струя воды и т.п.). В легких случаях поражения электрическим током общая реакция выражается в испуге, возбуждении или заторможенности, сердцебиении, аритмии. Сознание сохраняется. Тяжелая электротравма нарушает функции мозга, дыхания, сердца до полной их остановки, что приводит к гибели пострадавшего. Особенности поражения зависят от места воздействия тока и пути прохождения тока по организму. Наиболее частой причиной смерти от электротравмы является фибрилляция

желудочков сердца, при которой нарушается сократительная способность мышц сердца.

После поражения электрическим током пострадавшие жалуются на дрожь в конечностях, разбитость, тяжесть во всем теле; могут появляться бледность кожи, рвота, боли в сердце и мышцах. Иногда больные в бессознательном состоянии становятся беспокойны, мечутся, бредят. В тяжелых случаях одновременно с потерей сознания наступает обездвиживание. Вследствие судорожных сокращений мышц или при падении возможны травмы: переломы, вывихи различной локализации и тяжести. В местах контакта с электротоком возникают ожоги "знаки тока" различной глубины. Чем больше напряжение, тем больше обугливание тканей в области поражения.

В настоящее время, согласно ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ "Средства защиты работающих. Общие требования и классификация", существуют следующие виды защиты от повышенного значения напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека:

- 1) изолирующие устройства и покрытия;
- 2) устройства защитного заземления и зануления;
- 3) устройства автоматического отключения;
- 4) предохранительные устройства;
- 5) молниеотводы и разрядники;
- 6) знаки безопасности.

Вредные вещества

В работе выполнялась пайка с использованием флюса и припоя. При пайке, обжога изоляции и лужения выделяются вредные вещества в зависимости от типа используемого флюса и припоя. В таблице 4.5. представлены выделяемые вредные вещества и их ПДК.

Таблица 4.2. - ПДК вредных веществ

	Вещество (составы)	Класс опасности	ПДК в воздухе, мг/м ³
Припои	ПОС 40; ПОС 61	1	0,01 (по свинцу)
	ПОЦ 10; ПОЦ 55	3	10 (по олову)
	ПИ _н ОК 44	1	0,1 (по кадмию)
	ПрМЦН 49	2	1 (по меди)
	АлЧ-ГМ	3	2 (по алюминию)
Компоненты флюсов	бензин	4	300
	триэтаноламин	3	5
	этилацетат	4	200
Газы	окись углерода	4	20
	окислы азота	2	5
	углеводороды	4	300

По классу опасности видно, что самые опасные вещества это свинец, кадмий, медь и окислы азота. Рассмотрим их действие на человека.

Свинец относится к кумулятивным ядам, т.е. накапливается в теле человека. Он поражает внутренние органы, сердечнососудистую систему центральную и периферическую нервную систему, систему крови. Отравления свинцом может происходить бессимптомно, и обнаруживаются только при анализе крови. Кадмий является промышленным ядом, который

не благоприятно влияет на обоняние, и вызывает носовые кровотечения и желтизну зубов. Окислы азота нарушают функциональность дыхательной системы, и может вызвать пневмонию, отек легких, бронхит. Медь приводит к раздражению кожи, поражают зубы и слизистую оболочку, вызывают появление язвы желудка. Поскольку помещение лаборатории хорошо проветривается и есть вытяжная система, влияние испарений вредных веществ на человека незначительно.

4.1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при разработке источника

Термическая опасность

Для монтажа электрорадиоэлементов на плату осуществлялся с помощью паяльника. Рабочая температура паяльника 150-300С, следовательно, можно получить ожог при касании паяльника или брызгами горячего металла. Также паяльник может быть источником возгорания пожара. В избегании несчастных случаев необходимо соблюдать технику безопасности работы с паяльником:

- 1) Подготовить и проверить исправность инструмента
- 2) Проверить заземление рабочего стола
- 3) Проверить вблизи рабочего стола отсутствие горючих и легковоспламеняющихся материалов
- 4) Держать паяльник только за ручку
- 5) Не наклоняться над паяльником ближе чем на 20 см., во избегания попадания брызг
- 6) Работать только в проветриваемом помещении
- 7) При кратковременных перерывах кладите нагретый паяльник на специальную подставку

- 8) После окончания работы выключить паяльник и после выключения не прикасаться к жалу 15 минут.

Электробезопасность

Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 данная лаборатория относится к первому классу опасности, так как в ней учтены все необходимые правила по электробезопасности, это сухое помещение, 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 (ГОСТ 12.1.030-81.) Все сотрудники проходят первичный инструктаж по электробезопасности.

Отклонение параметров микроклимата

Микроклимат производственного помещения оказывает большое влияние на организм человека, на его здоровье и самочувствие, работоспособность и производительность труда. Согласно СанПиН 2.2.4.548-96, по энергозатратам работа в лаборатории относится к 1б категории – это легкая физическая работа, которая не требует поднятия и переноса тяжестей, производится сидя или связана с ходьбой.

К показателям, характеризующим микроклимат, относятся:

- температура воздуха [$^{\circ}\text{C}$];
- относительная влажность [%];
- скорость движения воздуха [м/с];

Оптимальные и допустимые показатели микроклимата производственных помещений согласно СанПиН 2.2.4.548-96 приведены в таблицах 4.3 и 4.4.

Таблица 4.3. - Оптимальные показатели микроклимата

Период года	Температура, град. С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	21-23	40-60	0,1
Теплый	22-24	40-60	0,1

Таблица 4.4. - Допустимые показатели микроклимата

Период года	Температура, град. С		Относительная влажность, %	Скорость дви- жения воздуха, м/с	
	Диап. ниже о.в.	Диап. выше о.в.		Диап. ниже о.в.	Диап. выше о.в.
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. Лаборатория оборудована системой вентиляции. Измеренные показатели микроклимата лаборатории соответствуют оптимальным показателям.

Недостаточная освещенность

Плохое освещение утомляет не только зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю зрения, ориентации.

На практике используются два вида освещения: естественное и искусственное. Естественное боковое и искусственное рабочее, а также комбинированное, которое состоит из местного освещения рабочих мест и общего освещения помещения.

Данные виды освещения освещению нормируется СП 52.13330.2011. Для работ малой точности и грубых работ минимальный уровень освещенности установлен 200 лк. Для минимизации воздействия фактора необходимо ограничивать время работы в данных условиях.

Превышение уровня шума

Превышение уровня шума может оказывать негативное влияние на человека и его здоровье, это также мешает работе. Шум может возникать от различных электронных приборов. Сам исследуемый инвертор не является источником каких-либо шумов.

4.2. Экологическая безопасность

4.2.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Разработанный инвертор не является источником загрязнения окружающей среды, поскольку не происходит выбросов вредных веществ в воздух. Однако при проектировании данного инвертора, производилась пайка. При пайке компонентов происходит выделение вредных веществ в воздух, поэтому существует негативное влияние на атмосферу. Для минимизации выбросов вредных газов используются оловосодержащие припой. Также проводилась очистка воздуха с помощью вытяжки с фильтрацией.

Согласно ГОСТ 17.1.3.13-86 разработанный инвертор не наносит вред гидросфере. При разработке, исследовании, хранении, эксплуатации прибора не происходит выброса вредных веществ и материалов в воду.

4.2.2. Анализ «жизненного цикла» источника

Разработанный источник состоит из резисторов, конденсаторов, дросселей, платы, микросхем, а также нескольких трансформаторов. Все элементы расположены и установлены так, что могут быть легко заменены в случае необходимости. Ненужные элементы используются повторно в других приборах, а в случае неисправности подвергаются утилизации.

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.3.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать источник

При исследовании объекта может произойти короткое замыкание, что ведет к возможному возгоранию прибора, а также поражению человека электричеством. Поэтому исследованием прибора должны заниматься лишь специалисты, прошедшие специальную подготовку, которым разрешается взаимодействовать с подобными устройствами лишь при условии, что они обладают хорошим уровнем знаний правилами техники безопасности, что подтверждено результатами квалификационной комиссии. Что же касается всех других специалистов, то они могут работать лишь под наблюдением ответственных лиц.

4.3.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при разработке источника

Поскольку в помещении лаборатории происходят работы связанные с обработкой негорючих веществ и материалов в холодном состоянии, помещение по классу пожароопасности относится к категории Г (ГОСТ 12.1.004-91).

Причинами пожара могут быть:

- неисправность электросетей;
- токи короткого замыкания;

- незнание или небрежность обслуживающего персонала;
- курение в неположенных местах.

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

- работы проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- для предохранения сети от перегрузок запрещается включать дополнительные не предусмотренные потребители;
- 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.

4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Компоновка рабочей зоны

Рабочим местом является определенный участок производственного прикрепленный за рабочим, и предназначенный для выполнения работы в соответствии с квалификации работника. Рабочее место сотрудника, начиная от состояния помещения и заканчивая техникой, должны соответствовать ряду санитарно-технических и гигиенических требований и правил согласно Ст.32 ТК РФ.

Организация рабочего места является важным этапом организации труда, правильное размещение оборудования, инструментов и материалов на рабочем месте создают благоприятные условия работы. Правильная организация рабочего места обеспечивает: безопасное условие работы, экономию сил, повышению внимательности. При создании рабочего места необходимо руководствоваться ГОСТ 12.2.033-78. Данный ГОСТ устанавливает общие эргономические требования к рабочим местам при

выполнении работ в положении стоя при проектировании нового и модернизации действующего оборудования и производственных процессов.

Исследуемый прибор занимает площадь не более 50см^2 . Поэтому необходимо организовать рабочее место так, чтобы в радиусе одного метра не находилось посторонних объектов, мешающих работе.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
151A40	Лю Хуаюэ

Школа	ШБИП	Отделение	ОЭИ
Уровень образования	бакалавриант	Направление/специальность	Электроника и нанoeлектроника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ):	Затраты на выполнение НИР включают в себя затраты на сырье, материалы, комплектующие изделия, специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ, основную и дополнительную заработную плату исполнителей, отчисления на социальные нужды, накладные расходы
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	НИР выполнялась в соответствии со стандартной системой налогообложения, отчислений, кредитования

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Предпроектный анализ	Определение потенциальных потребителей результатов исследования и анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, оценка готовности проекта к коммерциализации
2. Инициация проекта	Информация о заинтересованных сторонах проекта, цели и ожидаемые результаты НИР, трудозатраты и функции исполнителей проекта
3. Планирование управления научно-техническим проектом	Составление перечня этапов и работ по выполнению НИР, составление калькуляции по отдельным статьям затрат всех видов необходимых ресурсов
4. Оценка сравнительной эффективности исследования	Расчёт интегрального показателя эффективности НИР, за счёт определения его основных составляющих: финансовой эффективности и ресурсоэффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Карта сегментирования рынка
2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
3. График проведения и бюджет НИИ
4. Календарный план проекта
5. Количество этапов и число исполнителей, занятых на каждом этапе
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A40	Лю Хуаюэ		

Глава 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В результате анализа потенциальных потребителей результатов разработок рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование. Определены основные критерии сегментирования.

Источник предназначен исключительно для испытания газовых разрядников, что говорит о невозможности его использования в частных домашних целях. Таким образом, целевым рынком для разработанного источника, в основном, являются научно-исследовательские организации и промышленные предприятия.

Исходя из данных, представленных на карте сегментирования рынка производства и использования источника, можно сделать вывод, что основные потребители заняты в промышленной отрасли.

Несмотря на эти данные, для реализации и внедрения устройства имеется большой потенциал, так как индукционный нагрев ранее не применялся для работы лазеров, хотя имеет неоспоримое преимущество по сравнению со стандартными методами. Карта сегментирования рынка показана в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Карта сегментирования рынка

	Для чего используется	
	Источник питания приборов	Индукционный нагрев металла в лазерной трубке
Промышленные предприятия		
Научно – исследовательские центры		
Физические лица		

	Сегмент освоен
	Сегмент освоен слабо
	Сегмент не освоен или информация не найдена

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Поскольку рынок пребывает в постоянном движении, необходимо систематически производить детальный анализ конкурирующих разработок. Проведение анализа помогает вносить коррективы в научное исследование для успешного противостояния конкурентным разработкам. Для проведения данного анализа необходимо обладать всей имеющейся информацией о разработках конкурентов, такой как: технические характеристики разработки, конкурентоспособность разработки, уровень завершенности научного исследования, уровень проникновения на рынок и т.д.

Проводить анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения удобно с помощью оценочной карты (таблица 5.2). Это необходимо для оценки сравнительной эффективности научной разработки и определения направления ее будущего повышения.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 5.2, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений(разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,11	5	3	3	0,55	0,33	0,33
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,07	4	3	5	0,28	0,21	0,35
4. Энергоэкономичность	0,09	5	4	3	0,45	0,36	0,27
5. Надежность	0,16	4	2	3	0,64	0,32	0,48
7. Безопасность	0,08	5	3	3	0,4	0,24	0,24
8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,04	4	3	3	0,16	0,12	0,12
9. Простота эксплуатации	0,07	3	5	4	0,21	0,35	0,28
11. Массогабаритные параметры устройства	0,02	2	3	5	0,04	0,06	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,04	4	3	2	0,16	0,12	0,08
2. Уровень проникновения на рынок	0,03	2	3	2	0,06	0,09	0,06
3. Цена	0,04	2	4	3	0,08	0,16	0,12
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	5	2	3	0,35	0,14	0,21
5. Послепродажное обслуживание	0,07	5	3	4	0,35	0,21	0,28
6. Срок выхода на рынок	0,02	4	3	3	0,08	0,06	0,06
7. Наличие сертификации разработки	0,09	4	5	5	0,36	0,45	0,45
Итого	1	58	49	51	4,17	3,22	3,43

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Изучая полученные результаты можно сказать, что разрабатываемая лабораторная установка является конкурентоспособной. Сильными сторонами являются удобство в эксплуатации, надежность и предполагаемый срок эксплуатации. Слабыми сторонами являются массогабаритные параметры устройства, уровень проникновения на рынок и цена. Для устранения этих недостатков необходимо дополнительное снижение размеров прибора, по возможности снижая ее стоимость.

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Для SWOT-анализа построена таблица 5.3.

Таблица 5.3. – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Простота в эксплуатации. С2. Ремонтопригодность С3. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С4. Экологичность технологии. С5. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С6. Отсутствие аналогов на рынке.</p>	<p>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.</p>
<p>Возможности: В1. Использование современной электроники в создание интеллектуального интерфейса. В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт. В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований. В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>В1В2С1С3С4С5С6; В3С3С5С6; В4С3С4С5С6;</p>	<p>В1Сл1Сл2Сл3; В2Сл3; В3Сл1;</p>
<p>Угрозы:</p>	<p>Уг1С2С3С6;</p>	<p>Уг1Сл1Сл2Сл3;</p>

У1. Развитая конкуренция технологий производства. У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Уг2С2С4С6; Уг3С3С4;	Уг2Сл1Сл2;
---	----------------------------	------------

Видно, что разрабатываемый прибор не тратит много энергии и прост в эксплуатации. Для реализации этих возможностей стоит и дальше упрощать интерфейс, а также подбирать оптимальные электронные компоненты для работы прибора. Однако, из-за отсутствия аналогов на рынке, у потребителя может не оказаться квалифицированных кадров. Реализацией сильных сторон и устранением угроз

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

5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

При разработке оборудования полезно оценивать степень его готовности к коммерциализации и выявить возможность ее самостоятельного проведения или завершения. Для проведения оценки необходимо заполнить специальную форму оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации. В таблице 5.4 представлен перечень вопросов, по которым необходимо произвести оценку. При проведении анализа по таблице, приведенной ниже, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При этом система измерения по каждому направлению (степень проработанности научного проекта, уровень имеющихся знаний у разработчика) отличается. Так, при оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4

балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации определяется по формуле;

$$B_{\text{СУМ}} = \sum B_i$$

где $B_{\text{СУМ}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Таблица 5.4 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1. Определен имеющийся научно-технический задел	5	4
2. Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	5
3. Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	5
4. Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	5
5. Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	4
6. Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	5
7. Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	5
8. Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	4	3
9. Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	5

10.Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11.Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12.Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	4
13.Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	3
14.Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
15.Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
ИТОГО БАЛЛОВ	56	59

Значение Бсум позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Бсум имеет следующие значения 56 и 59, значит перспективность разработки инвертора для индукционного нагрева выше среднего.

5.2 Инициация проекта

5.2.1 Цели и результаты проекта

В таблице 5.5 представлена информация о заинтересованных сторонах проекта.

Таблица 5.5. – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Руководитель проекта	Использование результатов проекта в дальнейших исследованиях
Исполнитель по проекту	Повышения уровня квалификации благодаря работе в научной сфере.
Организация заказчик	Использование результатов интеллектуальной деятельности для повышения конкурентоспособности организации

Спонсор проекта	Развитие российских научных исследований и программ. Повышение уровня качества научных исследований в стране.
-----------------	---

В таблице 5.6 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 5.6 – Цели и результаты проекта

Цели проекта:	Разработка, создание и исследование индукционного нагревателя металлов в лазерной трубке
Ожидаемые результаты проекта:	Получить генерацию лазерного излучения путем индукционного нагрева металла в лазерной трубке
Критерии приемки результата проекта:	Работоспособное устройство, технические характеристики которого соответствуют математическим расчетам
Требования к результату проекта:	Требование:
	Температура металла >1500°C
	Плавность изменения частоты работы инвертора

5.2.2 Организационная структура проекта

В таблице 5.6 приведена информация о рабочей группе проекта, ролях, функциях и трудозатратах каждого.

Таблица 6.6 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Алексеев В. М., т. н., ассистент каф. ПМЭ, ИНК, ТПУ	Руководитель проекта	отвечает за реализацию проекта в пределах заданных ограничений по ресурсам, координирует деятельность участников проекта	240
2	Лю Хуаюэ Магистрант группы 151А40, ПМЭ, ИНК, ТПУ	Исполнитель проекта	специалист, выполняющий отдельные работы по проекту	960

5.2.3 Ограничения и допущения проекта

Данные об ограничениях и допущениях проекта представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/допущения
1. Бюджет проекта	40000 р.
1.1. Источник финансирования	Кафедра промышленной и медицинской электроники ТПУ
2. Сроки проекта	01.03.2015-1.06.2017
2.1. Дата утверждения плана управления проектом	01.03.2015
2.2. Дата завершения проекта	1.06.2017
3. Прочие ограничения и допущения	Ограниченное время работы за ПК, связанное с вредным влиянием ЭМ излучения, ограниченное время работы при монтаже макета, связанное с недостатком компонентной базы

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

5.3.1 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта. Линейный график представляется в таблице 5.8.

Таблица 5.8. – календарный план проекта

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	Расчет схем и всех модулей прибора	Студент
	6	Разработка конструкции электрооборудований, входящих в установке	Студент
	7	Проведение испытаний	Руководитель Студент
	8	Исправление и доработка прибора	Руководитель Студент
Оформление документации и подготовка отчета	9	Оформление пояснительной записки и подготовка к защите	Руководитель Студент

5.3.2 Бюджет научного исследования

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода. Результат расчета приведен в таблицу 5.9.

Таблица 5.9 – Затраты на материалы

Наименование	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Электронные компоненты		-	20000
Стеклотекстолит	2	400	800
Канцелярские товары	1	300	300
Всего за материалы			21100
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			1000
Итого по статье С_м			22100

Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования,

используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Таблица 5.10 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ.

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1	Компьютер	1	60	60
2	Паяльник	1	0,5	0,5
Всего за специальное оборудование				60,5
Монтажу в размере 15% от его цены				9,075
Итого:				69,575

Основная заработная плата

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

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату: $C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$

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.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

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

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

k_d – 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 $Z_{тс}$);

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

Таблица 5.11 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней	52	52
- выходные дни	27	27
- праздничные дни		
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	48
- невыходы по болезни	0	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	263	239

Таблица 5.12 - Заработная плата

Исполнители	З _{тс} , руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб	З _{дн} , руб.	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	23264,86	0,3	0,3	1,3	48390,91	2060,75	31	63883,36
Студент	6342,03			1.3	8244.639	239.84	91	21834,54
Итого З _{осн}								85717,9

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 6.13- Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Исп.
Основная зарплата	85717,9
Дополнительная зарплата	10286,145
Итого по статье С _{зп}	96004,048

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

Отчисления во внебюджетные фонды руководителя проекта:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,27 \cdot 96004,048 \approx 25921,1(\text{руб.})$$

где $k_{\text{внеб}} = 0,27$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Накладные расходы

Эта статья содержит затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы [1]. Расчет накладных расходов ведется по

следующей формуле: $C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$

где $k_{\text{накл}} = 90\%$ – коэффициент накладных расходов.

Общая сумма накладных расходов составляет 86403,64 рублей.

Планируемые затраты разгруппированы по статьям и представлены в таблице 5.14.

Таблица 5.14 – Статьи затрат

№ п/п	Статьи затрат	Сумма, руб.
1	Затраты на материалы	32600
2	Затрат на специальное оборудование	35075
3	Основная заработная плата	85717,9
4	Дополнительная заработная плата	10286,145
5	Отчисления на социальные нужды	25921,1
6	Накладные расходы	86403,64

Оценка эффективности исследования

В результате выполнения поставленных в данном разделе задач, можно сделать следующие выводы:

- Технический проект имеет несколько важных преимуществ, обеспечивающих повышение производительности и экономичности технического производства.

- Составление сметы технического проекта позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта, а также дать рекомендации по оптимизации этих затрат.

- Оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, дала высокий результат, что говорит об эффективности реализации технического проекта.

- Оценки возможности снижения массы и стоимости производства инвертора для индукционного нагрева с помощью результатов моделирования.

С учетом вышеотмеченного, можно заключить, что реализация данного технического проекта, позволяет увеличить эффективность

производства, как социальную, путем улучшения безопасности, так и ресурсосберегающую, путем внедрения более универсального оборудования, требующего меньше затрат при эксплуатации

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе рассмотрены вопросы, связанные с разработкой высоковольтных источников питания, которые являются в некотором роде уникальными изделиями, отличающимися от стандартной продукции. Инженер, заказчик и пользователь высоковольтных источников, в целях достижения наилучших в своей сфере деятельности результатов, должны четко представлять себе эту уникальность. Продвижение технологий в сфере преобразования энергии идет так быстро, что разработчик аналитической аппаратуры просто не может взять на себя весь груз ответственности за источники высоковольтного питания. Эту ответственность должны разделить с ними поставщики высоковольтных источников.

Как говорилось выше, для создания надежных высоковольтных источников необходимы передовые методы преобразования мощности, компоненты, материалы и технологии. Необходимо также уделить серьезное внимание вопросам безопасного пользования. Высокое напряжение может быть смертельно опасным, и начинающий пользователь должен быть обучен правилам безопасности. Основные правила по безопасности изложены в стандарте IEEE

Список литературы

1. «Методические указания и расчетные задания для студентов очного и заочного обучения специальности» А. П. Маругин
2. <http://www.trzrus.ru/rec/recany.htm?6../res.htm>
3. <http://www.volt-220.com/images/book/diod.pdf>
4. <http://kazus.ru/guide/transistors/bl14.html>
5. <http://www.docin.com/p-1061392873.html>
6. [http://www.fieldp.com/magneticproperties.html#Ferrite\(TDKPE22\)](http://www.fieldp.com/magneticproperties.html#Ferrite(TDKPE22))
7. http://www.rotr.info/electronics/theory/entry_level_circuit/voltage_multiplier.htm#calc