

Инженерная школа энергетики

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Отделение Электроэнергетики и электротехники

Специализация Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование релейной защиты основного оборудования подстанции «Клин» 110/10 кВ Тюменской энергосистемы

УДК 621.316.925.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А6А1	Сулейманов Камиль Амирович		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Кац Илья Маркович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГСН ШБИП	Киселева Е. С.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич О. А.	к.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Шестакова В.В.	к.т.н., доцент		

Результаты освоения ООП

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
P1	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области <i>электроэнергетики и электротехники</i>	Компетенции ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P2	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях <i>электроэнергетики и электротехники</i> .	Компетенции ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> .	Компетенции ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.	Компетенции ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.	Компетенции ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> .	Компетенции ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P7	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа <i>электрических устройств, объектов и систем</i> .	Компетенции ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов 40.011, Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам
P8	Уметь формулировать задачи в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> , анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.	Компетенции ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов 40.011, Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам
P9	Уметь проектировать <i>электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты</i> .	Компетенции ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов 40.011, Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам
P10	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния <i>электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники</i> , интерпретировать данные и делать выводы.	Компетенции ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов 20.003, Работник по эксплуатации оборудования релейной защиты и противоаварийной автоматики гидроэлектростанций/гидроаккумулирующих электростанций
P11	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> .	Компетенции ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> ,

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
		требования профессиональных стандартов 20.003, Работник по эксплуатации оборудования релейной защиты и противоаварийной автоматики гидроэлектростанций/гидроаккумулирующих электростанций 40.011, Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам
Р12	Иметь практические знания принципов и технологий <i>электроэнергетической и электротехнической</i> отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.	Компетенции ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов 20.003, Работник по эксплуатации оборудования релейной защиты и противоаварийной автоматики гидроэлектростанций/гидроаккумулирующих электростанций

Инженерная школа энергетики
 Отделение Электроэнергетики и электротехники
 Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ «__» _____ 2021 г. В.В. Шестакова

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5А6А1	Сулейманову Камилю Амировичу

Тема работы:

Проектирование релейной защиты основного оборудования подстанции «Клин» 110/10 кВ Тюменской энергосистемы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	48-22/с от 17.02.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расчётная модель Тюменской ЭЭС в ПК АРМ СРЗА 2. Параметры защищаемого трансформатора и объектов первой и второй периферии
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание района энергосистемы 2. Выбор и обоснование видов и состава РЗ 3. Расчет токов короткого замыкания 4. Выбор измерительных трансформаторов 5. Расчет уставок и чувствительности релейной защиты трансформатора 6. Расчет уставок и чувствительности релейной защиты ЛЭП 10 кВ

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	к.б.н., доцент Антоневи́ч О. А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	к.э.н., доцент ОГСН ШБИП Киселева Е. С.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	17.02.2021
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кац Илья Маркович	к.т.н.		17.02.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А6А1	Сулейманов Камиль Амирович		17.02.2021

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту

Группа	ФИО
3-5А6А1	Сулейманову Камиллю Амировичу

Школа	ИШЭ	Отделение (НОЦ)	ОЭЭ
Уровень образования	Бакалавриата	Направление/специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>-30% премии; 20% надбавки; 16% накладные расходы; 30% районный коэффициент.</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30,2 %.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и</i>	<i>Анализ и оценка конкурентоспособности НИ; SWOT-анализ.</i>

<i>ресурсосбережения</i>	
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<p><i>Формирование плана и графика разработки:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>-определение трудоемкости работ;</i> <i>-определение структуры работ;</i> <i>-разработка графика Гантта.</i> <p><i>Формирование бюджета затрат на научное исследование:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>- материальные затраты;</i> <i>- амортизационные отчисления</i> <i>-заработная плата;</i> <i>- отчисления на социальные цели;</i> <i>- накладные расходы.</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определение ресурсоэффективности проекта</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<ol style="list-style-type: none"> <i>1. Цели и результат проекта</i> <i>2. Оценка конкурентоспособности НИ</i> <i>3. Матрица SWOT</i> <i>4. Диаграмма Гантта</i> <i>5. Расчёт бюджета исследования</i> <i>6. Основные показатели эффективности НИ</i> 	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Доцент ОГСН ШБИП	Киселева Елена Станиславовна	к.э.н.		
------------------------	------------------------------------	--------	--	--

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А6А1	Сулейманов Камиль Амирович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5А6А1	Сулейманов Камиль Амирович

Школа	Инженерная школа энергетики	Отделение (НОЦ)	Электроэнергетики и электротехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Тема ВКР:

Реконструкция релейной защиты линии 220 кВ Пыть-ях – Кратер Тюменской энергосистемы

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочей зоной является помещение закрытого типа с естественной вентиляцией воздуха. Рабочее место инженера, выполняющего НИР находится в помещении лаборатории. Объектом исследования является релейная защита линии электропередачи.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. - СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы - Отклонение показателей микроклимата - Превышение уровня шума - Повышенный уровень электромагнитного излучения - Недостаточная освещенность рабочей зоны - Психофизиологические факторы Опасные факторы: - Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека
3. Экологическая безопасность:	- анализ воздействия объекта на атмосферу: отсутствует - анализ воздействия объекта на литосферу: бытовые отходы. Отходы, образующиеся от ПК. анализ воздействия объекта на гидросферу: отсутствует
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее вероятным ЧС может быть пожар в здании

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А6А1	Сулейманов Камиль Амирович		

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

Инженерная школа энергетики

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования: бакалавр

Отделение Электроэнергетики и электротехники

Период выполнения: осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021
--	-------------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
24.02.2021	Описание района энергосистемы	5
09.03.2021	Выбор и обоснование видов и состава РЗ	15
16.03.2021	Расчет токов короткого замыкания	10
22.03.2021	Выбор измерительных трансформаторов	10
12.04.2021	Расчет уставок и чувствительности релейной защиты трансформатора	20
30.04.2021	Расчет уставок и чувствительности релейной защиты ЛЭП 10 кВ	15
07.05.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
18.05.2021	Социальная ответственность	10
31.05.2021	Оформление пояснительной записки	5
	Итого:	100

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кац И.М.	к.т.н.		17.02.2021

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шестакова В.В.	к.т.н., доцент		17.02.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 85 с., 9 рис., 24 табл., 23 источников, 0 прил.

Ключевые слова: установившийся режим релейная защита, уставка, чувствительность, селективность, надежность.

Объектом исследования является релейная защита трансформатора 110/10 кВ ПС «Клин» Тюменской энергосистемы и отходящей линии 10 кВ.

Цель работы – проектирование релейной защиты трансформатора 110/10 кВ и отходящей линии 10 кВ ПС «Клин» 110/10 кВ Тюменской энергосистемы

В процессе исследования был выполнен анализ защищаемого объекта, обоснование и выбор видов и состава релейной защиты трансформатора 110/10 кВ и отходящей линии 10 кВ, аппаратной реализации релейной выбранных защит, расчет уставок и чувствительности релейной защиты трансформатора и отходящей линии 10 кВ.

В результате исследования обоснованы и выбраны виды и состав релейной защиты трансформатора 110/10 кВ и отходящей линии 10 кВ, осуществлен расчет уставок релейной защиты трансформатора и отходящей линии 10 кВ.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

- 1) Защита трансформатора выполнена с использованием шкафа ШЭ2607 152, который содержит комплект защит (дифференциальная защита трансформатора, токовую защиту нулевой последовательности, максимальная токовая защита с пуском напряжения), выполненных на базе терминала серии БЭ2704 041 и обеспечивает прием сигналов от газовой защиты трансформатора и газовой защиты регулятора под напряжением.
- 2) Для защиты линии 10 кВ использован блок типа БМРЗ-152-КСЗ-01, который включает токовую отсечку, максимальную токовую защиту, защита от однофазных замыканий на землю.

Область применения: результаты, полученные в данной работе, могут использоваться при проектировании релейной защиты трансформатора 110/10 кВ и отходящей линии 10 кВ.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

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

ДЗТ – дифференциальная защита трансформатора;

КЗ – короткое замыкание;

МТЗ – максимальная токовая защита;

ОЗЗ – защита от однофазных замыканий на землю;

РЗА - релейная защита и автоматика;

ТО – токовая отсечка;

ТТ – трансформатор тока;

ТН – трансформатор напряжения;

ТЗНП - токовая защита нулевой последовательности

ЭЭС - электроэнергетические системы;

Оглавление

<u>Введение</u>	15
<u>1. Описание района энергосистемы</u>	17
<u>2. Выбор и обоснование видов и состава РЗ</u>	21
<u>2.1. Защита трансформатора</u>	21
<u>2.2. Защита линии электропередачи</u>	22
<u>3. Расчет токов короткого замыкания</u>	24
<u>4. Выбор измерительных трансформаторов</u>	27
<u>5. Расчет уставок и чувствительности релейной защиты трансформатора</u>	31
<u>5.1. Газовая защита</u>	31
<u>5.2. Газовая защита РПН</u>	31
<u>5.3. Продольная дифференциальная защита</u>	32
<u>5.3.1. Определение начального тормозного тока</u>	32
<u>5.3.2. Расчет минимального тока срабатывания</u>	32
<u>5.3.3. Расчет тока торможения блокировки ДЗТ</u>	32
<u>5.3.4. Расчет Коэффициента торможения ДЗТ</u>	32
<u>5.3.5. Выбор параметра срабатывания блокировки по второй гармонике</u>	32
<u>5.3.6. Расчет тока срабатывания дифференциальной отсечки</u>	32
<u>5.3.7. Расчет чувствительности ДЗТ</u>	32
<u>5.4. Максимальная токовая защита с пуском напряжения</u>	37
<u>5.4.1. Расчет уставки максимального измерительного органа тока</u>	32
<u>5.4.2. Расчет уставки минимального измерительного органа напряжения</u>	32
<u>5.4.3. Расчет уставки измерительного органа напряжения обратной последовательности</u>	32
<u>5.5. Защита от перегрузки</u>	40
<u>5.6. Токовая защита нулевой последовательности</u>	40
<u>6. Расчет уставок и чувствительности релейной защиты линии 10 кВ</u>	43
<u>6.1. Токовая защита</u>	43

<u>6.2.</u> Максимальная токовая защита	43
<u>6.3.</u> Ненаправленная защита от замыканий на землю	46
<u>7.</u> Финансовый менеджмент.....	49
<u>7.1.</u> Анализ конкурентных технических решений.....	49
<u>7.2.</u> SWOT-анализ.....	52
<u>7.3.</u> Планирование научно-исследовательских работ	55
<u>7.4.</u> Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения проекта.....	57
<u>7.5.</u> Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	60
<u>7.6.</u> Расчет материальных затрат	60
<u>7.7.</u> Расчет затрат на программное обеспечение.....	61
<u>7.8.</u> Основная заработная плата исполнителей темы	62
<u>7.9.</u> Накладные расходы	65
<u>7.10</u> Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	65
<u>7.11</u> Ресурсоэффективность	66
<u>8.</u> Социальная ответственность	69
Заключение	83
Список литературы	85

Введение

Современные ЭЭС являются сложными многопараметрическими динамическими системами, все элементы которых жестко связаны между собой общими режимами работы, а также методами и средствами их реализации. Существующие тенденции развития ЭЭС ведут к их дальнейшему усложнению и насыщению средствами централизованной автоматической релейной защиты, что еще более усиливает жесткость взаимодействий. В частности, создаются и вводятся в эксплуатацию новые защиты для линий электропередач, для крупных генераторов, трансформаторов и энергоблоков. От надежности их защиты зависит бесперебойное электроснабжение потребителей. В этом большую роль играет релейная защита, которая является основным видом автоматической, без которой невозможна надежная работа современных электрических систем. Она осуществляет непрерывный контроль за состоянием и режимом работы всех элементов энергосистемы и реагирует на возникновение повреждений и ненормальных режимов.

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. Так как 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.

Устройства РЗА 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. Соответствие реальных РЗА этим

требованиям обеспечивается, в основном, на стадии проектирования, которое при правильной его организации обязательно должно быть комплексным.

Целью работы было проектирование релейной защиты трансформатора 110/10 кВ и отходящей линии 10 кВ ПС «Клин» 110/10 кВ Тюменской энергосистемы.

Объектом исследования является трансформатора 110/10 кВ и отходящей линии 10 кВ ПС «Клин» 110/10 кВ Тюменской энергосистемы.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Описание района энергосистемы;
2. Выбор и обоснование видов и состава РЗ;
3. Расчет токов короткого замыкания;
4. Выбор измерительных трансформаторов;
5. Расчет уставок и чувствительности релейной защиты трансформатора;
6. Расчет уставок и чувствительности релейной защиты ЛЭП 10 кВ.

Результаты, полученные в данной работе, могут использоваться при проектировании релейной защиты трансформатора 110/10 кВ и отходящей линии 10 кВ.

1. Описание района энергосистемы

Объект: релейная защита трансформатора 110/10 кВ подстанции «Клин» 110/10 кВ Тюменской энергосистемы и отходящая линия 10 кВ.

ТРДН -25000/110/10 силовой масляный трехфазный двухобмоточный трансформатор с регулированием напряжения под нагрузкой и системой охлаждения «Д» (принудительное дутье) предназначен для работы в электрических сетях общего назначения 110 кВ. Трансформатор предназначен для преобразования электрической энергии переменного тока класса напряжения 110 кВ в электрическую энергию класса напряжения 10 кВ низшего напряжения. Трансформатор рассчитан на работу в районах с умеренным климатом на открытом воздухе.

Параметры трансформатора ТРДН-25000/110/10 представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры трансформатора ТРДН-25000/110/10

Тип	Номинальная мощность, МВА	K_T	Напряжение обмоток (кВ)		u_k (%)	Потери (кВт)		Сквозное (общее) сопротивление (Ом)		Сопротивления обмоток (Ом)	
			ВН	115		ΔP_k	120	$x_{скв}$	55,545	$x_{HH1=x_{HH2}}$	97,20
ТРДН-25000/110/10	25	115/11 = 10,45	ВН	115	10,5	ΔP_k	120	$x_{скв}$	55,545	$r_{ВН}$	1,27
										$r_{HH1=r_{HH2}}$	2,54

Ступени регулирования РПН в нейтрали ВН : $\pm 9 \times 1,78\%$.

Схема и группа соединения обмоток: $Y_n/\Delta-\Delta-11-11$.

Внешний вид и спецификация трансформатора представлены на рисунках 1 и 2.



Рисунок 1. Внешний вид ТРДН-25000/110/10

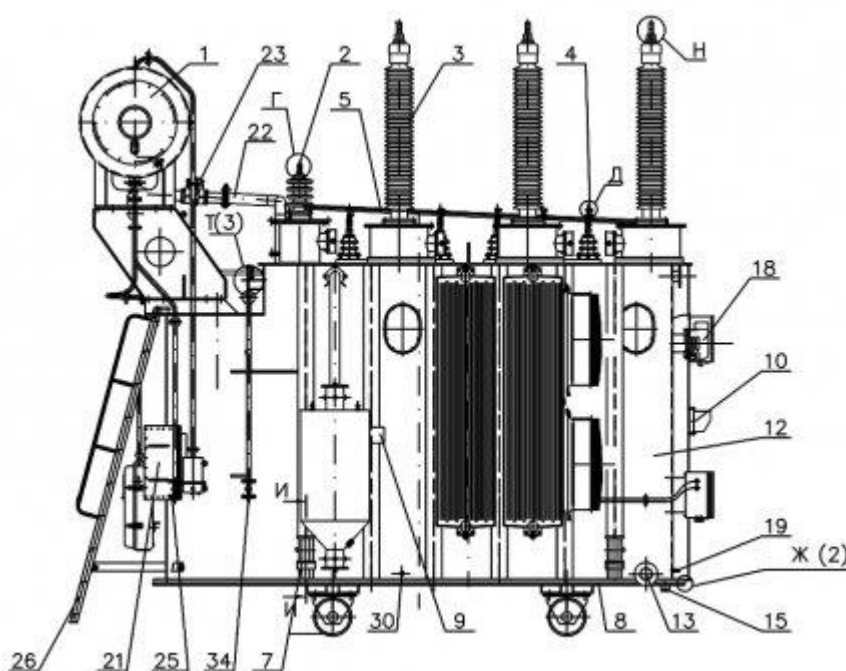


Рисунок 2. Спецификация ТРДН-25000/110/10, где: 1 – расширитель; 2 – ввод нейтрали ВН; 3 – ввод ВН; 4 – ввод НН; 5 – труба для отвода газа из установок трансформаторов тока; 6 – люки для раскрепления активной части в баке; 7 – скоба для стропления при подъеме трансформатора; 8 – крышка бака; 9 – табличка трансформатора; 10 – термометр манометрический (сигнализирующий); 12 – бак трансформатора; 13 – з атвор поворотный дисковый DN 80 для слива масла из бака; 15 – п робка для слива остатков масла

из бака; 18 – клапан предохранительный; 19 – кран для взятия пробы масла; 21 – люк для осмотра устройства РПН; 22 – м аслопровод; 23 – реле газовое трансформатора; 25 – у стройство РПН; 26 – с коба для стропления при подъеме крышки; 30 – болт заземления трансформатора; 34 – в ентиль DN 25 для долива масла в расширитель устройства РПН.

Для формирования расчётных схем будем использовать схему Тюменской ЭЭС, реализованной в программном комплексе АРМ СЗРА.

Район для проектирования РЗ должен содержать кроме заданных автоматизируемых элементов также два уровня периферий из предыдущих элементов в направлении действия комплектов РЗ защиты трансформатора 110/10 кВ.

Параметры линии 10 кВ представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры линии 10 кВ

Линии	Длина (км)	Марка провода	Удельные параметры		Параметры ЛЭП			
Л1 (№3334)	0,9	АС 70/11	r_0	0,428	Ом/км	$R1=R2$	0,385	Ом
						$R0=R1$	0,385	
						$X1=X2$	0,389	
			x_0	0,432	$X0=3*X1$	1,166		
			b_0		мкСм/км	$B1=B0$	0,000	мкСм

Для выбранного района расчетной схемы (рисунок 3) составляется совмещенная схема замещения прямой, обратной и нулевой последовательности для расчетов вынужденных синусоидальных электрических величин при повреждениях в сверхпереходный период и при необходимости в установившемся режиме КЗ.

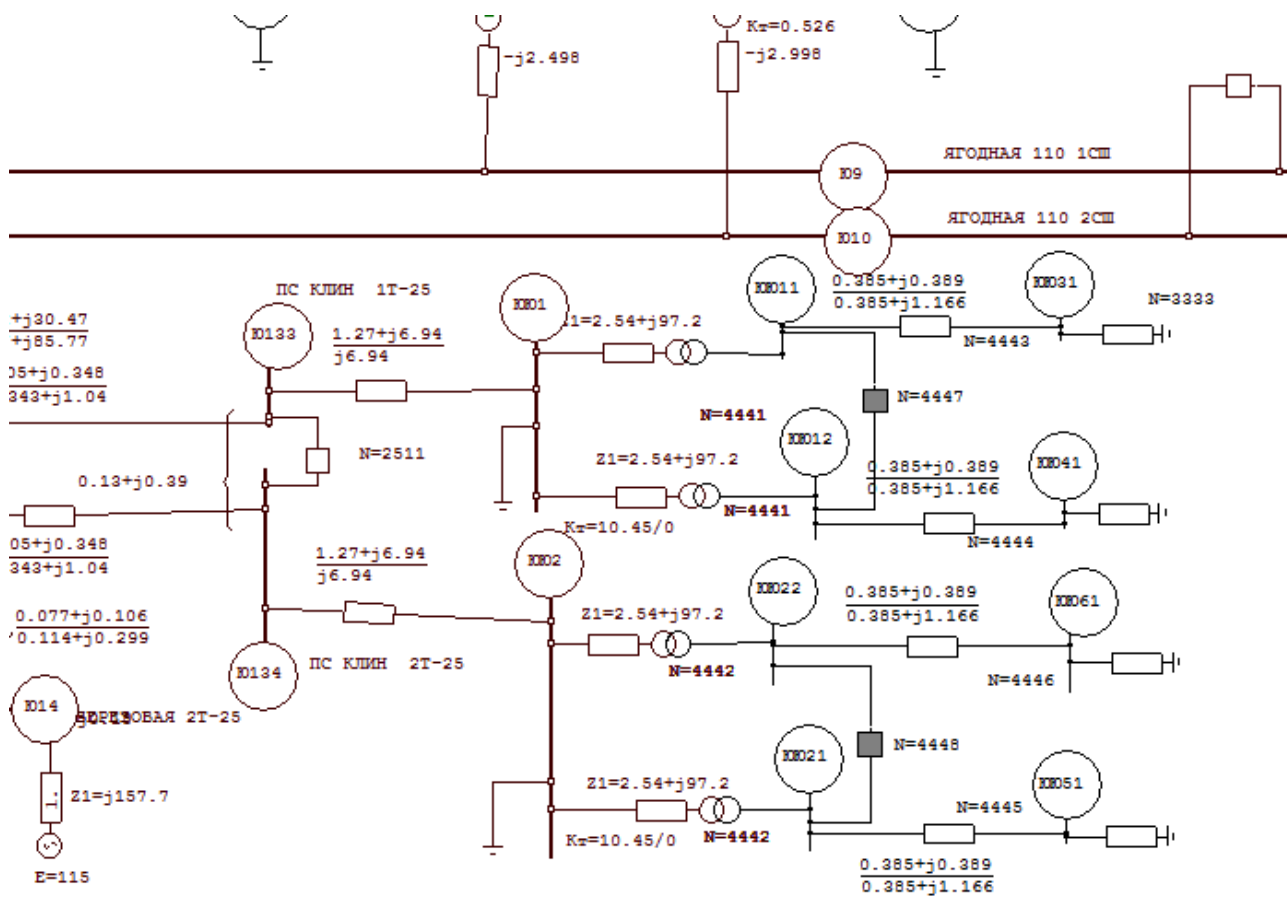


Рисунок 3. Схема энергорайона ПС 110/10 ПС «Клин»

7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью финансового менеджмента является оценка проектируемой модели в рамках работы релейной защиты основного оборудования подстанции «Клин» 110/10 кВ Тюменской энергосистемы с точки финансового менеджмента и ресурсоэффективности. Для решения цели были поставлены следующие задачи:

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать конкурентные технические решения проекта;
- выполнить планирование и организацию научного исследования;
- создать диаграмму Ганта
- определить бюджет научного проекта;
- определить ресурсоэффективность проекта.

7.1 Анализ конкурентных технических решений

В настоящее время возможность реализации любого проекта в основном зависит не от его технической сущности, а от экономической эффективности и привлекательности, коммерческого потенциала и ресурсоэффективности. Именно такой вектор развития имеет сегодняшняя промышленность, что и задает суть научно-технических исследований, направляя их в сферу повышения эффективности работы, увеличения сроков эксплуатации, повышения ремонтпригодности и упрощения обслуживания.

Выбор наиболее оптимального терминала, в рассмотрении его с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, осуществляется на основе анализа конкурентных технических решений.

Такой анализ помогает вносить коррективы в проект, что позволяет развивать выбранное решение, дорабатывая определенные его части в ходе работ. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Критерии для анализа подбираются исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты.

Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырех конкурентных товаров и разработок.

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

Для анализа были выбраны наиболее распространенные шкафы релейных защит отечественных производителей: ШЭ 2607, ПДЭ 2802 и ЭПЗ

1643.

Модель экспертной оценки построим по следующим критериям:

- цена;
- помехоустойчивость;
- комплектация шкафов РЗ;
- надёжность РЗ;
- качество интеллектуального интерфейса;
- энергоэкономичность;
- простота эксплуатации;
- возможность подключения к ПК;
- предполагаемый срок эксплуатации;
- безопасность.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		ШЭ 2607	ПДЭ 2802	ЭПЗ 1643	$K_{мпр}$	$K_{ан}$	$K_{э/м}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобность интегрирования в энергосистему	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,02	5	5	4	0,1	0,1	0,08
3. Безопасность	0,15	5	5	3	0,75	0,45	0,45
4. Надежность в работе	0,15	5	5	4	0,75	0,75	0,45
5. Возможность ремонта собственными силами	0,05	3	3	5	0,15	0,15	0,25
6. Функциональные возможности (например, вывод измеряемых величин)	0,04	5	4	5	0,2	0,16	0,2
7. Простота эксплуатации	0,05	3	3	5	0,15	0,15	0,25
8. Качество интеллектуального интерфейса	0,01	5	4	2	0,05	0,04	0,02
9. Возможность подключения к ПК	0,1	5	4	1	0,5	0,4	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность Продукта	0,05	5	3	1	0,25	0,15	0,05

2. Уровень проникновения на рынок	0,05	5	3	1	0,25	0,15	0,05
3. Цена	0,1	2	3	4	0,2	0,3	0,4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	5	4	3	0,45	0,36	0,27
5. Финансирование научной разработки	0,05	5	2	1	0,25	0,1	0,05
6. Наличие сертификации разработки	0,04	5	5	5	0,02	3,71	2,97
Итого	1	68	58	47	4,5	3,71	2,97

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где QUOTE KK – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i ; B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i ; B_i – балл i -го показателя.

Исходя из оценки конкурентоспособности, можно сказать, что шкаф ШЭ 2607 подходит наилучшим образом.

7.2 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.

С помощью SWOT-анализа возможно определить внутренние сильные и слабые стороны проекта, что позволяет оптимальным образом оценить его

преимущества и недостатки. Кроме того, по своей структуре, SWOT-анализ позволяет сформулировать внешние факторы, влияющие на развитие проекта.

Возможности представляют собой предпочтительные ситуации в настоящем и в будущем, возникающие в окружающей среде проекта. В противовес возможностям определяются угрозы, представляющие нежелательную ситуацию в окружающей среде проекта, способствующую его разрушению или препятствующие развитию.

Пересечения внутренних и внешних факторов позволяют определить основные исходы их сочетания, а также продемонстрировать корреляцию тех или иных внутренних факторов с различными условиями внешней, для проекта, среды.

В таблице представлены основные факторы, которые целесообразно учитывать в SWOT-анализе данного исследования:

Таблица 2 – SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны</p> <p>Простота эксплуатации;</p> <p>Рост срока эксплуатации;</p> <p>Повышение точности обработки данных;</p> <p>Снижение размеров оборудования;</p> <p>Снижение объемов технического обслуживания оборудования;</p> <p>Поставка оборудования готового для введения в эксплуатацию без сборки;</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Высокая стоимость;</p> <p>Невысокая ремонтпригодность;</p> <p>Необходимость обучения персонала;</p> <p>Усложнение схемы работы защит.</p>
--	---	---

	<p>Повышение эффективности работы защит, увеличение быстродействия.</p>	
<p>Возможности:</p> <p>Развитие технологий в отрасли;</p> <p>Использование оборудования отечественного производителя;</p> <p>Государственная поддержка проектов по переоснащению объектов промышленности;</p> <p>Применение устройств РЗ на базе микропроцессорной техники;</p> <p>Создание унифицированных проектов переоснащения оборудования РЗ типовых схем.</p>	<p>Сильные стороны и возможности:</p> <p>Привлечение государственных и частных средств на модернизацию объектов энергетики;</p> <p>Использование высокотехнологичных, эффективных и быстродействующих устройств РЗ с большим сроком эксплуатации.</p>	<p>Слабые стороны и возможности:</p> <p>Снижение стоимости оборудования за счёт развития технологий и научно-технических разработок;</p> <p>Проведение переподготовки персонала по унифицированной системе;</p>

<p>Угрозы:</p> <p>Рост стоимости импортных комплектующих;</p> <p>Сокращение инвестиций в модернизацию;</p> <p>Переменчивый спрос на рынке</p> <p>обусловленный общей экономической ситуацией;</p> <p>Появление новых конкурентных разработок;</p> <p>Инертность рынка на переоснащение оборудования</p> <p>работающем на базе новых технологий.</p>	<p>Сильные стороны и угрозы:</p> <p>Снижение стоимости оборудования за счет использования аналогов;</p> <p>Развитие проекта на основе его экономической эффективности в долгосрочной перспективе, технологического преимущества.</p>	<p>Слабые стороны и угрозы:</p> <p>Поиск дополнительных источников финансирования;</p> <p>Постоянная доработка проекта для повышения конкурентоспособности на рынке.</p>
---	--	--

В ходе анализа были выявлены потенциальные внутренние и внешние сильные и слабые стороны, возможности и угрозы. Из анализа видно, что потенциальных сильных сторон у проекта больше, чем слабостей.

7.3 Планирование научно-исследовательских работ

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 таблице 3.

Таблица 3 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Описание объекта модернизации	Инженер
	4	Разработка структурной схемы защищаемого объекта	Инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Описание параметров основного оборудования	Инженер
	7	Выбор устройств РЗиА	Инженер
	8	Выбор расчетных режимов	Руководитель
	9	Расчет параметров РЗиА	Инженер
	10	Выбор типа исполнения защиты	Инженер
	11	Планирование аварийных режимов	Инженер
	12	Технико-экономические расчеты	Инженер
	13	Разработка мероприятий по охране труда и окружающей среды	Инженер
Обобщение и оценка результатов	14	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
Проведение ОКР.			
Разработка технической документации и проектирование	15	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

7.4 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения проекта

В данном разделе определим трудоемкость работы инженера и руководителя и построим диаграмму Ганта, которая характеризует даты начала и окончания выполнения работ.

В приведённой ниже таблице приведены расшифровки величин, которые используются в таблице 1.2.4.

Таблица 1.2.2 – Обозначение величин

Обозначение	Расшифровка	Единицы измерения
$t_{ожі}$	Ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы	чел.-дни
t_{mini}	Минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы	чел.-дни
t_{maxi}	Максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы	чел.-дни
T_{ki}	Продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях	дни
T_{pi}	Продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях	дни

Таблица 4 – Временные показатели проекта

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{mini}		t_{maxi}		$t_{ожі}$			
	человек-дни	человек-дни	человек-дни	человек-дни	человек-дни	человек-дни		
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер

Составлен ие и утвержден ие техническо го задания	2		4		2,8		2,8		3	
Подбор и изучение материалов по теме		4		7		6		6		9
Выбор направлени я исследован ий		4		5		5		5		8
Календарн ое планирова ние работ по теме	1		2		1,4		1,4		2	
Анализ исходных данных в программн ой среде АРМ СРЗА		5		8		6		6		7
Выбор и обоснова ние устанавлив аемых защит		5		8		5		5		6
Расчет уставок защит		6		8		7		7		11

Контроль качества выполнения проекта и консультация исполнителя	8		10		8,8		8,8		11	
Оценка эффективности полученных результатов	4		6		5		5		8	
Вопросы экологической безопасности		6		8		7		7		11
Составление пояснительной записки	0	7	0	10	0	8,2	0	8,2	0	10
Итого дней (руководитель)									24	
Итого дней (инженер)									62	
Итого дней (проект)									64	

Пример расчёта

Ожидаемое значение трудоемкости:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 4}{5} = 2,8 \text{ чел} - \text{дней};$$

Продолжительность работы в рабочих днях:

$$T_p = \frac{t_{ож}}{Ч} = \frac{2,8}{1} = 2,8 \text{ дня};$$

Коэффициент календарности:

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

Продолжительность работы в календарных днях:

$$T_k = T_p \cdot k_{кал} = 2,8 \cdot 1,482 \approx 4 \text{ дня}.$$

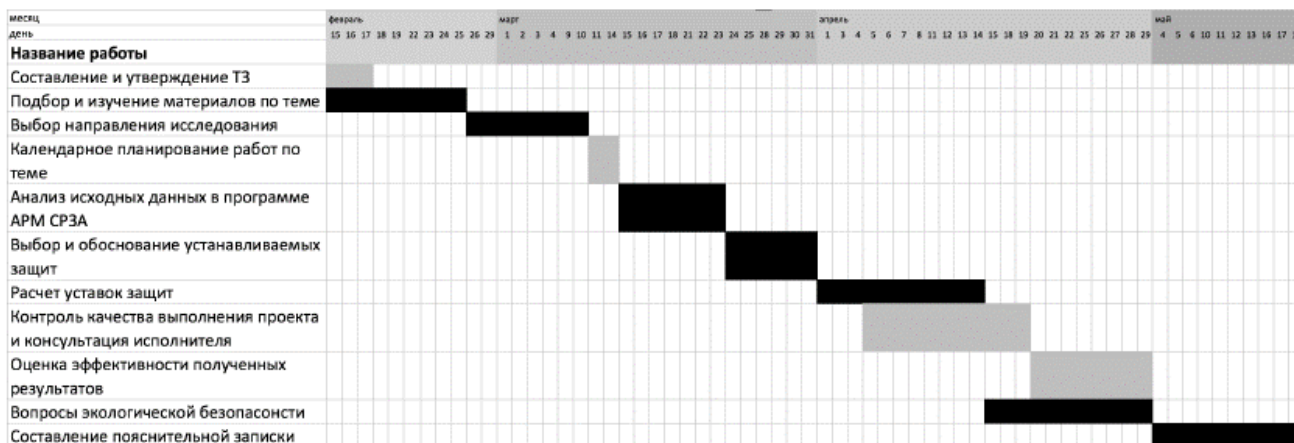
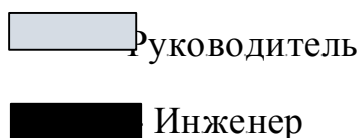


Рисунок 1 – График Гантта:



Длительность работ исполнителей проекта составляет 24 дня для руководителя и 62 дня для инженера.

7.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

7.6 Расчет материальных затрат

К материальным затратам или расходным материалам относятся: бумага, картриджи для принтера, плоттера, канцелярские принадлежности, носители информации и др.

В таблице 5 представлены статьи материальных затрат, связанных с выполнением проекта.

Таблица 5 – Материальные затраты

Материал	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед.,руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Бумага для принтера	упаковки	1	275	275
Ручка	штуки	2	4	8
Степлер	Штук	1	90	90
Файлы	штуки	100	1,30	130
Скоросшиватель	штуки	1	9	9
Картридж для принтера	штуки	1	1 099	1 099
Итого:				1611

По таблице 5 материальные затраты на выполнение данного научно-технического исследования составляют 1611 рублей.

7.7 Расчет затрат на программное обеспечение

Осуществим анализ необходимого оборудования, который потребуется для выполнения научного исследования.

Таблица 6 – Затраты на программное обеспечение

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на оборудование, руб.
Программный комплекс АРМ СРЗА	шт.	1	681 400	681 400
ПК	шт.	1	16 990	16 990
Принтер	шт.	1	6 990	6 990
Microsoft Office	шт.	1	5 199	5 199
Итого:				710 579

Затраты на амортизацию лицензионного программного обеспечения Microsoft Office (стоимость – 5 199 руб.), ПК (стоимость – 16 990 руб.) и принтера (стоимость – 6 990 руб.) используемого в данном проекте не учитываются, т.к. стоимость не превышает 40 тыс.руб.

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

$$A = \frac{\text{Стоимость} \cdot N_{\text{дней использ.}}}{\text{Срок службы} \cdot 366} = \frac{681400 \cdot 64}{5 \cdot 366} = 23\,830,38 \text{ руб.}$$

Таким образом затраты на амортизацию составляют 23 830,38 руб.

7.8 Основная заработная плата исполнителей темы

В данный раздел включается основная заработная плата научных работников и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме.

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

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

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

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

Основная заработная плата ($QUOTE Z_{\text{осн}} Z_{\text{осн}}$):

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}},$$

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

$QUOTE T_{\text{р}} T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8);

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

Месячный должностной оклад работника:

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

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

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

$k_{д}k_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

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

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

где QUOTE $Z_{м}Z_{м}$ – 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;

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

Таблица 7 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	119	119
- праздничные дни		
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	24
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	223	223

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

где QUOTE $k_{внеб}k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). В 2020 году равен 30,2%.

Таблица 8 – Расчёт оплаты труда

	Руководитель	Инженер
Заработная плата по тарифной ставке, (Зтс), руб.	31 000	17 000
Премияльный коэффициент (кпр)	0,3	
Коэффициент доплат и надбавок (кд)	0,3	
Районный коэффициент (кр)	1,3	
Месячная заработная плата (Зм), руб.	52 595,38	30 940,94
Среднедневная заработная плата работника (Здн), руб.	2 641,64	1 553,98
Продолжительность выполнения данного проекта(Тр), раб. Дни	62	62
Основная заработная плата начисленная за выполнения данного проекта(Зосн), руб.	163 781,6	96 346,76
Коэффициент дополнительной заработной платы (кдоп)	0,13	
Дополнительная заработная плата исполнителей, (Здоп), руб	21 291,6	12525, 08
Коэффициент отчислений во	0,302	

внебюджетные фонды		
Отчисления во внебюджетные фонды, руб.	55 892,1	29 504, 27
Итого, руб.	240 965,3	138 376, 11
Сумма с учетом отчислений, руб.	379 341,4	

Таким образом, итоговая сумма оплаты труда получилась 379 341,4 руб.

7.9 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов.

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}} + Z_{\text{м}} + A) \cdot 0,16 =$$

$$= (260\,128,3 + 33\,816,7 + 85\,396,37 + 48919,06) \cdot 0,16 = 68\,521,6 \text{ руб.}$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таким образом, накладные расходы получились 373 806,69 руб.

7.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Подведём итог затрат на научно-исследовательский проект по разработке противоаварийной автоматики и релейной защиты основного оборудования подстанции «Клин» 110/10 кВ Тюменской энергосистемы.

Таблица 9 – Бюджет затрат НТИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
1	Материальные затраты НТИ	1 611	0,32
2	Затраты на оборудование и ПО	29 179	5,81
3	Затраты на амортизацию	23 830,38	4,74

4	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	260 128,3	51,76
5	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	33 816,68	6,73
6	Отчисления во внебюджетные фонды	85 396,3	16,99
7	Накладные расходы	68 521,6	13,65
8	Бюджет затрат НТИ	502 483,26	100

Таким образом, было рассчитано минимальное количество денежных средств, необходимых для проектирование релейной защиты основного оборудования подстанции «Клин» 110/10 кВ Тюменской энергосистемы. Полученная сумма составляет 502 483,26 рублей. Данная цифра является вполне удовлетворительна и оптимальна. Большая часть затрат приходится на основную заработную плату исполнителей темы (51,76 %).

7.11 Ресурсоэффективность

Ресурсоэффективность научного исследования 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 – балльная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 1.4.1 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная 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	0,15	4
5. Энергоэкономичность	0,15	3
Итого:	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,25 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,20 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 = 4,35$$

Проведенная оценка ресурсоэффективности научного исследования дает достаточно хороший результат (4,35 из 5), что свидетельствует об эффективности его реализации.

Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Оценочная карта сравнения технических решений конкурентов показала, что среди трансформаторов, наилучшими показателями конкурентоспособности обладает шкаф ШЭ 260, поэтому использование данного шкафа при проектировании будет наиболее эффективным.

SWOT-анализ проекта, в ходе которого были выявлены потенциальные внутренние и внешние сильные и слабые стороны, возможности и угрозы. Из анализа выяснили, что потенциальных сильных сторон у проекта больше, чем слабостей. Сильные стороны проекта: оборудование высокого качества, большой срок службы.

В ходе планирования научно-исследовательских работ определен перечень работ, выполняемый рабочей группой. В данном случае рабочая группа состоит из двух человек: руководитель и инженер. Согласно составленному плану работ длительность трудовой занятости сотрудников исследовательского проекта составила 86 дня (72 дня – занятость студента,

14 дней – длительность работы руководителя). На основе временных показателей по каждой из произведенных работ был построен календарный план-график, построенный на основе диаграммы Гантта, по которому можно увидеть, что самая продолжительная по времени работа – это оптимальный выбор коммутационного оборудования.

Бюджет научно-технического исследования составил 502 483,26 руб. Бюджет НИИ состоит из материальных затрат (1 611 руб.), амортизационных отчислений (23 830,38 руб.), затрат на оплаты труда (293 944,98 руб.), отчислений во внебюджетные фонды (85 396,3 руб.) и накладных расходов (68 521,6 рубля).

Сравнив значения интегральных показателей ресурсоэффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении ничуть не уступает остальным вариантам с позиции ресурсосбережения.

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент» был выполнен анализ конкурентоспособности, в котором было установлено, что проектирование шкафа ШЭ 260 является более эффективным по сравнению с аналогами. Длительность работ исполнителей проекта составляет 24 дней для руководителя и 62 дня для инженера. После формирования бюджета затрат на проектирование суммарные капиталовложения составили 502 483,26 руб. Проект экономически целесообразен, что определено при помощи показателя ресурсоэффективности проекта.

Капиталовложения в размере 502 483,26 рублей позволят реализовать разработанный проект по расчёту противоаварийной автоматики и релейной защиты основного оборудования подстанции «Клин» 110/10 кВ Тюменской энергосистемы. Шкаф ШЭ 260 позволит оптимизировать работу энергосистемы и сохранять синхронизм при малых возмущениях системы.

8. Социальная ответственность

Введение

Целью данной ВКР является Проектирование релейной защиты основного оборудования подстанции «Клин» 110/10 кВ Тюменской энергосистемы. Данная экспериментальная установка предназначена для приема, преобразования и распределения электрической энергии т.е. были проведены все необходимые технические расчеты с помощью различных программных комплексов, текстовых и графических редакторов.

При выполнении данной работы рабочей зоной является: лаборатория, где располагается несколько рабочих компьютеров со специализированными программами;

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Режим труда и отдыха предусматривает соблюдение определенной длительности непрерывной работы на твердомере, ПК и перерывов, регламентированных с учетом продолжительности рабочей смены, видов и категории трудовой деятельности. Трудовая деятельность в лаборатории относится к категории А – первая категория тяжести [2].

Рабочее место в лаборатории 8 корпуса ТПУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает инженер разработчик, должна составлять не менее 72 см. Оптимальные размеры поверхности стола 160 x 100 см². Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине не менее 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 40 см, ширина – 35 см. При работе за компьютером удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что позволяет обеспечить удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами инженера-разработчика и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Кроме того, рабочий стол должен быть

устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще должно располагаться в зоне легкой досягаемости рабочего пространства

Работники подлежат обязательному социальному страхованию. Оно регламентируется Федеральным законом "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний". Работодатели обязуются обеспечить своим подчиненным социальное страхование от возможных производственных несчастных случаев. Страхование может применяться при получении профессиональных заболеваний в тех случаях, когда это оговорено в трудовом договоре. Работники всех категорий подлежат обязательному социальному страхованию (ОСС) вне зависимости от их желания за счёт средств работодателя. Каждый из видов ОСС имеет четко установленные ставки, преимущественно зависящие от принятой в компании-работодателе системы налогообложения.

Работники обеспечиваются социальным страхованием в следующих случаях:

- при необходимости получения медицинской помощи;
- при возникновении нетрудоспособности;
- при рождении ребенка и уходе за ним в раннем возрасте;
- при получении травм и увечий при исполнении профессиональных обязанностей.

Производственная безопасность

АНАЛИЗ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ, КОТОРЫЕ МОГУТ ВОЗНИКНУТЬ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Разрабатываемая в процессе выполнения квалификационной работы система подразумевает использование электронной вычислительной машины (ЭВМ), а именно персонального компьютера. Вредные и опасные факторы ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы [3], которые могут возникать при разработке математической модели или работе с оборудованием.

Перечень опасных и вредных факторов, влияющих на персонал в лаборатории представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Отладка	Тестирование	
Повышенный уровень электромагнитного излучения	+	+	+	- СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	
Превышение уровня шума	+	+	+	

Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	человека факторов среды обитания. - СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	- СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
Статические физические нагрузки	+	+	+	- ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. - СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение.

ОТКЛОНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОКЛИМАТА

Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха влияют на теплообмен и необходимо учитывать их комплексное воздействие. Нарушение теплообмена вызывает тепловую гипертермию, или перегрев [4].

Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха производственных помещений для работ, производимых сидя и не требующих систематического физического напряжения (категория Ia), приведены в табл. 2, в соответствии с СанПиНом 2.2.2/2.4.1340-03 и [4].

Отопление лаборатории и корпуса в целом водяное с применением радиаторов, что обеспечивает постоянное и равномерное нагревание воздуха в холодное время года. В рабочем помещении имеется как естественная вентиляция, так и принудительная. Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных

поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей

Таблица 2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1

ТЕМПЕРАТУРА ДОЛЖНА НАХОДИТЬСЯ НА УРОВНЕ 21–25 °С, ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ – 40–60 %, УРОВЕНЬ АЭРОИОНОВ – ОТ 400–600 ДО 50 000 (ОПТИМАЛЬНЫЙ – 1500–5000).

ВЛАЖНОСТЬ В ПОМЕЩЕНИИ 8 КОРПУСА ТПУ СОСТАВЛЯЕТ 40-60%. БОЛЕЕ ВЫСОКАЯ ВЛАЖНОСТЬ КРАЙНЕ НЕЖЕЛАТЕЛЬНА, ПОТОМУ ЧТО МОЖЕТ ПЛОХО ПОВЛИЯТЬ НА ТЕХНИКУ И ДОКУМЕНТЫ. НАМНОГО БОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕНА ПРОТИВОПОЛОЖНАЯ ПРОБЛЕМА: СЛИШКОМ СУХОЙ ВОЗДУХ. УВЛАЖНИТЕЛЬ ВОЗДУХА КАК ПРАВИЛО, ЭТО САМЫЙ ПРОСТОЙ ВЫХОД В СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ВЛАЖНОСТЬ В КАБИНЕТЕ НЕ СООТВЕТСТВУЕТ НОРМЕ

НЕДОСТАТОЧНАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

При длительной работе в условиях недостаточной освещенности и при нарушении других параметров световой среды зрительное восприятие снижается, развивается близорукость, болезнь глаз, появляются головные боли [5].

По нормативу СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03 [5] освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего оборудования должна быть 300-500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90° с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м, защитный угол светильников должен быть не менее 40°. Коэффициент запаса (Кз) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Повышенный уровень шума

Среди многочисленных проявлений неблагоприятного воздействия шума на организм человека выделяются: снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления и снижение производительности труда, появление шумовой патологии. Предельно допустимые уровни шума для объектов типа аудитории для теоретических разработок нормируются ГОСТ 12.1.003-2014, СанПиН 2.2.4/2.4.1340-03. Значения представлены в табл. 3 (для постоянных шумов).

Таблица 3 – Значения ПДУ шума

Рабочее место	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, лаборатории	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Шум с уровнем звукового давления до 30...35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40...70 дБ в условиях среды обитания приводит к неблагоприятным для организма последствиям.

Основным источником шума в комнате являются вентиляторы охлаждения от ЭВМ. Уровень шума колеблется от 20 до 30 дБА. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [8], при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

Меры снижения шума на рабочем месте. Один из способов снизить шум на рабочем месте, можно с помощью уменьшение шума в источнике.

Рекомендуется такое мероприятие, как использование наименее шумного оборудования. В частности, установку вентиляторов меньшей мощности, удовлетворяющих условиям работы оборудования.

В данной работе уровень шума на рабочем месте соответствует указанным нормам.

Повышенный уровень электромагнитного излучения

Электромагнитным излучением называется излучение, прямо или косвенно вызывающее ионизацию среды. Контакт с электромагнитными излучениями представляет существенную опасность для человека.

Биологический эффект ЭМП в условиях многолетнего воздействия накапливается, вследствие чего возможно развитие отдаленных последствий дегенеративных процессов в центральной нервной системе, новообразований, гормональных заболеваний. В рассматриваемом случае источником электромагнитного излучения является компьютерная техника. Длительное воздействие интенсивных электромагнитных излучений промышленной частоты 50 Гц может вызывать повышенную утомляемость, появление сердечных болей, нарушение функций центральной нервной системы [6].

Нормы электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ приведены в табл. 4, в соответствии с СП 2.4.3648-20 [6].

Таблица 4 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемые ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряжённость электрического	В диапазоне частот 5 Гц –	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц –	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц –	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц –	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

ПЛОТНОСТЬ МАГНИТНОГО ПОТОКА НЕ ДОЛЖНА ПРЕВЫШАТЬ В ДИАПАЗОНЕ ОТ 5 ГЦ ДО 2 КГЦ 250 НТЛ, И 25 НТЛ В ДИАПАЗОНЕ ОТ 2 ДО 400 КГЦ. ПОВЕРХНОСТНЫЙ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ НЕ ДОЛЖЕН ПРЕВЫШАТЬ 500 В [6]. В ХОДЕ РАБОТЫ ИСПОЛЬЗОВАЛАСЬ ПЭВМ СО СЛЕДУЮЩИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ: НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ 2,5 В/М; ПОВЕРХНОСТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СОСТАВЛЯЕТ 450 В [11].

СОГЛАСНО ГОСТ 12.1.007-76 [9], КОНСТРУКЦИЯ ПЭВМ ДОЛЖНА ОБЕСПЕЧИВАТЬ МОЩНОСТЬ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЛЮБОЙ ТОЧКЕ НА РАССТОЯНИИ

0,05 м от корпуса не более 0,1 мБЭР/ч (100МКР/ч). Предел дозы облучения для работников ВЦ (операторы, программисты) составляет 0,5 БЭР/год.

Для снижения излучений необходимо выполнить следующее: сертифицировать ПЭВМ (ПК) и аттестовать рабочие места; применить экраны и фильтры; произвести организационно-технические мероприятия.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

ГОСТ 12.1.038-82 устанавливает предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека.

Во время нормального режима работы оборудования опасность поражения электрическим током практически отсутствует, однако существуют аварийные режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека током может произойти в следующих случаях: при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ; при прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции; при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением; при возникновении короткого замыкания в электроприборе.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются [12]:

изолирование токоведущих частей, исключаящее возможное соприкосновение с ними; установки защитного заземления; наличие общего рубильника; своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

Значения напряжения прикосновения и силы тока, протекающего через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановки, не должны превышать значений, приведенных в табл. 5 [14].

Таблица 5 – Предельно допустимые значения напряжения соприкосновения и силы тока

Род и частота тока	Наибольшие допустимые значения	
	$U_{пр}$, В	I_h , мА
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Переменный, 400 Гц	3	0,4
Постоянный	8	1,0

Статические физические нагрузки

При работе в позе сидя предусматривается режим труда и отдыха, включающие обеденный перерыв не менее 40 мин и перерывы по 5-10 мин через каждый час работы для профилактики застойных явлений в малом тазу. В перерывах в первую половину смены необходимо проводить физические упражнения для смены статической нагрузки динамической, а во вторую половину смены - дополнительно самомассаж спины, рук и ног для снятия статического напряжения и нормализации кровообращения [6].

Экологическая безопасность

Установка в данной ВКР не имеет производственных масштабов, ее производство и эксплуатация не оказывает заметного влияния на окружающую среду.

Возникающие в процессе производства деталей установки твердые бытовые отходы (такие как бумага, оргтехника, светильники) идут на хранение и утилизацию на специальных мусорных полигонах согласно Федеральному закону "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ и Федеральному закону "О драгоценных металлах и драгоценных камнях" от 26.03.1998 N 41-ФЗ. Бумага сначала складывается и упаковывается в подсобном

помещении, после отправляется в пункт приема макулатуры, после которого она идет на переработку. Люминесцентные лампы сдаются районные ДЕЗ или РЭУ, которые в дальнейшем утилизируют их.

Люминесцентные лампы нельзя утилизировать в мусорное ведро, т.к. в колбах содержится ртуть, тяжелый металл попадет в почву и грунтовые воды; металлические детали лампы окисляются и долго загрязняют грунты на свалке; стеклянные элементы также потребуют много лет для полного разложения в природе; в составе приборов есть полимеры, которые загрязняют окружающую среду токсинами. Современная вычислительная техника содержит в себе компоненты, представляющие угрозу как для человека, так и для окружающей среды. В частности, наиболее опасными веществами являются: свинец, ртуть, никель, а также различные щёлочи. Эти вещества поражают нервную систему человека, а также вызывают химические слизистых оболочек и кожных покровов. Поэтому микропроцессорная техника, на основе которой выполнена защита, требует специальных мер по утилизации [9].

В данный комплекс мероприятий входят: отделение металлических частей от неметаллических, отправка металлических компонентов на переплавку, переработка пластиковых и других неметаллических компонентов прибора.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В лаборатории, где проводились эксперименты, возможен такой вид техногенной чрезвычайной ситуации, как пожар.

Для повышения устойчивости работы экспериментальной установки в ЧС предусмотрена установка источника бесперебойного питания, которое обеспечивает безопасную остановку работы установки в условиях нарушения электро- и водоснабжения. Также предусматривается формирование запасов медицинских и прочих санитарных средств.

Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований

Помещение лаборатории по степени пожароопасности относится к классу В-4.

Основную опасность представляет возгорание. Пожар в рабочем помещении может возникнуть вследствие причин неэлектрического и электрического характера

К причинам неэлектрического характера относятся халатное и неосторожное обращение с огнём (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов).

К причинам электрического характера относятся:

- короткое замыкание;
- перегрузка проводов;
- искрение;
- статическое электричество.

Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

В качестве превентивных мер по предотвращению пожаров в помещении используются такие меры как: не менее одного раза за полгода необходимо проводить со всеми работниками противопожарный инструктаж; необходимо проводить обучение всех работников правилам противопожарной безопасности; внедрение инструктивных материалов наглядной агитации, регламентов и норм ведения технологического процесса в помещении; необходимо устраивать противоаварийные работы с распределением выполнения работ при аварийных ситуациях [10].

В рассматриваемой рабочей зоне (открытое распределительное устройство), для увеличения противопожарной устойчивости: периодический осмотр состояния оборудования, при необходимости вывод его в ремонт; содержание в исправном состоянии токоведущих проводников, обеспечение беспрепятственного подхода, подъезда и отхода от оборудования; благоустройство территории открытого распределительного устройства, скос травы.

В помещениях для оповещения рабочего персонала о наличии ЧС предусмотрено звуковое оповещение, происходящее при срабатывании датчиков на задымление в помещениях.

Для локализации или ликвидации возгорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м.

Важную роль при возникновении ЧС играет успешная эвакуация людей. Для того чтобы чётко обозначить пути эвакуации, эвакуационные выходы, обеспечивающие безопасность процесса организованного самостоятельного движения людей из помещений, а также указать расположение пожарного оборудования и средств оповещения о пожаре и напомнить о первоочередных действиях при пожаре применяется план эвакуации [12].

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия [10]:

1. Использование только исправного оборудования;
2. Проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
3. Назначение ответственного за пожарную безопасность помещений;
4. Издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности
5. Отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
6. Курение в строго отведенном месте;
7. Содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Выводы

В данном разделе были рассмотрены вопросы социальной ответственности, к которым относятся профессиональная социальная безопасность, экологическая безопасность, а также безопасность в ЧС и правовые и организационные аспекты обеспечения безопасности. Следуя указаниям данного раздела, снижаются факторы, вредящие окружающей среде и факторы, которые негативно отражаются на рабочем персонале.

В части производственная безопасность были проанализированы вредные и опасные факторы, возникающие в ходе исследовательского процесса. К ним относятся отклонение параметров микроклимата в помещении, недостаточная освещённость рабочей зоны и поражение электрическим током. Все эти факторы при превышении установленных норм негативно влияют на здоровье человека, вызывая долгосрочные ухудшения его состояния или травмы. Данный раздел имеют важную практическую значимость, которая не позволяет личному составу получать вред в период работы или отдыха.

Рассмотрели наиболее чрезвычайную ситуацию в лаборатории, которая может нанести ущерб жизни человека и порядок действия при этих ЧС.

Заключение

В ходе данной работы был произведен выбор и расчет параметров срабатывания релейной защиты трансформатор 110/10 кВ ПС Клин Тюменской энергосистемы и отходящей линии 10 кВ от шин ПС 10 кВ ПС Клин.

Защита трансформатора была выполнена с использованием шкафа ШЭ2607 152, который содержит комплект защит (дифференциальная защита трансформатора, токовую защиту нулевой последовательности, максимальная токовая защита с пуском напряжения), выполненных на базе терминала серии БЭ2704 041 и обеспечивает прием сигналов от газовой защиты трансформатора и газовой защиты регулятора под напряжением.

Для защиты линии 10 кВ был использован блок типа БМРЗ-152-КСЗ-01, который включает токовую отсечку, максимальную токовую защиту, защита от однофазных замыканий на землю.

Выбранные уставки соответствуют требованиям по чувствительности

литературы

1. Правила устройств электроустановок - 6-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1985. – 640 с.
2. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 1 ЗА. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов Схемы. М.: Энергоатомиздат. 1985. 112 с.
3. Шкаф защиты и автоматики трехобмоточного трансформатора типа ШЭ2607 152 [Текст]: Руководство по эксплуатации ЭКРА.656453.152 РЭ - Чебоксары : ООО НПП «ЭКРА», 2008. -181 с.
4. СТО 56947007-29.120.70.99-2011 Методические указания по выбору параметров срабатывания устройств РЗА подстанционного оборудования производства ООО НПП «ЭКРА». Стандарт организации.
5. СТО ДИВГ-059-2017 Релейная защита распределительных сетей 6-10 кВ. Расчёт уставог. Методические указания. СПб: НТЦ Механотроника, 2017
6. Федосеев А. М., Федосеев М. А. Релейная защита электроэнергетических систем, - 2-е изд., перераб. и доп. - М: Энергоатомиздат, 1992. - 528 с.
7. Чернобровов Н.В., Семёнов В.А. Релейная защита энергетических систем – М. Энергоатомиздат 1998. 800 с.
8. Крючков И.П., Кувшинский Н. Н., Неклепаев Б.Н. Электрическая часть станций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – 3-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
9. Паспортные данные. Предохранители высоковольтные серии ПТК, ПКН и токоограничивающие пароны типа ПТ, ПН 2 А-315А 6кВ, 10 кВ, 35 кВ. ОАО «НВА», 2012 г.
10. СТО ДИВГ-058-2017. Расчет токов коротких замыканий и замыканий на землю в распределительных сетях. Методические указания. СПб: НТЦ Механотроника, 2017 г.
11. ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»
12. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 03.07.2016).

13. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. М.: Стандартиформ, 2016.
14. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиеническими требованиями к микроклимату производственных помещений»; утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 13.06.2003 г.
15. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».
16. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197;
17. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»; утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31.10.1996 г.
18. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1976
19. СНиП 21-01-97 от 1998-01-01 Пожарная безопасность зданий и сооружений.
20. ГОСТ 12.1.002–84. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах. Введ. 1986-01-01. Текст. М.: Изд-во стандартов, 2009. 7 с
21. ГОСТ Р 22.0.02.-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий. Введ. 1996-01-01. Текст. М.: Изд-во стандартов, 1994. 16 с.
22. Специальная оценка условий труда в ТПУ. 2018.
23. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность