

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра ЭЭС

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование релейной защиты линии электропередачи 220 кВ подстанция «Кемеровская» - подстанция «Азот» Кузбасской электроэнергетической системы

УДК 621.316.925.1.621.315.1.027

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2А	Сандакова Арюна Цыденжаповна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Суворов А.А.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Потехина Н.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Романцов И.И.	к.т.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения
Профессиональные компетенции	
ПК-1	способностью и готовностью использовать информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики, в своей предметной области
ПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-3	готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способностью привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ПК-4	способностью и готовностью использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности
ПК-5	владением основными методами защиты производственного персонала и населения от последствий возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий
ПК-6	способностью и готовностью анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования
ПК-7	способностью формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде отчета с его публикацией (публичной защитой)

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра ЭЭС

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

 (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
5А2А	Сандаковой Арюне Цыденжаповне

Тема работы:

Проектирование релейной защиты линии электропередачи 220 кВ подстанция «Кемеровская» - подстанция «Азот» Кузбасской электроэнергетической системы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 02.02.2016 г. № 653/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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>	<ol style="list-style-type: none"> Исходные данные защищаемой линии электропередачи; Исходные данные I и II периферии.
<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>	<ol style="list-style-type: none"> Краткая характеристика защищаемого объекта; Выбор и обоснование видов и состава РЗ линии и автотрансформатора; Выбор и обоснование аппаратных средств; Выбор трансформаторов тока и напряжений; Расчет защит.
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> Схема подключения токовых цепей для линий без реакторов ШЭ 2607 016 и ШЭ 2607 071; Схема района энергосистемы для проектирования РЗиА

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Нина Васильевна
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович
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	Суворов А.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2А	Сандакова Арюна Цыденжаповна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 81 с., 10 рис., 24 табл., 16 источников, 3 прил.

Ключевые слова: релейная защита, электроэнергетическая система, линия электропередачи, трансформатор, программный комплекс АРМ СРЗА.

Объектом исследования является линия электропередачи 220 кВ подстанция «Кемеровская» – подстанция «Азот» Кузбасской электроэнергетической системы.

Цель работы – проектирование релейной защиты линии электропередач 220 кВ.

В процессе работы были выбраны терминал защиты ШЭ 2607 016 и виды защит линии, рассчитаны уставки защит и время их срабатывания, также была проверена чувствительность защит.

В результате работы была спроектирована релейная защита рассматриваемой линии.

Область применения: защита линии от аварийных и аномальных режимов работы.

Экономическая эффективность работы заключается в уменьшении затрат, связанных с авариями, так как релейная защита микропроцессорного исполнения обладает рядом значительных преимуществ, таких как высокая точность, быстродействие и т.д.

Содержание

Введение.....	11
1. Исходные данные к работе.....	12
1.1. Исходные данные линии 220 кВ	12
1.2. Исходные данные автотрансформатора.....	13
2. Постановка задачи.....	14
3. Выбор устройств релейной защиты	15
3.1. Выбор и обоснование устанавливаемых защит линии	15
3.2. Выбор и обоснование устанавливаемых защит АТ.....	15
3.3. Выбор аппаратной реализации релейной защиты	17
3.4. Выбор устройств релейной защиты	17
4. Выбор измерительных трансформаторов.....	19
4.1. Выбор трансформатора тока.....	19
4.2. Выбор трансформатора напряжения.....	19
5. Расчет параметров срабатывания устройств релейной защиты линии ...	20
5.1. Расчет дистанционной защиты	20
5.2. Расчет токовой отсечки	23
5.3. Расчет токовой защиты нулевой последовательности.....	25
6. Расчет параметров срабатывания релейной защиты автотрансформатора АТ-250 ПС Азот	30
6.1. Продольная дифференциальная защита	30
6.1.1. Выбор тока начала торможения ДТЗ.....	34
6.1.2. Расчет минимального тока срабатывания ДТЗ	34
6.1.3. Расчет тока торможения блокировки ДТЗ	35
6.1.4. Расчет коэффициента торможения ДТЗ	36
6.1.5. Выбор параметра срабатывания блокировки по второй гармонике	38
6.1.6. Ток срабатывания дифференциальной отсечки.....	38
6.2. Максимальная токовая защита с комбинированным пуском по напряжению	39
6.2.1. Первичный ток срабатывания МТЗ	40
6.2.2. Коэффициент чувствительности МТЗ.....	40

6.2.3.	<i>Расчет параметра срабатывания минимального ИО напряжения</i>	41
6.2.4.	<i>Коэффициент чувствительности минимального ИО напряжения</i>	42
6.3.	Газовая защита	43
6.4.	Защита от перегрузки автотрансформатора	44
6.5.	Расчет параметра срабатывания ИО максимального тока	44
6.6.	Устройство резервирования при отказе выключателя	45
6.7.	Автоматика пожаротушения	46
7.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	48
7.1.	Анализ конкурентоспособности технического решения	48
7.2.	SWOT-анализ	50
7.3.	Планирование научно-технического исследования.....	51
7.3.1.	<i>Определение трудоемкости выполнения работ.....</i>	52
7.3.2.	<i>Разработка графика проведения научного исследования</i>	53
7.4.	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	58
7.4.1.	<i>Расчет материальных затрат НТИ</i>	58
7.4.2.	<i>Амортизационные отчисления</i>	58
7.4.3.	<i>Оплата труда исполнителей темы</i>	59
7.4.4.	<i>Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)</i>	61
7.4.5.	<i>Формирование бюджета затрат научно-технического исследования</i>	62
7.5.	Ресурсоэффективность.....	63
	Вывод.....	64
8.	Социальная ответственность	65
	Введение.....	65
8.1.	Производственная безопасность.....	66
8.1.2.	<i>Анализ опасных и вредных производственных факторов</i>	66
8.2.	Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих	67
8.2.1.	<i>Микроклимат</i>	67
8.2.2.	<i>Освещение производственных помещений</i>	68

8.2.3. Шум и вибрация.....	69
8.2.4. Электробезопасность	71
8.3. Экологическая безопасность	76
8.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	77
Заключение	79
Список используемой литературы	80
Приложение А	82
Приложение Б	83
Приложение В.....	85

Введение

Релейная защита (РЗ) представляет собой комплекс автоматических устройств, предназначенных для выявления поврежденных элементов электроэнергетической системы и отделения этих элементов от нее в кратчайшие сроки для уменьшения потерь и сохранения устойчивой работы системы.

РЗ осуществляет непрерывный контроль над элементами системы и в случае возникновения повреждения или аномального режима выявляет этот участок и отключает его.

На сегодняшний день получили большое развитие высоковольтные сети, предназначенные для объединения систем, а также передачи больших потоков энергии. Поэтому на данный момент необходимо проектирование РЗ этих линий.

Для повышения надежности, быстродействия и точности РЗ можно применять микропроцессорные и цифровые терминалы. Кроме того, эти виды РЗ удобны в настройке и эксплуатации.

Для облегчения расчетов применяли программный комплекс АРМ СРЗА, который позволяет уменьшить объем расчетов, выполняемых вручную, а также снижает вероятность ошибок, связанных с вычислениями. Кроме того, существенно уменьшается количество затраченного на расчеты времени.

Выбор терминала производился с учетом экономической эффективности, который включает в себя, кроме стоимости терминала, затраты, связанные с монтажом, наладкой и эксплуатационными расходами.

7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

7.1. Анализ конкурентоспособности технического решения

На сегодняшний день возможность реализации того или иного проекта зависит не только от технических возможностей, но и от экономических, а именно от коммерческого потенциала, привлекательности для целевой аудитории и т.д.

В данной работе будет рассмотрена экономическая целесообразность исследования релейной защита линии 220 кВ «ПК Кемеровская – ПС Азот Кузбасской ЭЭС». Для того, чтобы найти источники финансирования проекта необходимо прежде всего определить коммерческую ценность работы.

В ходе работы будут решены следующие задачи:

- ✓ определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям;
- ✓ планирование научно-исследовательских работ;
- ✓ определение ресурсной эффективности исследования.

Для начала необходимо изучить варианты технических решений и выбрать наилучший из них, исходя из рассмотренных экономических критериев. Для сравнения были выбраны следующие шкафы: ШЭ 2607, ПДЭ 2802 и ЭПЗ 1643. Результаты сравнения представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Совокупность качеств		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	max	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
		ШЭ 2607	ЭПЗ 1643	ПДЭ 2802		ШЭ 2607	ЭПЗ 1643	ПДЭ 2802
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Удобство в эксплуатации	10	7	6	8	10	70	60	80
2. Помехоустойчивость	5	5	8	5	10	25	40	25
3. Энергоэкономичность, Вт/ч	5	8	6	6	10	40	30	30
4. Надежность, %	15	10	8	7	10	150	120	105
5. Уровень шума, Дб	5	10	5	5	10	50	25	25
6. Безопасность	15	9	7	8	10	135	105	120
7. Функциональная мощность, Вт	10	10	4	4	10	100	40	40
8. Качество интерфейса	10	8	7	7	10	80	70	70
9. Возможность подключения в сеть ЭВМ	10	10	10	10	10	100	100	100
10. Цена, млн.руб	10	8	10	10	10	80	100	100
11. Предполагаемый срок эксплуатации, лет	5	10	8	5	10	50	40	25
Итого	100	95	79	75	–	9500	7900	2500

Согласно результатам анализа конкурентоспособности наилучшим вариантом стал шкаф ШЭ 2607. Поэтому в данной работе будет использоваться этот терминал.

7.2. SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап

Описание сильных и слабых сторон проекта и выявление возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап

Выявление соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Третий этап

Составление итоговой матрицы SWOT-анализа (таблица 7).

Таблица 7 – Итоговая матрица SWOT-анализа

/	Сильные стороны: С1. Простота эксплуатации; С2. Повышение надежности; С3. Повышение точности; С4. Быстродействие; С5. Высокий срок эксплуатации.	Слабые стороны: Сл1. Высокая стоимость; Сл2. Сложности при проведении ремонта; Сл3. Отсутствие единого стандарта на устройства.
Возможности: В1. Наличие оборудования российского производства; В2. Наличие прямого пути с поставщиками оборудования; В3. Государственная поддержка, в случае успешности проекта.	<ol style="list-style-type: none">1. Быстрый ввод в эксплуатацию;2. Наличие надежных и современных терминалов.	<ol style="list-style-type: none">1. Меньшие затраты на покупку у российского производителя;2. Возможность заказа поврежденных деталей оборудования.

Продолжение таблицы 7

<p>Угрозы: У1. Нестабильная политическая обстановка (Возможно увеличение закупочной стоимости оборудования) У2. Ожесточение конкуренции</p>	<p>1. Снижение количества аварий, уменьшение убытков, связанных с ними.</p>	<p>1. Снижение влияния политической обстановки благодаря наличию местного производителя оборудования.</p>
--	---	---

В ходе анализа были изучены сильные стороны и возможности проекта, а также обозначены его слабые стороны и угрозы, которые необходимо учесть при реализации проекта.

7.3. Планирование научно-технического исследования

Планирование работ необходимо для эффективного распределения ресурсов и времени. В данном проекте имеются два исполнителя (руководитель и инженер), между которыми необходимо распределить работы и обязанности. В таблице 8 приведен перечень этапов и работ, а также их исполнитель.

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Описание объекта исследования	Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель

Продолжение таблицы 8

Теоретические и экспериментальные исследования	5	Анализ исходных данных в программной среде АРМ СРЗА	Инженер
	6	Выбор и обоснование устанавливаемых защит	
	7	Расчет параметров релейной защиты	
Контроль и координирование проекта	8	Контроль качества выполнения проекта и консультирование студента	Руководитель
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности проделанной работы	Руководитель
Разработка технической документации и проектирование	10	Технико-экономические расчеты	Инженер
	11	Вопросы экологической безопасности	
	12	Составление пояснительной записки	

7.3.1. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость работы определяется в человеко-днях, путем экспертной оценки. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожи}$ используем следующую формулу:

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

где $t_{мини}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дни;

$t_{макси}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , которая учитывает параллельность выполнения работ несколькими исполнителями

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i} \quad (2)$$

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

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

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

Ниже приведен пример расчета:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 3}{5} = 1,8 \approx 2 \text{ чел} - \text{дней};$$

$$T_p = \frac{t_{ож}}{Ч} = \frac{2}{1} = 2 \text{ дня};$$

7.3.2. Разработка графика проведения научного исследования

В данном разделе используем для построения ленточного графика проведения научных работ диаграмму Ганта, которая представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

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

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

Где $T_{ки}$ – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

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

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

Коэффициент календарности определяем по следующей формуле:

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

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.

По производственному календарю на 2016 год, составленному согласно статье 112 ТК РФ (в ред. от 23.04.2012 № 35-ФЗ) «Нерабочие праздничные дни», приказу Минздравсоцразвития РФ от 13.08.2009 № 588н «Об утверждении порядка исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды времени (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю» и постановлению, утвержденного Правительством РФ от 24.09.2015 № 1017 «О переносе выходных дней в 2016 году», суммарное количество выходных и праздничных дней в 2016 году составляет:

- ✓ При шестидневной рабочей неделе – 66 дней;
- ✓ При пятидневной рабочей неделе – 119 дней.

Ниже приведен пример расчета:

1) Для руководителя:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 66} = 1,22;$$

$$T_{\text{к}} = T_{\text{р}} \cdot k_{\text{кал}} = 2 \cdot 1,22 = 2,44 \approx 3 \text{ дня.}$$

2) Для инженера:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 119} = 1,482;$$

$$T_{\text{к}} = T_{\text{р}} \cdot k_{\text{кал}} = 6 \cdot 1,482 = 8,892 \approx 9 \text{ дн.}$$

Все рассчитанные значения приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{\min} , человеко-дни		t_{\max} , человеко-дни		$t_{\text{ожс}}$, человеко-дни					
	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер

Продолжение таблицы 9

Составление и утверждение технического задания	1	–	3	–	2	–	2	–	3	–
Подбор и изучение материалов по теме	–	4	–	7	–	6	–	6	–	9
Описание объекта исследования	–	4	–	5	–	5	–	5	–	8
Календарное планирование работ по теме	1	–	3	–	2	–	2	–	3	–
Анализ исходных данных в программной среде АРМ СРЗА	–	6	–	8	–	7	–	7	–	11
Выбор и обоснование устанавливаемых защит	–	5	–	7	–	6	–	6	–	9
Расчет параметров релейной защиты	–	6	–	8	–	7	–	7	–	11
Контроль качества выполнения проекта и консультирование студента	6	–	7	–	7	–	7	–	9	–
Оценка эффективности проделанной работы	4	–	6	–	5	–	5	–	7	–
Технико-экономические расчеты	–	6	–	8	–	7	–	7	–	11
Вопросы экологической безопасности	–	6	–	8	–	7	–	7	–	11

Продолжение таблицы 9

Составление пояснительной записки	—	4	—	6	—	5	—	5	—	8
Количество календарных дней для выполнения выпускной работы (руководитель)									22	
Количество календарных дней для выполнения выпускной работы (студент)									78	
Количество календарных дней для выполнения выпускной работы									100	

В качестве даты начала работ считаем первый день весеннего семестра (8 февраля 2016 года).

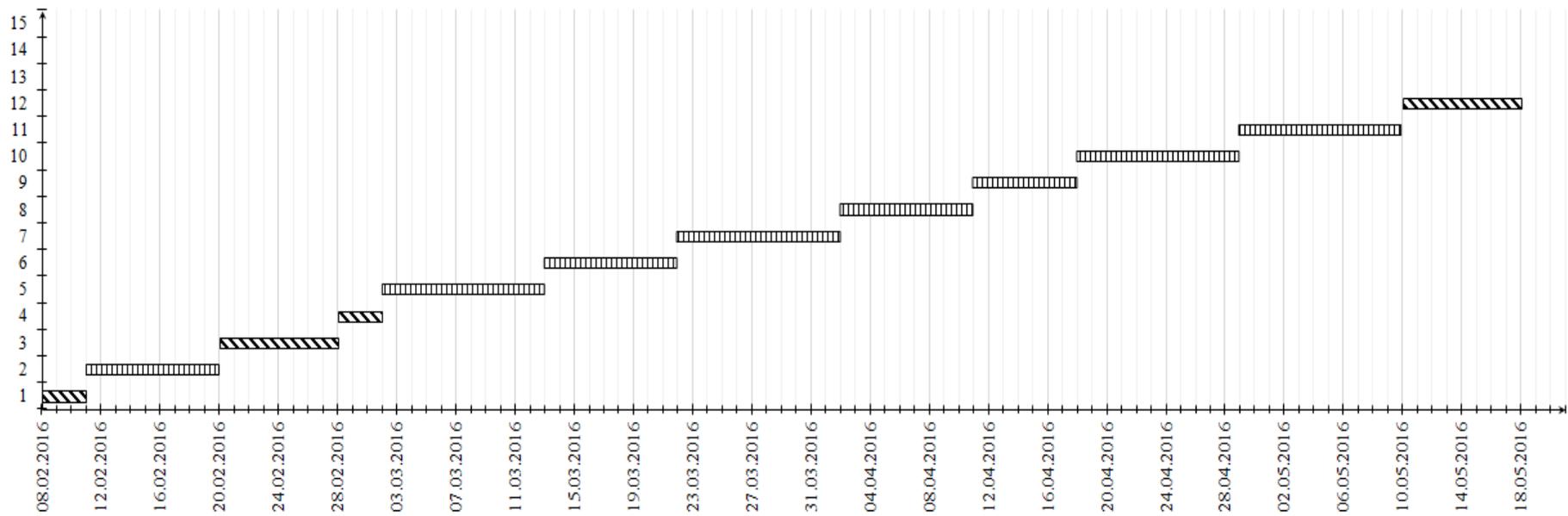


Рисунок 10 – Диаграмма Ганта

*По оси ординат числа соответствуют номерам работ, приведенных в таблице 3.

7.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В данном разделе будет составлен бюджет проекта, который учитывает все расходы, которые будут затрачены при выполнении проекта.

7.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

Рассчитаем расходы, связанные с материалами, используемыми в ходе проекта. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расхи} , \quad (5)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхи}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

Таблица 10 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z _м), руб.
Бумага для принтера	упаковка	1	270	270
Бумага писчая	упаковка	1	150	150
Ручки, карандаши	штук	4	5	20
Степлер	штук	1	210	210
Скоросшиватели	штук	1	50	50
Картридж для принтера	штук	1	1900	1900
Итого:				2600

7.4.2. Амортизационные отчисления

В данном разделе будут рассчитаны расходы, связанные со специальным оборудованием, необходимого для работы над проектом.

Стоимость специального оборудования определяется согласно действующим ценам или по договорной цене.

Стоимость оборудования приведена в таблице 11.

Таблица 11 – Стоимость оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1.	Программный комплекс АРМ СРЗА	1	681,4	681,4
Итого:				681,4

В связи с длительностью использования, учитывается стоимость программного обеспечения с помощью амортизации:

$$A = \frac{\text{Стоимость} \cdot \text{Количество дней использования}}{\text{Срок службы} \cdot 365} = \frac{681,4 \cdot 78}{5 \cdot 365} = 29,123 \text{ тыс. руб.} \quad (6)$$

7.4.3. Оплата труда исполнителей темы

Статья включает основную и дополнительную заработную плату работников, занятых выполнением НИИ, а также премии, доплаты:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (7)$$

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:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (8)$$

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.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (9)$$

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- ✓ при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;
- ✓ при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 12).

Таблица 12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	66	119
- праздничные дни		
Потери рабочего времени		
- отпуск	52	28
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	248	219

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (10)$$

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

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент (30% от $Z_{\text{тс}}$);

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

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

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (11)$$

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

Таблица 13 – Расчёт оплаты труда

	Руководитель	Инженер
Заработная плата по тарифной ставке, ($Z_{\text{тс}}$), тыс. руб.	18,222	14,874
Премиальный коэффициент ($k_{\text{пр}}$)	0,3	
Коэффициент доплат и надбавок ($k_{\text{д}}$)	0,15	
Районный коэффициент ($k_{\text{р}}$)	1,3	
Месячная заработная плата ($Z_{\text{м}}$), руб.	34,3	28,037
Среднедневная заработная плата ($Z_{\text{дн}}$), тыс. руб.	1,438	1,331
Продолжительность выполнения данного проекта ($T_{\text{р}}$), раб. дни	22	78
Основная заработная плата начисленная за выполнения данного проекта ($Z_{\text{осн}}$), тыс. руб	31,636	103,854
Коэффициент дополнительной заработной платы ($k_{\text{доп}}$)	0,13	
Дополнительная заработная плата исполнителей, ($Z_{\text{доп}}$), тыс. руб.	4,112	13,501
Заработная плата ($Z_{\text{зп}}$), тыс. руб.	35,749	117,355
Итого, тыс. руб.	153,104	

7.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данном разделе будут рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды, которые согласно законодательству РФ являются обязательными, а именно отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС).

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (12)$$

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

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

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Отчисления во внебюджетные фонды

	Руководитель	Студент
Основная заработная плата, тыс. руб.	31,636	103,854
Дополнительная заработная плата, тыс. руб.	4,112	13,501
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Отчисления во внебюджетные фонды, тыс.руб.	9,688	31,803
Итого, тыс. руб.	41,491	

7.4.5. Формирование бюджета затрат научно-технического исследования

При формировании бюджета проекта прежде всего необходимо определить сумму затрат, необходимых на выполнение проекта. Данная сумма является наименьшей требуемой для реализации проекта. В итоговую сумму входят все затраты как инженера, так и руководителя.

Определение бюджета затрат на научно-техническое исследование приведено в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат НИ

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	%
1. Материальные затраты НТИ	2,6	1,149
2. Оплата труда:		
✓ Основная заработная плата	135,49	59,867
✓ Дополнительная заработная плата	17,613	7,783
3. Отчисления во внебюджетные фонды	41,491	18,333
4. Амортизация оборудования, используемого для проектирования	29,123	12,868

Продолжение таблицы 15

5. Бюджет затрат НИИ	226,317	100
----------------------	---------	-----

В данном разделе представлена итоговая сумма, необходимая для реализации данного проекта, которая составила 226,317 тыс.руб. Как видно из таблицы 10 наибольшее количество средств будут направлены на основную заработную плату исполнителям проекта (59,867%).

7.5. Ресурсоэффективность

Ресурсоэффективность определяется при помощи интегрального критерия ресурсоэффективности, который имеет следующий вид:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

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

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Безопасность	0,238	5
2. Надежность	0,238	5
3. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,144	3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,190	4
5. Энергоэкономичность	0,190	4
Итого:	1,00	21

Интегральный показатель ресурсоэффективности для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 2 \cdot (0,238 \cdot 5) + 2 \cdot (0,190 \cdot 4) + 0,144 \cdot 3 = 4,332$$

Исходя из полученного значения интегрального показателя, можно сделать вывод, что проект обладает достаточно большим потенциалом ресурсоэффективности (4,332 из 5).

Вывод

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения в сравнении с другими вариантами.

Также был проведен SWOT-анализ, при котором были изучены внешняя и внутренние среды, оценены возможности проекта, его сильные стороны, а также учтены слабые стороны, о которых необходимо помнить при реализации проекта.

Было произведено планирование работ, при этом длительность работ составила 100 дней (78 дней – студент, 22 дня - руководитель). Также необходимо было привести ленточный график выполнения работ, который представлен в виде диаграммы Ганта, вследствие ее удобства и наглядности.

Был рассчитан бюджет НИ, который составил 226,317 тыс. руб. При этом большая часть затрат приходится на выплату основной заработной платы (59,867%).

Кроме того, была оценена ресурсоэффективность проекта (4,33 из 5). Высокое значение интегрального показателя указывает на эффективность проекта.