

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

Институт ЭНИН

Специальность 140203.65 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Кафедра Электроэнергетических систем

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Проектирование релейной защиты линии электропередач 220 кВ ТЭЦ «Восточная» – ПС «Белово» Новосибирской ЭЭС

УДК 621.316.925.1.001.6:621.315.1.027

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2A	Терентьев Илья Эдуардович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Уфа Р.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.

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

Институт ЭНИН

Специальность 140203.65 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
Кафедра Электроэнергетических систем

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ЭЭС

_____ Сулайманов А.О.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта/работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
5A2A	Терентьев Илья Эдуардович

Тема работы:

Проектирование релейной защиты линии электропередач 220 кВ ТЭЦ

«Восточная» – ПС «Белово» Новосибирской ЭЭС

Утверждена приказом директора (дата, номер)	577/С, 01.02.2016 г
---	---------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1. Схема сетевого района Новосибирской энергосистемы. 2. Параметры оборудования. 3. Материалы УИР
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Роль и место защищаемого объекта в энергосистеме 2. Выбор устройств релейной защиты 3. Выбор измерительных трансформаторов 4. Выбор аппаратной реализации РЗ линии электропередачи 5. Финансовый менеджмент 6. Социальная ответственность
Перечень графического материала	1. Схема электрических соединений и карта селективности сетевого района линии 220 кВ ТЭЦ Восточная – ПС Белово Новосибирской ЭЭС.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1. Роль и место защищаемого объекта в энергосистеме (на рус.языке)	
2. Выбор устройств релейной защиты (на рус.языке)	
3. Выбор измерительных трансформаторов (на рус.языке)	
4. Выбор аппаратной реализации РЗ линии электропередачи (на рус.языке)	
5. Финансовый менеджмент	
6. Социальная ответственность	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Уфа Р.А			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2А	Терентьев Илья Эдуардович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 81 с., 7 рис., 17 табл., 5 источников, 1 прил.

Ключевые слова: релейная защита, уставка, микропроцессорный терминал, степень защиты, чувствительность, линия.

Объектом исследования является релейная защита линии 220 кВ.

Цель работы – Проектирование релейной защиты линии электропередач 220 кВ ТЭЦ «Восточная» - ПС «Белово» Новосибирской ЭЭС

В процессе исследования проводились анализ защищаемого объекта, выбор и обоснование устройств релейной защиты, выбор аппаратной реализации релейной защиты линии электропередачи, расчет уставок и чувствительности релейной защиты линии электропередачи.

В результате исследования выбраны и обоснованы устройства релейной защиты, аппаратная реализация релейной защиты линии электропередачи, рассчитаны уставки и чувствительности релейной защиты линии электропередачи.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики (технические данные и характеристики шкафа ШЭ2607- 016):

- Предназначен для резервной или единственной защиты линии электропередачи напряжением 110–220 кВ.
- Содержит один комплект, реализующий функции ДЗ, ТНЗНП, ТО, МТЗ, АРПТ, АУВ, АПВ и УРОВ.
- номинальный переменный ток $I_{ном}=5$ А
- номинальное междуфазное напряжение переменного тока $U_{ном}=100$ В
- номинальное напряжение оперативного постоянного или выпрямленного тока $U_{пит}=220$ В
- номинальная частота $f_{ном}=50$ Гц.

Степень внедрения:

1) Высокая степень внедрения, поскольку рассчитанные уставки могут использоваться проектировочными или энергетическими компаниями для обеспечения защиты линии электропередач 220 кВ ТЭЦ «Восточная » – ПС «Белово» Новосибирской ЭЭС.

Область применения:

Линии электропередач 220 кВ Новосибирской ЭЭС, учитывая что шкаф ШЭ2607- 016 широко применяется для обеспечения релейной защиты и автоматики линии электропередачи напряжением 110–220 кВ.

Экономическая эффективность/значимость работы обеспечение надежной и бесперебойной работы линии электропередач 220 кВ ТЭЦ «Восточная» - ПС «Белово» Новосибирской ЭЭС.

В будущем планируется рекомендовать рассчитанные уставки проектировочным или энергетическим компаниями.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ЭЭС - электроэнергетические системы;

РЗ – релейная защита;

АРМ СРЗА – программный комплекс для расчетов электрических величин при повреждениях сети и уставок релейной защиты;

КЗ – короткое замыкание;

ТТ – трансформатор тока;

ТН – трансформатор напряжения;

АТ – автотрансформатор;

ТЗНП - токовая защита нулевой последовательности

ДЗ – дистанционная защита;

БНН - блокировки при неисправностях в цепях переменного напряжения;

МТО – междуфазная токовая отсечка.

ТЭЦ - теплоэлектроцентраль

Оглавление

Введение	12
1. Роль и место защищаемого объекта в энергосистеме	14
2. Выбор устройств релейной защиты	16
3. Выбор трансформаторов тока и напряжения	17
4. Выбор аппаратной реализации РЗ линии электропередачи.....	19
4.1 Дистанционная защита	19
4.1.1 Расчет первой ступени.....	22
4.1.2 Расчет второй ступени.....	24
4.1.3 Расчет третьей ступени.....	29
4.2 Блокировка при качаниях	34
4.3 Блокировка при неисправностях в цепях напряжения.....	35
4.4 Междофазная токовая отсечка.....	35
4.5 Токовая защита нулевой последовательности	37
4.5.1 Расчет ТЗНП для 1-го комплекта	39
4.5.2 Расчет ТЗНП для 2-го комплекта	43
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	46
6. Социальная ответственность.....	61
Заключение.....	78
Список литературы.....	79
Приложение А.....	80

Введение

Современные электроэнергетические системы (ЭЭС) являются сложными многопараметрическими динамическими системами, в которых протекающие процессы отличаются взаимосвязанностью, быстротой и единством процессов производства, распределения и потребления электроэнергии. Управление данными процессами без применения специальных технических средств, называемых средствами автоматического управления, в большинстве случаев оказывается невозможным. Из всех видов устройств автоматики особо выделяется релейная защита, изучающая поведение электроэнергетической системы и ее элементов в режимах глубоких возмущающих воздействий и скачкообразных изменений электрических параметров.

Устройства релейной защиты и системной автоматики (УРЗА) в совокупности представляют собой сложную многоступенчатую систему, предназначенную для бесперебойного электроснабжения потребителей электроэнергии и сохранения устойчивой работы синхронных генераторов. Однако выполнить свою задачу эти устройства могут лишь в случае, если они отвечают комплексу требований, изложенных в нормативных материалах [1]. Соответствие реальных УРЗА этим требованиям обеспечивается, в основном, на стадии проектирования, которое при правильной его организации обязательно должно быть комплексным.

В настоящее время в электроустановках используются устройства РЗА трех видов, которые отражают три поколения развития аппаратуры РЗА: электромеханические устройства, микроэлектронные и микропроцессорные. Наиболее современным является последний вид. Поскольку идет процесс по внедрению микропроцессорных устройств в электроустановках, с каждым разом публикуется достаточное количество учебных материалов, при

проектировании РЗА необходимо обращаться как к современным и перспективным микропроцессорным устройствам.

В данной работе поставлена задача проектирования и расчета уставок релейной защиты линии электропередач напряжением 220 кВ для данного участка энергосистемы. Для выполнения поставленной задачи, необходимо проанализировать режимы работы данного участка энергосистемы и затем выбрать необходимые УРЗА. Эта задача решена с помощью расчетно–аналитических методов, и реализована в программном комплексе «АРМ СРЗА» ООО «Бриз» г. Новосибирск.

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5A2A	Терентьеву Илье Эдуардовичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Релейная защита и автоматизация ЭЭС

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклады принимаются на основе тарифной сетки ТПУ. Затраты на оборудование учитываются по среднерыночному уровню цен.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30 % премии 30 % надбавки 27,1% внебюджетные отчисления 30% районный коэффициент
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	27,1 % отчисления на социальные нужды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений SWOT – анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	- Составление плана работ - Определение трудоемкости работ - Построение календарного плана-графика проведения НИИ Бюджет затрат на проектирование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы; - затраты на амортизацию. Затраты на осуществление проекта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	-

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей):</i>
1. <i>Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений</i> 2. <i>Матрица SWOT-анализа</i> 3. <i>Календарный план-график проведения НТИ</i> 4. <i>Расчет бюджета затрат НТИ</i>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2A	Терентьев Илья Эдуардович		

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1. Анализ конкурентных технических решений

Основной задачей данного раздела является определение экономической целесообразности научного исследования «Проектирование релейной защиты воздушной линии электропередач 220кВ Восточная – Белово Новосибирской электроэнергетической системы».

Данный анализ конкурирующих разработок, присутствующих на рынке, необходимо проводить систематически из-за постоянного движения рынков. Такой способ помогает вносить поправки в научное исследование для успешного противостояния своим соперникам и предполагает оценку сильных и слабых сторон разработок конкурентов. Также анализ конкурентных технических решений позволяет осуществить оценку сравнительной эффективности научной разработки и выявить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, приведенной в таблице 4. Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырех конкурентных товаров и разработок. Поскольку проект предполагает использование микропроцессорных терминалов релейной защиты компании «ЭКРА», то основными конкурирующими товарами являются микропроцессорные защиты от компаний «Siemens» и «Schneider Electric».

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^n B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 4 – Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		ЭКРА	Siemens	Schneider Electric	$K_{\mathcal{O}}$	K_s	K_{SE}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надежность	0,2	5	5	5	1	1	1
2. Помехоустойчивость	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
3. Качество интеллектуального интерфейса	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
4. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,2	5	5	4	1	1	0,8
5. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Финансирование научной разработки	0,01	5	5	5	0,05	0,05	0,05
2. Срок выхода на рынок	0,01	5	5	4	0,05	0,05	0,04
3. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	4	4	0,35	0,28	0,28
4. Уровень проникновения на рынок	0,03	4	4	4	0,12	0,12	0,12
5. Наличие сертификации разработки	0,08	5	5	4	0,4	0,4	0,32
Итого	1				4,87	4,4	4,31

Как видно из таблицы, технические и экономические критерии продукции фирмы «ЭКРА» в сумме дают наибольшее значение из представленных производителей. Это доказывает наличие высокой конкурентоспособности у данной фирмы.

5.1.1 SWOT-анализ

Методология SWOT-анализа предполагает, во-первых, выявление внутренних сильных и слабых сторон фирмы, а также внешних возможностей и угроз, и, во-вторых, установление связей между ними.

1) **Сильные стороны.** Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта.

2) **Слабые стороны.** Слабость – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с конкурентами.

3) **Возможности.** Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта.

4) **Угроза** представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем.

Таблица 5 – Матрица SWOT – анализа

	Сильные стороны: • Многофункциональность (реализация защит любого вида); • Замер электрических величин и точность измерения; • Компактность; • Высокие основные характеристики.	Слабые стороны: • Высокая стоимость; • Установка надежного программного обеспечения; • Требуются дополнительные цепи постоянного тока.
Возможности: • Внедрение и применение новых технологий в такой важной отрасли, как энергетика; • Увеличение спроса; • Увеличение качества работы энергосистемы.	• МП Шкаф ШЭ 2607 за счет своих высоких основных характеристик незамедлительно способствует увеличению качеству работы энергосистемы; • За счет своей компактности и многофункциональности данное оборудование способствует повышению спроса.	• Высокая стоимость оборудования может повлиять на снижение спроса; • Для эксплуатации оборудования необходимо время, чтобы обучить персонал пользоваться шкафом и соответствующими программными комплексами
Угрозы: • Конкуренция зарубежных производителей; • Экономическая обстановка в стране, влияющая на выпуск микропроцессорных шкафов; • Разработка более совершенных технологий.	• Несмотря на экономическую обстановку в стране, необходима стабильная работа энергосистем. Стабильность работы обуславливается в том числе и оборудованием, ликвидирующим поврежденные участки, чем и является шкаф ШЭ 2607; • На данный момент времени МП терминалы являются достижением высоких технологий. Если появятся новые, то необходимо время на их проверку и внедрение, учитывая какое количество установлено реле, изобретенных еще в 80-х, шкафы успеют окупить себя в несколько раз.	• Стоимость импортного оборудования данного назначения не уступает в цене отечественному, поэтому цена в любом случае высокая; • Разработка более совершенных технологий потребует снова время на обучения персонала эксплуатации оборудования и программными комплексами.

Как видно из таблицы наличие сильных сторон усиливает реализацию возможностей и перекрывает угрозы, слабые стороны, в свою очередь, не особо влияют на возможности и лишь незначительно на угрозы.

5.2 Планирования научно-технического исследования

Для выполнения научных исследований сформирована рабочая группа, в состав которой входит преподаватель, инженеры.

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблицу 6:

Таблица 6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель проекта
			Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель проекта
Проведение теоретических расчетов и обоснований	5	Выбор исходных данных	Инженер
	6	Предварительный выбор защит	
	7	Расчет уставок защит	

Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель проекта
Разработка технической документации и проектирование	9	Разработка чертежа участка схемы энергосистемы	Инженер
		Контроль выполнения проекта и консультации	Руководитель проекта
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

5.2.1 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{\text{ож}i}$ используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{мин}i} + 2t_{\text{макс}i}}{5} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 6}{5} = 4,2 \text{ чел.-дн.},$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы человеко-дни;

$t_{\text{мин}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{макс}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i} = \frac{4,2}{1} = 4,2 \text{ дней},$$

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

$t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни.

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

5.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Коэффициент календарности определяем по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{366}{366 - 119} = 1,48,$$

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

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

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

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ки} = T_{pi} \cdot k_{кал} = 4,2 \cdot 1,48 = 6 \text{ дней}$$

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

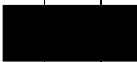
T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

Рассчитанные значения округляем до целого числа и сводим в таблицу 7

Таблица 7 – 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} , человек о-дни		t_{max} , челове ко-дни		$t_{ожг}$, человек о-дни					
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер				
Составление и утверждение технического задания	3	0	6	0	4,2	0	4,2	0	6	0
Подбор и изучение материалов по теме	0	9	0	14	0	11	0	11	0	16
Выбор направления исследований	2	2	4	4	2,8	2,8	1,4	1,4	3	2
Календарное планирование работ по теме	1	0	3	0	1,8	0	1,8	0	3	0
Выбор исходных данных	0	3	0	5	0	3,8	0	3,8	0	6
Предварительный выбор защит	0	3	0	5	0	3,8	0	3,8	0	6
Расчет уставок защит	0	14	0	20	0	16,4	0	16,4	0	24
Оценка эффективности полученных результатов	0	4	0	6	0	4,8	0	4,8	0	7
Разработка чертежа участка схемы энергосистемы	0	4	0	6	0	4,8	0	4,8	0	7
Контроль выполнения проекта и консультации	10	0	12	0	10,8	0	10,8	0	14	0
Составление пояснительной записки (эксплуатационно- технической документации)	0	12	0	15	0	13,2	0	13,2	0	20

Таблица 8 – Календарный план-график проведения НТИ

№ раб от	Вид работы	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ									
				Февр аль	Март			Апрель			Май		
					1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	6										
2	Подбор и изучение литературы по теме	Инженер	16										
3	Выбор направления исследований	Руководитель и инженер	3 и 2										
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	3										
5	Анализ исходных данных	Инженер	6										
6	Предварительный выбор защит	Инженер	6										
7	Расчет уставок защит	Инженер	24										
8	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	7										
9	Разработка чертежа участка схемы энергосистемы	Инженер	7										
10	Контроль выполнения проекта и консультации	Руководитель	14										
11	Составление пояснительной записки	Инженер	20										

 – руководитель

 – инженер

5.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

5.3.1 Амортизационные отчисления

Данный раздел включает все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Стоимость оборудования заносится в таблицу 6.

Таблица 9 – Стоимость оборудования и ПО

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Программный комплекс АРМ СРЗА	1	681 500	681 500
2	Персональный компьютер и комплектующие	1	33000	33000
3	Принтер и бумага	1	8000	8000

В связи с длительностью использования, стоимость программного обеспечения учитывается с помощью амортизации, на остальное оборудование амортизация не начисляется, так как его стоимость менее 40 тыс.р.

$$A = \frac{\text{Стоимость} \cdot \text{Ндней.использования}}{\text{Срок.службы} \cdot 366} = \frac{681\,500 \cdot 99}{5 \cdot 366} = 36868 \approx 36900 \text{руб.}$$

5.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В данный раздел входит основная заработная плата научных и инженерно-технических работников.

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

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

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

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

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

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл.4);

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

Месячный должностной оклад работника:

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

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

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

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).

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:

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

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

Приведем пример расчета для руководителя.

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 13824 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 28753,92 \text{ руб};$$

$$Z_o = Z_m / 22 = 28753,92 / 22 = 1306,99 \text{ руб};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1306,99 \cdot 18,2 = 23787,22 \text{ руб};$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 23787,22 \cdot 0,13 = 3092,34 \text{ руб};$$

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} = 23787,22 + 3092,34 = 26879,56 \text{ руб}.$$

Таблица 10 – Расчёт основной заработной платы

	Руководитель	Инженер
Заработная плата по тарифной ставке, ($Z_{тс}$), руб.	13824	7935,03
Премияльный коэффициент ($k_{пр}$)	0,3	
Коэффициент доплат и надбавок (k_d)	0,3	
Районный коэффициент (k_r)	1,3	
Месячная заработная плата (Z_m), руб.	28753,92	16504,86
Среднедневная заработная плата работника ($Z_{дн}$), руб.	1306,99	660,19
Продолжительность выполнения данного проекта(T_p), раб. Дни	18,2	59,2
Основная заработная плата начисленная за выполнения данного проекта($Z_{осн}$), руб	23787,22	39083,25
Коэффициент дополнительной заработной платы ($k_{доп}$)	0,13	
Дополнительная заработная плата исполнителей, ($Z_{доп}$), руб	3092,34	5080,82
Итого, руб	26879,56	44164,07
Сумма, руб	71043,63	

5.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году вводится пониженная ставка – 27,1%¹.

Таблица 11 – Отчисления во внебюджетные фонды

	Руководитель	Инженер.
Основная и дополнительная заработная плата, руб.	26879,56	44164,07
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого, руб	7284,36	11968,46
Сумма, руб	19252,82	

5.3.4 Формирование бюджета затрат научно-технического исследования

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в

¹Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования»

качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Для формирования итоговой величины затрат суммируются все ранее рассчитанные затраты по отдельным статьям как в отношении руководителя, так и инженера. Определение бюджета затрат на научно-техническое исследование приведено в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	руб.	Проценты (%)
1.Амортизационные отчисления	36900	18,91
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	41000	21,01
3.Затраты по основной и дополнительной заработной плате исполнителей темы	71043,63	36,42
4.Отчисления во внебюджетные фонды	19252,82	9,87
5.Накладные расходы	26911,43	13,79
6.Бюджет затрат НТИ	195107,88	100

Как видно из таблицы, основная часть средств затрачивается на заработную и дополнительную заработную плату исполнителям темы.

5.3.5 Определение затрат на осуществление проекта

5.4 Расчет затрат на оборудование и монтаж

Стоимость оборудования, монтажных работ (при приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены). Данные для расчета взяты из проектного бюро.

Таблица 13 – Стоимость оборудования и монтажных работ

Наименование оборудования	Ед.из м	Кол-во	Сметная стоимость (тыс. руб.)
Шкаф ДЗ линии 220кВ типа ШЭ 2607 016	шт.	1	2500
Доставка	-	-	375
Монтаж	-	-	375

$$K_{об} + K_{монт} + K_{дост} = 2500 + 375 + 375 = 3\,250 \text{ тыс. рублей}$$

В ходе выполнения данного раздела был проведен анализ конкурентных технических решений, который позволил оценить выбранное оборудование по всем необходимым характеристикам. Проведение SWOT-анализа позволило определить сильные и слабые стороны проекта, оценить благоприятные возможности и потенциальные угрозы, с которыми возможно придется столкнуться в будущем.

Основную часть раздела составляет формирование бюджета, поскольку затраты на осуществление проекта играют одну из ключевых ролей в его реализации. Из данной статьи следует, что главными затратами помимо приобретения оборудования являются затраты на заработную плату исполнителям проекта, на специальное оборудование для научных работ и амортизационные отчисления.