

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

---

Институт ЭНИН  
Направление подготовки Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра ЭЭС

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА**

Тема работы
<b>Проектирование генератора грозовых импульсов для испытания высоковольтного оборудования</b>

УДК 621.373.14:621.314.21.0273

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2В	Жук Юрий Федорович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Старцева Е.В			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры Менеджмента	Потехина Н.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Романцов И.И.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов. А.О.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

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

Институт ЭНИН  
 Направление подготовки (специальность) Электроэнергетика и электротехника  
 Кафедра ЭЭС

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой  
 \_\_\_\_\_ Сулайманов А.О.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А2В	Жук Юрий Федорович

Тема работы:

<b>Проектирование генератора грозовых импульсов для испытания высоковольтного оборудования.</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 1590/с от 25.03.2016г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2016г
--	-------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	длительность фронта импульса — $\tau_{\text{ф}}=1,2$ мкс; длительность импульса — $\tau_{\text{и}}=50$ мкс; время зарядки генератора — 100 с; режим испытания — полный и срезанный импульс; характеристики испытываемой изоляции — внешняя изоляции силовых трансформаторов и ввода наружного исполнения на класс напряжения 220 кВ мощностью до 3000 кВА включительно; зарядное напряжение ГИН не более 80кВ
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Произвести расчеты разрядной и зарядной схемы ГИНа, выбрать регулятор напряжения, высоковольтный трансформатор, выпрямительное устройство. Произвести расчет активного делителя напряжения для измерения импульсного напряжения на испытуемом объекте. Оценить его индуктивность, емкость на землю и погрешность измерения амплитуды напряжения. Разработать и начертить эскизы конструктивного исполнения ГИН, делителя напряжения и

	планировку расположения элементов всей установки: ГИН, зарядное устройство, объект испытания, высоковольтный делитель напряжения. Исследования на модели влияния времени запаздывания срабатывания ГИН на параметры выходного импульса.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж общего вида ГИН, сборочный чертеж высоковольтного делителя напряжения, планировка расположения элементов всей установки: ГИН, зарядное устройство, объект испытания, высоковольтный делитель напряжения, пульт управления.

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
<b>Расчетная часть</b>	Лавринович В.А, д.т.н
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Потехина Н.В., старший преподаватель кафедры менеджмента
<b>Социальная ответственность</b>	Романцов И.И., кандидат технических наук кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности.
<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
.03.2016	

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Старцева Е.В			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2B	Жук Юрий Федорович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5А2В	Жук Юрий Федорович

<b>Институт</b>	<b>Энергетический</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Электроэнергетических систем</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Высоковольтная Электроэнергетика и Электротехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально–технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	–16% накладные расходы;
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	– 27.1 % отчисления в социальные фонды

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Анализ конкурентоспособности технического решения с позиции ресурсоэффективности; SWOT – анализ.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Формирование плана и графика разработки : –определение структуры работ; – определение трудоемкости работ; – разработка графика Ганта.</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Формирование бюджета затрат на научное исследование: – материальные затраты; – затраты на оборудование; –заработная плата (основная и дополнительная); – отчисления на социальные цели; – накладные расходы. Составление сметы затрат на оборудование</i>

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

1. Матрица SWOT
2. Оценочная карта конкурентных технических решений
3. Календарный план–график проведения НИ
4. Бюджет затрат НИ

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель	Потехина Нина Васильевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
5А2В	Жук Юрий Федорович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

**Тема работы: Проектирование генератора грозовых импульсов для испытания вводов наружного исполнения на класс напряжения 220 кВ.**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5A2B	Жук Юрий Федорович

<b>Институт</b>	<b>ЭНИН</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭЭС</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

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

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p><i>Помещение закрытого типа с естественной вентиляцией воздуха. Помещение имеет как искусственный, так и естественный источник освещения. Основное рабочее оборудование – ГИИ.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Физические вредные факторы: отклонение показателей микроклимата в помещении, повышения уровня шума, превышение электромагнитных излучений.</li> <li>– Физические опасные факторы: электрический ток, электрическое поле</li> <li>– Негативное влияние на окружающую среду: бытовые отходы, испарение трансформаторного масла.</li> <li>– Чрезвычайные ситуации: пожар.</li> </ul>
<p>2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме.</i></p>	<p><i>ГОСТ 12.1.038–82ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токов. СНиП 3.05.06–85. ПУЭ.</i></p>

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

<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико–химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно–технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p><i>В рамках комплексной программы по оценке характерных для проекта рисков и управлению их возможными воздействиями необходимо учитывать потенциально вредные факторы, возникающих при работе с ГИИ.</i></p>
<p>2. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Механические опасности. Вероятность разрушения конструкции.</li> <li>– Термические опасности отсутствуют.</li> <li>– Электробезопасность. Вероятность</li> </ul>

<p>защиты);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>поражения электрическим током.</p> <p>– Возможные причины пожара: Неправильное распространения искрового разряда. Взрыв конденсатора.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Правила по охране труда и окружающей среды при эксплуатации ГИИ:</li> <li>– организация доступа к токоведущим частям оборудования;</li> <li>– нормативы обеспечения заземления устройств со ссылками на СНиП;</li> <li>– организация помещения для размещения оборудования с ограниченным доступом лиц;</li> <li>– обеспечения окружающей безопасности (отходы, выбросы, сбросы), наличие выбросов, необходимость создания селитебной зоны</li> </ul>	<p>Меры, которые необходимо принять для защиты персонала и окружающей среды от воздействующих факторов при строительстве и эксплуатации ГИИа.</p>
<p>3. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Возможные ЧС: пожар, взрыв.</li> <li>– Пожар.</li> <li>– Устройства оповещения при пожаре, датчики дыма.</li> <li>– Соблюдения техники безопасности</li> <li>– Следовать плану эвакуации, вызвать пожарных.</li> <li>– Действия при несчастных случаях.</li> </ul>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>Типовая инструкция для охраны труда для электромонтёра.</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Романцов Игорь Иванович	Кандидат технических наук		

**Задание принял к исполнению студентка:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2В	Жук Юрий Федорович		

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки (специальность) 140400 Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования бакалавр

Кафедра ЭЭС

Период выполнения весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ–ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
24.03.2016 г.	Литературный обзор	2
3.04.2016 г.	Объект и методы исследования	4
14.04.2016 г.	Исследование зарядной схемы	7
24.05.2016 г.	Исследование разрядной схемы	7
01.05.2016 г.	Проверка контура на апериодичность	3
9.05.2016 г.	Исследование на модели влияния неодновременности срабатывания разрядников на выходной импульс	7
12.05.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	4
25.05.2016 г.	Социальная ответственность	4
28.05.2016 г.	Оформление работы	2
	Итого	40

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Старцева Е.В			

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов. А.О.	к.т.н.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 80 страниц, 25 рисунков, 16 таблиц, 19 использованных источников, 2 приложения.

Ключевые слова: генератор импульсных напряжений, разрядный контур, грозовой импульс, зарядная схема, генератор Аркадьева–Маркса

Актуальность данной работы заключается в том, что генераторы грозовых импульсов широко применяются для испытания различного вида оборудования на устойчивость к атмосферным перенапряжениям.

Структура работы: В работе произведен обзор имеющихся вариантов генератора Аркадьева–Маркса, выбрана схема и конструкция генератора. Произведен расчет зарядной схемы генератора, разрядного контура, шаровых разрядников, делителя напряжения. Так же в работе выполнено сравнение выбранной конструкции с наиболее используемой, как в экономическом плане, так и по удельным характеристикам. Был выполнен расчет стоимости ресурсов научного исследования, норм и нормативов расходования ресурсов, ставки налогов, отчислений, а также произведено описание рабочего места и использованных законодательных и нормативных документов по теме выпускной квалификационной работы по данной теме.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе MicrosoftWord 2010, также использовались программы MathCad 15, MicrosoftExcel 2010, ElectronicsWorkbench 5.12, Компас 3D v15,

Работа представлена на CD – диске (в конверте на обороте обложки).



## **Обозначения и сокращения**

ГИН – генераторы импульсных напряжений;

ИВН – Источники высокого напряжения;

ВАХ – вольт-амперная характеристика;

СИЗ – средство индивидуальной защиты;

ЗУ – заземляющее устройство;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

НТД – нормативно-техническая документация.

ПУЭ – правила устройства электроустановок;

## Содержание

Введение.....	11
1. Конструктивные исполнения ГИН.....	12
1.1. Лестничная конструкция ГИН.....	13
1.2. Этажерочная конструкция ГИН.....	15
1.3. Башенная конструкция ГИН.....	17
1.4. Колонная конструкция ГИН.....	18
1.5. Емкостно - Омическая конструкция ГИН.....	20
2. Расчетная часть.....	22
2.1. Общие сведения.....	22
2.2. Определение параметров объектов испытания.....	24
2.3. Расчет основных элементов схемы ГИН.....	24
2.4. Расчет шаровых разрядников.....	29
2.5. Расчет зарядной схемы.....	30
2.6. Расчет делителя напряжения.....	32
2.7. Расчет емкости делителя на землю.....	35
2.8. Расчет разрядного контура на апериодичность.....	37
2.9. Конструктивное исполнение ГИН и делителя.....	40
2.10. Испытания объектов.....	43
2.11. Принцип действия схемы управления ГИН.....	45
3. Финансовый менеджмент.....	46
3.1. Морфологический подход.....	46
3.2. SWOT-анализ.....	47

3.3.	Планирование научно-исследовательских работ.....	49
3.3.1.	Структура работ в рамках проектирования.....	49
3.3.2.	Определение трудоемкости выполнения работ.....	50
3.3.3.	Разработка графика проведения работ.....	50
3.4.	Формирование бюджета затрат. Расчет затрат.....	53
3.4.1.	Расчет материальных затрат.....	53
3.4.2.	Затраты на заработную плату исполнителей.....	54
3.4.3.	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	55
3.5.	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	56
3.6.	Накладные расходы.....	56
3.7.	Амортизация основных фондов.....	56
3.8.	Расчет сметы затрат для реализации проекта.....	58
3.9.	Ресурсоэффективность.....	60
3.10.	Результаты проведения экономического анализа.....	61
4.	Социальная ответственность.....	63
4.1.	Анализ опасных и вредных факторов.....	63
4.2.	Анализ выявленных факторов производственной среды.....	65
4.3.	Правила по охране труда и окружающей среды при эксплуатации ГИН.....	66
4.4.	Требования безопасности при аварийных ситуациях в лаборатории.....	67
4.5.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	69
4.5.1.	Общие положения.....	69
4.5.2.	Средства защиты обеспечения электробезопасности.....	71

Заключение.....	73
Список использованных источников.....	74
Приложение А.....	76
Приложение Б.....	77
Приложение В.....	78
CD-R диск.....	76

## ВВЕДЕНИЕ

В случае удара молнии в оборудование подстанций или линий электропередач возникают грозовые перенапряжения. Ввиду этого по проводам линий протекает ток молнии, представляющий из себя апериодический импульс напряжения, воздействующий на изоляцию электрооборудования. Для имитации грозовых перенапряжений применяют генераторы импульсных напряжений (ГИН), чаще всего представляющего из себя генератор, собранный по схеме Маркса, где происходит параллельная зарядка батареи конденсаторов с их последующим разрядом последовательно на емкостную нагрузку, а именно, изоляцию испытуемого оборудования.

Генераторы Аркадьева-Маркса позволяют получать импульсные напряжения от десятков киловольт до нескольких миллионов вольт. Частота импульсов, вырабатываемых генератором Маркса, зависит от мощности генератора в импульсе - от единиц импульсов в час, до нескольких десятков герц.

Важнейшей задачей исследований разрядной цепи является разработка рациональных методов расчета и выбора параметров ГИН, обеспечивающих получение заданной техническими нормативами формы импульса. Несмотря на большое количество работ, посвященных этому вопросу, указанная проблема еще не решена полностью. [1].

# **1. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Цель данного раздела ВКР заключается в выполнении анализа и проведения планирования комплекса работ в рамках данного проектирования. Будет определена трудоемкость проводимых работ, создан график проведения работ, произведен расчет стоимости материальных затрат, а так же заработной платы и сформирован бюджет затрат на проектирование.

## **1.1. Морфологический подход**

В основе данного подхода лежит систематическое исследование всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования [13].

Основные этапы выбора решения:

- Точная формулировка поставленной проблемы.
- Определение параметров (характеристик), от которых зависит решение проблемы.
- Деление параметров на их значения и представление их в виде набора матриц (или морфологической таблицы, карты).
- Формирование вариантов путем комбинаций – по одному элементу из каждой строки.
- Проверка всех имеющихся в морфологической карте вариантов на совместимость элементов и отброс нулевых вариантов, определение функциональной ценности всех возможных сочетаний.
- Выбор из морфологической карты наилучшего варианта решения проблемы (выполняется с применением различных, в том числе экспертных методов). [13].

Таблица 1 – Матрица структурного решения выбора

Индекс параметра	Морфологический признак(параметр)	Вид(способ) исполнения		
		1	2	3
1	2	3	4	5
1	Вид тока	постоянный	переменный	импульсный
2	Напряжение	35 В	110 В	220 В
3	Категория по надежности	I	II	III
4	Схема распределения	Радиальная	Магистральная	Смешанная
5	Число трансформаторов	До 10	До 20	До 30
6	Мощность трансформаторов	до 630кВА	до 1000 кВА	свыше 1600 кВА
7	Тип компенсирующих устройств	КБ	СД	Синхронный компенсатор
8	Тип трансформаторов ГПП	ТД	ТДН	ТМН
9	Мощность трансформаторов ГПП	2500 кВА	6300кВА	16000кВА
10	Выбор марки провода ГПП	АС	А	
11	Выбор сечения линии ГПП	35	50	70
12	Марка кабеля 10 кВ	АВВГ	АПвП	ВВГ
13	Вид защитной аппаратуры до 1кВ	ВА	Предохранители	
14	Марка кабеля до 1 кВ	АПвВ	ВВГ	АВВГ
15	Способ прокладки КЛ до 1 кВ	В коробах	В лотках	В трубах
Вариант решения				

Исходя из данной таблицы, был сформирован вариант выбора оптимальных морфологических параметров для трансформатора ТДН, на напряжение 110 кВ, магистральной схемой распределения, мощностью 16000 кВА, маркой кабеля АПвП, и способ прокладки в лотках[13].

## 1.2. SWOT–анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно–исследовательского проекта. SWOT–анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта[13].

Результаты SWOT–анализа представляем в табличной форме.

Таблица 2 – Матрица SWOT – анализа

	<p><b>Сильные стороны:</b>          С1. Удовлетворение желаний потребителя (быстрота зарядки конденсаторов);          С2. Зарядное устройство может работать на любую нагрузку, как холостой ход, так и короткое замыкание;          С3. Дистанционное управление;          С4. Минимальный уровень шума и вред окружающей среде.</p>	<p><b>Слабые стороны:</b>          Сл1. Размещаются с дополнительной защитой;          Сл2. Высокая стоимость зарядного устройства.          Сл3. Требуется опыт работы и знания по эксплуатации зарядного устройства;          Сл4. Маленький срок службы</p>
<p><b>Возможности:</b>          В1. Применение предприятиями данного устройства, как основную зарядку батарей конденсаторов;          В2. Улучшение на рынке управления для удобного пользования устройствами персоналу;          В3. Возможность зарядки более дорогостоящего оборудования;          В4. Повышение спроса</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Благодаря своим характеристикам зарядное устройство способно достаточно быстро заряжать конденсаторные батареи и способны работать как в режиме КЗ, так и на холостом ходу ;</li> <li>2. Простота управления и минимальный вред увеличит спрос, тем самым обеспечит легкость в использовании и повышение спроса на рынке.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Из – за высокой стоимости устройства возможен отказ инвесторов в финансировании, что приведёт к снижению спроса;</li> <li>2. В связи с малым сроком службы и закупкой дополнительной защитой возможно снижение спроса на рынке.</li> </ol>
<p><b>Угрозы:</b>          У1. Снижение спроса на технологии более нового образца;          У2. Стабильная конкуренция зарубежных, аналоговых продуктов;          У3. Возможная, дополнительная государственная сертификация устройства;          У4. Экономическая ситуация в стране, способствующая закрытию предприятий по производству устройства;</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Удовлетворение желаний потребителя может привести к дополнительной государственной сертификации, по которой зарядное устройство может получить дополнительные средства на совершенствование старых технологий;</li> <li>2. Обладая высокой работоспособности и отсутствующим вредным факторам способна составит стоящую конкуренцию зарубежным производителям.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Использование зарядного устройства ИВН–4 с дополнительной защитой приведёт к снижению спроса, и обеспечит конкурентам разработку более усовершенствованного устройства без использования дополнительной защиты;</li> <li>2. В виду того, что зарядные устройства ИВН–4 обладают высокой стоимостью и малым сроком службы, возможен отказ на финансирование более новых технологий.</li> </ol>

Итогом анализа стала матрица решений. Очевидно, что предлагаемые меры позволят нивелировать слабые стороны проекта, а так же снизить влияние угроз[13].



### 1.3. Планирование научно–исследовательских работ

#### 1.3.1. Структура работ в рамках проектирования

Планирование комплекса предполагаемых работ производится в следующем порядке:

- ✓ определение структуры работ в рамках научного исследования;
- ✓ определение участников каждой работы;
- ✓ установление продолжительности работ;
- ✓ построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения работ по проектированию формируется группа, в состав которой могут входить: руководитель и инженер.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 2.

Таблица 3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические исследования	5	Выбор схемы электроснабжения и расчет нагрузок	Инженер
	6	Расчет нагрузок, определение центров электрических нагрузок. Выбор места ГПП	Инженер
	7	Определение числа и мощности цеховых трансформаторов, компенсация реактивной мощности	Инженер
	8	Выбор внутризаводских линий, расчет потерь в цеховых трансформаторах и линиях, выбор числа и мощности трансформатор ГПП, выбор питающих линий ГПП	Инженер
	9	Расчет токов КЗ, проверка линий по токам КЗ	Инженер

	10	Выбор основного высоковольтного оборудования	Инженер
	11	Внутрицеховое электроснабжение	Инженер
	12	Менеджмент	Инженер
	13	Социальная ответственность	Инженер
Обобщение и оценка результатов	14	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
Оформление отчета (комплекта документации)	15	Составление пояснительной записки (эксплуатационно–технической документации)	Инженер

### 1.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников проектирования[13].

Трудоемкость выполнения работ оценивается экспертным путем в человеко–днях и носит вероятностный характер. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожи}$  используется следующая формула:

:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{мини} + 2t_{махи}}{5}, \quad (1)$$

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

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

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

### 1.3.3. Разработка графика проведения работ

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения работ по проектированию в форме диаграммы Ганта.

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

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни[13].

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (2)$$

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

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

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

Пример:

$$t_{\text{ож1}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min1}} + 2 \cdot t_{\text{max1}}}{5} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 9}{5} = 5 \text{ чел – дни}, \quad (3)$$

На основе таблицы 4 строится календарный план–график.

График строится на основе таблицы 3 с разбивкой по месяцам и декадам.

Таблица 4 – Временные показатели проведения работ

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$		Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$	
	$t_{\text{min}}$ , чел–дни		$t_{\text{max}}$ , чел–дни		$t_{\text{ож}i}$ , чел–дни					
	Руководитель проекта	Инженер	Руководитель проекта	Инженер	Руководитель проекта	Инженер	Руководитель проекта	Инженер	Руководитель проекта	Инженер
Составление ТЗ	5		10		8		5		8	
Подбор и изучение материалов по теме		8		10		9		6		8
Выбор направления исследований		7		12		9		5		6
Календарное планирование работ по теме	10		15		12		6		8	

Проведение предварительных расчетов и обоснований		8	12	10		7		7
Расчет коэффициента использования разрядной схемы		2	5	3		1		1
Определение параметров объекта испытания		3	5	4		2		3
Расчет основных элементов схемы ГИН		2	8	5		3		5
Расчет шаровых разрядников		4	10	7		1		1
Выбор элементов зарядной цепи		5	9	6		2		2
Расчет делителя напряжения		7	11	9		2		4
Расчет емкости делителя на землю		5	13	10		2		3
Расчет зарядного контура на апериодичность		7	15	12		1		3
Испытание других объектов		6	14	11		2		4
Оценка эффективности полученных результатов	6		10	8		4		5
Разработка конструкции ГИН		10	17	15		7		9
Разработка общего вида установки		9	15	13		3		5
Разработка схемы управления ГИН		7	12	10		10		11
Составление пояснительной записки (эксплуатационно–технической документации)		6	10	9		4		5

Таблица 5 – Календарный план–график проведения НИ

№	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ кал дн	Продолжительность выполнения работ													
				фев		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление ТЗ	Руководитель проекта	8	■													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	8		▨												
3	Выбор направления исследований	Инженер	6			▨											
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель проекта	8			■											
5	Проведение предварительных расчетов и обоснований	Инженер	7				▨										
6	Расчет коэффициента использования разрядной схемы	Инженер	1					▨									
7	Определение	Инженер	3						▨								

	параметров объекта испытания																			
8	Расчет основных элементов схемы ГИН	Инженер	5																	
9	Расчет шаровых разрядников	Инженер	1																	
10	Выбор элементов зарядной цепи	Инженер	2																	
11	Расчет делителя напряжения	Инженер	4																	
12	Расчет емкости делителя на землю	Инженер	3																	
13	Расчет зарядного контура на апериодичность	Инженер	3																	
14	Испытание других объектов	Инженер	4																	
15	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель проекта	5																	
16	Разработка конструкции ГИН	Инженер	9																	
17	Разработка общего вида установки	Инженер	5																	
18	Разработка схемы управления ГИН	Инженер	11																	
19	Составление пояснительной записки	Инженер	5																	

Итого длительность работ в календарных днях руководителя проекта равняется 21 дней, а инженера 77 дней.

#### **1.4. Формирование бюджета затрат. Расчет затрат**

##### **1.4.1. Расчет материальных затрат**

Материальными затратами являются часть издержек производства, затрат на производство продукции, товаров, услуг, в которую включаются затраты на сырье, основные и вспомогательные материалы и другие затраты. Материальные затраты (расходы) образуют часть себестоимости продукции.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, показываем в таблицу 5.

Таблица 5–Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.
Бумага для принтера, формат А4	Лист	120	2	240
Карандаш механический	Штука	2	35	70
Стержни на карандаш	Упаковка	1	20	20
Тетрадь	Штука	2	25	50
Ручка	Штука	2	15	30
<b>Итого</b>				<b>410</b>

#### 1.4.2. Затраты на заработную плату исполнителей

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

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

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

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (5)$$

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

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

$k_d$  – 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).

Тарифная заработная плата  $Z_{тс}$  находится из произведения тарифной ставки работника: для инженера– 14584,32, для преподавателя –33775,83.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 6.

Таблица 6–основная заработная плата

Исполнители	$Z_{тс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб.дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Преподаватель	33775,83	0,3	0,2	1,3	65661,7	2043	15	30645
Инженер	14584,32	0,3	0,15	1,3	27491,44	718	58	41644
<b>Итого</b>								<b>72289</b>

### 1.4.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

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

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 156318 = 23448 \text{ руб.}$$

$$Z = 156318 + 23448 = 179766 \text{ руб.}$$

### **1.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)**

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

$$Z_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot (156318 + 23448) = 53930$$

### **1.6. Накладные расходы**

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (8)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = 300977 \cdot 0,16 = 48156 \text{ руб.}$$

### **1.7. Амортизация основных фондов**

Расчет амортизационных отчислений, на полное восстановление основных средств, производится по нормативам амортизации утвержденном в установленном действующим законодательством порядке, и определенным в



зависимости от балансовой стоимости оборудования. Для проектирования необходимы следующее оборудование:

- компьютер – 25000 рублей
- принтер – 8000 рублей

$$C_{\text{ОБОР.}} = 25000 + 8000 = 33000 \text{ рублей}$$

По Налоговому кодексу п. 1 ст. 256 и пп. 3 п. 1 ст. 254 НК РФ имущество стоимостью до 40000 руб. не относится к амортизируемому оборудованию и его стоимость в целях налогообложения можно сразу отнести на расходы после передачи в эксплуатацию.

Затраты – это ресурсы, которые предназначены или уже потрачены и приобретение определенных Товаров и услуг. Измерить затраты можно отдельно для любого вида или участка деятельности

Рассчитанная величина затрат проектирования работы является основой для формирования бюджета затрат проекта [13].

Все расчеты затрат приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Бюджет затрат

Наименование статьи	Примечание	
	руб	В%
Материальные затраты	410	0,111
Заработная плата исполнителей	107473	38,69
Отчисления во внебюджетные фонды	31339,1268	8,45
Амортизационные отчисления	2541	0,69
Накладные расходы	150462,2	52,059
Сумма ст.	292225,3268	100
Прибыль	116890,13	–
Договорная цена	409115,46	–

## 1.8. Расчет сметы затрат для реализации проекта

Для осуществления проекта необходимы затраты на строительство зданий, очистных сооружений, приобретение оборудования, измерительных приборов, технологической оснастки и производственного инвентаря, транспортных средств и т.д.

Капитальные вложения рассчитываются для конкретного предприятия по конкретным ценам на этом предприятии или по укрупненным ценам аналогичного оборудования, стоимости строительства объекта и т.д.

Рассчитанные по видам основных фондов капитальные вложения сводятся в таблицу 8 с указанием срока службы.

Таблица 8 – Капитальные вложения во внеоборотные активы

Группы и виды внеоборотных активов	Кол-во, шт	Общая стоимость, руб.	Срок службы, лет
Трансформатор ТМ 630	1	295106	30
Кабель АПвП (3х70)	1м	590	30
Выключатель ВА	1	1150	15
Кабель АВВГ	1м	80	30
Шкаф распределительный	1	12834	15
Всего		309760	

Суммарные капитальные вложения в систему электроснабжения цеха:

$$K = K_{np} + K_{об} \quad (9)$$

$$K = 409115,46 + 309760 = 718875,46 \text{ руб.}$$

Экономический эффект – это разность между результатами деятельности хозяйствующего субъекта и произведенными для их получения затратами на изменения условий деятельности

Годовой экономический эффект равен:

$$\text{Э} = (\text{Збаза} - \text{Зн}) = (29050 - 26721) * 10 = 23290 \quad (10)$$

Коэффициенты, учитывающие затраты на:

- транспортировку (доставку) оборудования 4%
- установку, монтаж, наладку 15%

Таблица 9 – Монтажные работы:

Наименование	кол-во	цена за ед.	общая стоимость
Обволока	1	10000	10000
Прямом с щебнем	12	5000	60000
Заземление бака	2	4000	8000
Заземление корпуса	1	8000	8000
Сбор установки	1	100000	100000
<b>ИТОГО за оборудование руб.:</b>			<b>186000,00</b>

<i>Используемые материалы</i>			
Трансформаторное масло	250	70	17500
Филиногель	80	1500	120000
Кабельная обмотка (медь)	450	275	123750
<b>Итого за материалы руб.:</b>			<b>261250,00</b>
<i>Монтажные работы и крепежно-изолирующие материалы</i>			
Монтаж, пуско-наладочные работы	1	20 500	21 000
Крепежные, расходные материалы.	200	500	100000
<b>ИТОГО за монтажные работы руб.:</b>			<b>121000,00</b>
<b>В том числе НДС: 18/118%</b>		<b>86683руб.</b>	
<b>ИТОГО в руб.</b>		<b>568250,00 руб</b>	

Таблица 10 – Стоимость оборудования

Наименование	Кол-во	Цена, руб.	Всего, руб.
Обводка	1	10000,00	10000,00
Приямок с щебнем	12	5000,00	60000,00
Заземление бака	2	4000,00	8000,00
Заземление корпуса	1	8000,00	8000,00
Сбор установки	1	100000,00	100000,00
Итого оборудования	17	186000,00	186000,00
Трансформаторное масло	250	70,00	17500,00
Филиногель	80	1500,00	120000,00
Кабельная обмотка	450	275,00	123750,00
Итого за материалы	780	128845,00	261250,00
Монтаж		21000,00	121000,00
Итого	797	149845,00	568250,00

### 1.9. Ресурсоэффективность

Ресурсоэффективность автоматизированной системы узла учета тепловой энергии определяется при помощи интегрального критерия ресурсоэффективности, который имеет следующий вид:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (11)$$

где:  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент проекта;

$b_i$  – балльная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 11.

Таблица 11– Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Безопасность	0,25	5
2. Надежность	0,25	5
3. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,20	4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,20	4
5. Энергоэкономичность	0,10	3
Итого:	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,25 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,20 \cdot 4 + 0,20 \cdot 4 + 0,10 \cdot 3 = 4,4 (12)$$

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проекта имеет важное значение при выполнении раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Его высокое значение говорит о эффективности использования технического проекта. Высокие баллы безопасности и надежности, удобства в эксплуатации и предполагаемый срок эксплуатации позволяют судить о корректно выполненной разработке системы.

## **Заключение**

В ходе проделанной работы мною был составлен план по разработке генератора импульсных напряжений. Проведена экспертная оценка. Был составлен SWOT – анализ, где учтены все угрозы, возможности и сильные, слабые стороны данного проекта. Так же распределены перечни и этапы работ у инженера и руководителя проекта.

При расчете длительности работ в календарных днях работа руководителя проекта равняется 21 дней, а инженера 77 дней. Расчет основной заработной платы для инженера и руководителя составил 72289 рублей. Накладные расходы составили 48156 рублей. Был проведены расчеты монтажных работ, оборудования и используемых материалов , итоговая сумма составила 568250 рублей. Проведенная оценка ресурсоэффективности проекта дает достаточно неплохой результат (4,4 из 5), что свидетельствует об эффективности реализации технического проекта.