

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

Институт ЭНИН
Направление подготовки Электроэнергетика и электротехника
Кафедра ЭЭС

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование релейной защиты и автоматики подстанции «Гомаринская» напряжением 220/35/10 кВ Сахалинской энергосистемы

УДК 621.316.925.004.68

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3А	Козлова Анна Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Копьев Владимир Николаевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Потехина Нина Васильевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Дашковский Анатолий Григорьевич	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов Алмаз Омурзакович	к.т.н.		

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы; готовность применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области для решения коммуникативных задач.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля; осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования; уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства коллективом исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами; уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание социальных, правовых, культурных и экологических аспектов профессиональной деятельности, знание вопросов охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на электроэнергетических и электротехнических производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты профессиональной деятельности.
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
P7	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники.
P8	Способность применять стандартные методы расчета и средства автоматизации проектирования; принимать участие в выборе и проектировании элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники в соответствии с техническими заданиями.
P9	Способность применять современные методы разработки энергосберегающих и экологически чистых технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов на электроэнергетическом и электротехническом производствах.
P10	Готовностью обеспечивать соблюдение производственной и трудовой дисциплины на электроэнергетическом и электротехническом производствах; осваивать новые технологические процессы производства продукции; обеспечивать соблюдение заданных параметров технологического процесса и качества продукции.
P11	Способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений; выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса.
P12	Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов; планировать экспериментальные исследования; применять методы стандартных испытаний электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники.
P13	Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности на основе систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, патентных исследований по соответствующему профилю подготовки.
P14	Способностью к монтажу, регулировке, испытаниям, сдаче в эксплуатацию, наладке и опытной проверке электроэнергетического и электротехнического оборудования.

Код результата	Результат обучения
P15	Готовность осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта.
P16	Способность разрабатывать рабочую проектную и научно-техническую документацию, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов, организовывать метрологическое обеспечение; подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества; составлять оперативную документацию, предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы.
<i>Специальные профессиональные компетенции Профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»</i>	
P7	Способностью моделировать режимы работы релейной защиты и противоаварийной автоматики энергосистем с использованием профессиональных программ; проводить экспериментальные исследования функционирования элементной базы системной автоматики.
P8	Способностью определить параметры срабатывания релейной защиты энергообъекта; оценивать защитную способность проектируемой релейной защиты.
P9	Способностью оценивать влияние аварийных ситуаций в энергосистемах на безопасность жизнедеятельности людей; последствия от прекращения электроснабжения на функционирование предприятий и возможного ущерба.
P10	Способностью обеспечить соблюдение заданных параметров при производстве устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики; проводить работы по сертификации устройств автоматики энергосистем.
P11	Способностью планировать работу персонала и фондов оплаты труда при разработке релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем.
P12	Способностью использовать современную аппаратуру для измерения режимных параметров. Готовностью к участию в исследовательских работах по автоматизации энергообъектов; к участию во внедрении результатов выполненных исследований по автоматизации энергообъектов; использовать современную аппаратуру для измерения режимных параметров.
P13	Готовностью к участию в исследовательских работах и внедрению результатов выполненных исследований по автоматизации энергообъектов.
P14	Готовностью к участию в работе по монтажу и наладке устройств автоматики; способностью к участию в монтаже устройств релейной защиты и автоматики энергообъектов. Способностью к участию в натурных испытаниях и сдаче в эксплуатацию смонтированного оборудования релейной защиты и автоматики.
P15	Способностью к обслуживанию устройств релейной защиты и автоматики; способностью к оценке состояния и условий эксплуатации релейной защиты и автоматики энергообъекта. Готовностью к участию в работах по модернизации устройств релейной защиты и автоматики энергообъекта.
P16	Способностью к проведению анализа результатов работы и составлению отчетной документации.

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки (специальность) Электроэнергетика и электротехника

Кафедра ЭЭС

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5А3А	Козловой Анне Владимировне

Тема работы:

Реконструкция релейной защиты и автоматики подстанции «Томаринская» напряжением 220/35/10 кВ Сахалинской энергосистемы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 1.02.2017 г. №497/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.17
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. Д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. Д.).</i></p>	<p>-Схема электрических соединений ПС Томаринская – Сахалинской ЭС; -Параметры электрического оборудования.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>-Роль и место ПС в Сахалинской ЭС; -Выбор устройств защиты и автоматики; -Планирование и расчет аварийных режимов; -Расчет параметров срабатывания устройств защиты и автоматики; -Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; -Социальная ответственность.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>-Электрическая схема подстанции -Схемы подключения защит трансформаторов</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Нина Васильевна
Социальная ответственность	Дашковский Анатолий Григорьевич

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.02.2017 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Копьев Владимир Николаевич	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3А	Козлова Анна Владимировна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 94 страницы, 7 рисунков, 17 таблиц, 20 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: трансформатор, релейная защита, короткое замыкание, дифференциальная защита, уставка срабатывания, коэффициент чувствительности.

Объектом исследования является релейная защита трансформаторов подстанции «Томаринская» напряжением 220/35/10 кВ.

Цель работы – выбор и расчет уставок срабатывания релейной защиты трансформаторов. В процессе работы использовались современные программные продукты Word, MathCAD, Excel, аналитические расчетные методы необходимых параметров по соответствующим выражениям.

В результате исследования спроектирована релейная защита и автоматика блока, базирующаяся на микропроцессорной аппаратуре, рассчитаны значения уставок срабатывания и коэффициентов чувствительности.

Область применения: непосредственная установка защит и задание ее параметров.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

КЗ короткое замыкание

ПС подстанция

ЭС энергосистема

МТЗ максимальная токовая защита

РПН регулирование под напряжением

АПВ автоматическое повторное включение

АЧР автоматическая частотная разгрузка

АВР автоматический ввод резерва

БМРЗ блок микропроцессорный релейной защиты

ПК персональный компьютер

ПЭВМ персональная электронно-вычислительная машина

Оглавление

Введение.....	11
1 Проектирование релейной защиты и автоматики подстанции «Томаринская»	12
1.1 Характеристика защищаемого объекта	12
1.2 Выбор и обоснование устанавливаемых защит	13
1.3 Выбор аппаратной реализации релейной защиты	15
1.4 Планирование и расчет аварийных режимов	17
1.4.1 Расчет параметров схемы замещения	17
1.4.2 Расчёт токов короткого замыкания	19
1.5 Расчет параметров срабатывания устройств релейной защиты и автоматики трансформатора Т1 - ТДТН-25000/220	22
1.5.1 Дифференциальная защита с торможением	22
1.5.2 Газовая защита.....	25
1.5.3 Газовая защита РПН.....	25
1.5.4 МТЗ с пуском по напряжению.....	26
1.5.5 Максимальная токовая защита	28
1.5.6 Защита от перегрузки ВН и НН.....	28
1.5.7 Технологические защиты	29
1.6 Расчет параметров срабатывания устройств релейной защиты и автоматики трансформатора Т2 - ТМН-35/11	30
1.6.1 Дифференциальная защита	30
1.6.2 Газовая защита.....	32
1.6.3 Максимальная токовая защита	33
1.6.4 Технологические защиты	34
2 Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ	36

2.1 Назначение.....	36
2.2 Функции БМРЗ.....	42
2.3 Функции автоматики и управления выключателем.	46
2.4 Вспомогательные функции.....	47
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ».....	52
3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	53
3.1 Анализ конкурентных технических решений.....	53
3.2 SWOT-анализ.....	55
3.3 Планирование и формирование бюджета научных исследований.....	57
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	57
3.3.2 Определение трудоемкости работ и разработка графика проведения научного исследования.....	58
3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	62
3.4.1 Расчет материальных затрат.....	62
3.4.2 Затраты на амортизацию.....	63
3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	64
3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	66
3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	66
3.4.6 Накладные расходы.....	67
3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	67
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ».....	69
4 Социальная ответственность.....	70

4.1 Производственная безопасность	70
4.1.1 Анализ вредных и опасных факторов	71
4.1.2 Акустический шум	71
4.1.3 Электромагнитное поле	73
4.1.4 Микроклимат	75
4.1.5 Освещение.....	78
4.1.6 Электрический ток	79
4.2 Экологическая безопасность.....	82
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	82
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	86
Заключение	90
Список использованных источников	91
Приложение	93

Введение

При конструировании и эксплуатации различных электроэнергетических систем необходимо оценивать перспективу возникновения в ней повреждений и ненормальных режимов работы. Чаще всего такими повреждениями являются короткие замыкания (КЗ), которые относятся к наиболее опасным видам повреждений. Если вовремя их не ликвидировать, возникает высокая вероятность неблагоприятных экономических или технических результатов: нарушениям нормальной работы всей системы или ее части, ухудшения её качества, выходящее за рамки допустимого или разрушение основного оборудования. Чаще всего первопричинами возникновения аварий являются вовремя не обнаруженные и не устранённые дефекты оборудования, неверное проектирование, монтаж и эксплуатация. Для предотвращения аномальных режимов и различного рода аварий используют релейную защиту. Данная защита должна быть подобрана в соответствии с защищаемым объектом и верно рассчитана, для обеспечения требований селективности, быстродействия и чувствительности.

Устройства релейной защиты и системной автоматики в целом представляют собой сложную многоступенчатую систему, которая необходима для сохранения устойчивой работы синхронных генераторов и бесперебойного электроснабжения потребителей электроэнергии. В настоящее время выпускаются устройства защиты элементов электроэнергетических систем, выполненные на электромеханической, микроэлектронной (линейные и логические интегральные микросхемы) и микропроцессорной элементной базе.

Целью данной работы является выбор защиты трансформаторов ТДТН-25000/220 и ТМН-35/11, а также планирование и расчет типичных аварийных режимов, расчет уставок защит и оценка их чувствительности.

1 Проектирование релейной защиты и автоматики подстанции «Томаринская»

1.1 Характеристика защищаемого объекта

В данной работе производится выбор устройств релейной защиты трансформаторов ПС Томаринская – Сахалинской ЭС. Структурная схема ПС представлена на рисунке 1. На подстанции имеются:

- Трёхобмоточный трансформатор Т1 220/35/10 (25МВА);
- Двухобмоточный трансформатор Т2 35/10 (4 МВА);
- Линии 100, 35 и 10 кВ;

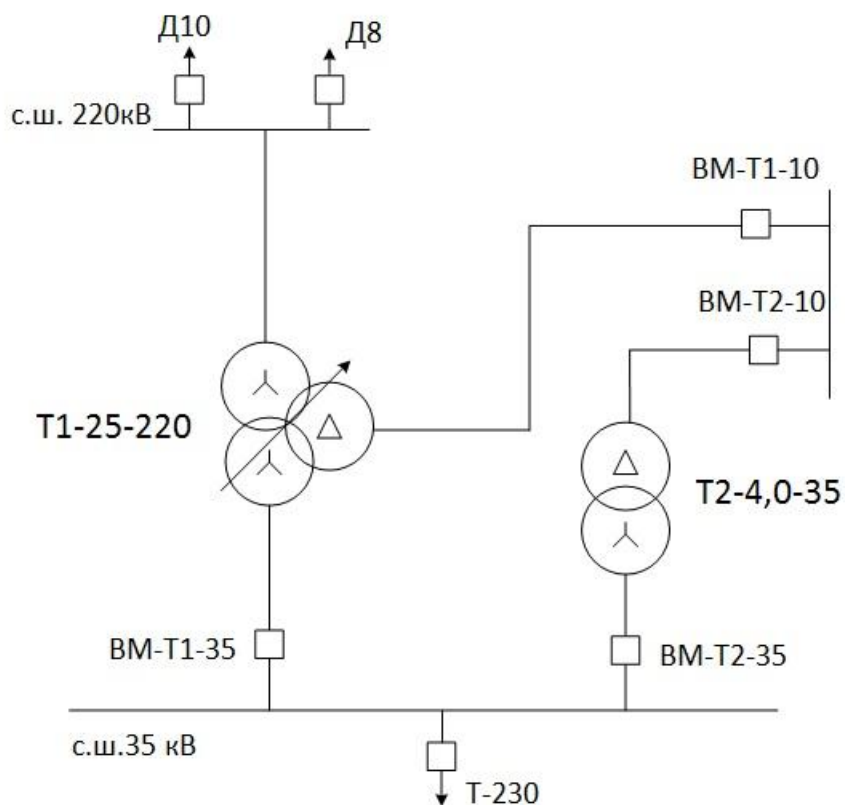


Рисунок 1 – Структурная схема ПС

1.2 Выбор и обоснование устанавливаемых защит

Согласно [1] для трансформаторов должны быть предусмотрены устройства релейной защиты от следующих повреждений и аномальных режимов работы:

- многофазных замыканий в обмотках и на выводах;
- однофазных замыканий в обмотках и на выводах;
- витковых замыканий в обмотках;
- токов в обмотках, обусловленных внешними КЗ;
- токов в обмотках, обусловленных перегрузкой;
- понижения уровня масла;

Защита трансформаторов должна выполнять следующие функции:

- отключать трансформатор при его повреждении от всех источников питания;
- отключать трансформатор при внешних замыканиях в случае отказа защит или выключателей смежных присоединений;
- подавать сообщения дежурному персоналу о возникновении перегрузок или выполнять необходимые операции для их устранения.

Для защиты трансформатора Т1 от повреждений и аномальных режимов должны быть предусмотрены следующие типы релейной защиты:

- дифференциальная защита с торможением;
- газовая защита;
- газовая защита РПН;
- МТЗ на стороне 220 кВ с пуском по напряжению;
- МТЗ на стороне 10 кВ с пуском по напряжению;
- МТЗ на стороне 35 кВ;

- МТЗ на стороне 10 кВ;
- токовая защита от перегрузки на 220 и 10 кВ;
- технологические защиты

Для защиты трансформатора Т2 от повреждений и аномальных режимов должны быть предусмотрены следующие типы релейной защиты:

- дифференциальная защита;
- газовая защита;
- МТЗ на стороне 220 кВ;
- МТЗ на стороне 10 кВ;
- технологические защиты

1.3 Выбор аппаратной реализации релейной защиты

В настоящее время микропроцессорные устройства являются основным направлением развития релейной защиты. Помимо основной функции – аварийного отключения энергетических систем, микропроцессорные устройства имеют дополнительные функции по сравнению с устройствами релейной защиты других типов (электромеханические, микроэлектронные реле) по регистрации аварийных ситуаций. В некоторых типах устройств введены дополнительные режимы защиты, например, функция дальнего резервирования отказов защит и выключателей. Данные функции не могут быть реализованы на устройствах релейной защиты на электромеханической или аналоговой базе.

К достоинствам микропроцессорных устройств можно отнести:

- многофункциональность;
- точность измерений;
- компактность;
- удобство фиксации неисправностей и настройки защиты.

К недостаткам относится использование микроконтроллера – более высокая стоимость и неремонтопригодность (в случае выхода из строя блока управления, экономически целесообразно заменить его целиком).

Кроме того, в отсутствии единого стандарта на аппаратуру, микропроцессорные устройства различных разработчиков не являются взаимозаменяемыми.

Для защиты трансформаторов воспользуемся продукцией на базе микропроцессорных терминалах серии MiCOM P63x, устройство P631 для защиты T2, устройство P633 для защиты T1.

Серия MiCOM P63x обеспечивает быстродействующую трехступенчатую дифференциальную защиту, используя характеристику с тремя участками наклона и двумя дифференциальными элементами, настраиваемыми на высокое значение уставок, а также торможение при броске

тока трансформатора, торможение при перевозбуждении и стабилизацию при прохождении сквозных токов короткого замыкания.

Основные функции:

- Трехступенчатая дифференциальная защита
- Согласование по амплитуде и группе соединения
- Фильтрация тока нулевой последовательности
- Характеристика срабатывания с двумя точками излома
- Стабилизация фазных токов при броске тока включения трансформатора
- Стабилизация дифференциального тока при перевозбуждении защищаемого объекта
- Стабилизация при протекании сквозных токов короткого замыкания

1.4 Планирование и расчет аварийных режимов

1.4.1 Расчет параметров схемы замещения

Для выбора и расчета уставок защит, необходимо рассчитать токи короткого замыкания в нескольких точках К1 и К2. Для этого составим схему замещения.

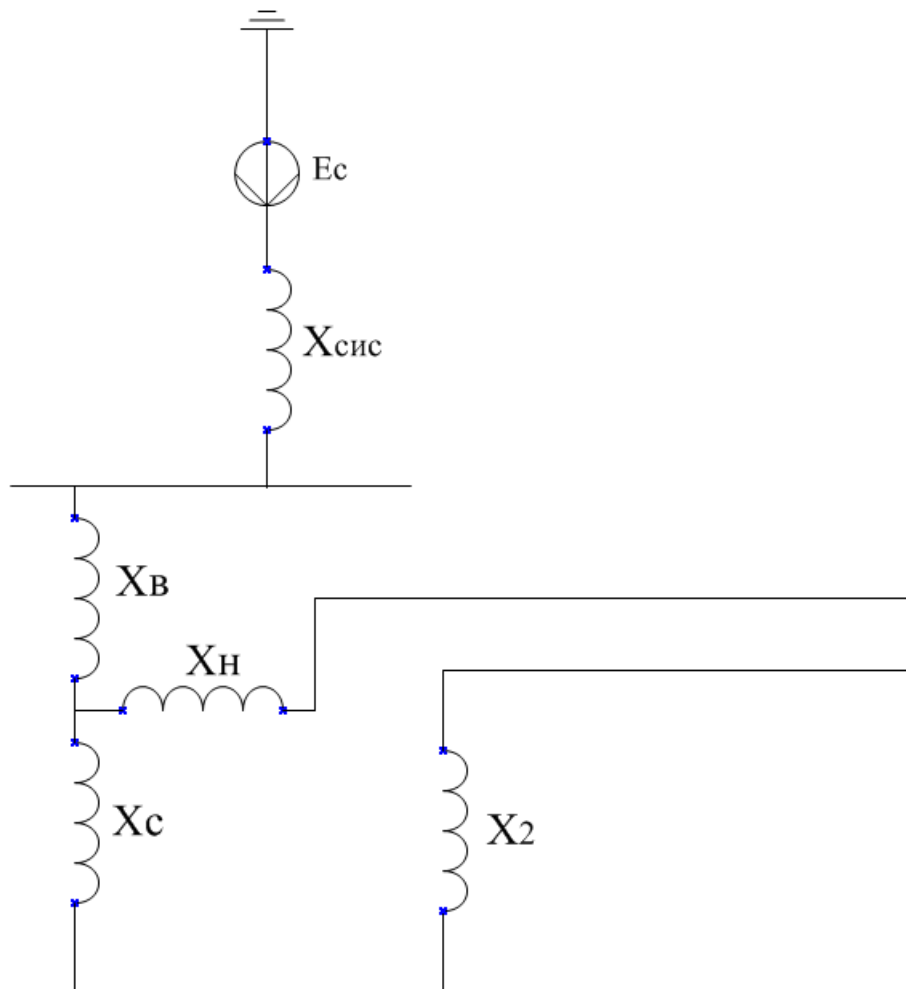


Рисунок 2 – Схема замещения

Для расчета параметров схемы замещения в именованных единицах принимаем базисное условие: $U_b=230$ кВ, система $x_c=1$ Ом

Трансформатор Т1-25-220

Выбираем трансформатор типа ТДТН-25000/220

Трансформатор Т2-4,0-35

Выбираем трансформатор типа ТМН-35/11

Каталожные данные трансформаторов представлены в таблице ниже [2]

Таблица 1 – Каталожные данные трансформаторов

Тип	Обозначение на схеме	S _{ном} , МВА	U _{ном} обмоток, кВ		U _к , %	
ТМН-35/11	Т2	4,0	ВН	35	7,5	
			НН	11	7,5	
ТДТН-25000/220	Т1	25	ВН	230	ВН	12,5
			СН	38,5	СН	20
			НН	11	НН	6,5

Рассчитаем параметры схемы замещения:

ТДТН-25000/220

Напряжение короткого замыкания обмотки высокого, среднего и низкого напряжения соответственно, %:

$$U_{K(B)} = 0,5[U_{K(B-C)} + U_{K(B-H)} - U_{K(C-H)}] = 0,5[12,5 + 20 - 6,5] = 13\%;$$

$$U_{K(C)} = 0,5[U_{K(B-C)} + U_{K(C-H)} - U_{K(B-H)}] = 0,5[12,5 + 6,5 - 20] = -1\%;$$

$$U_{K(H)} = 0,5[U_{K(B-H)} + U_{K(C-H)} - U_{K(B-C)}] = 0,5[20 + 6,5 - 12,5] = 7\%;$$

Реактивное сопротивление обмотки высокого напряжения, приведенное к основной ступени $U_{cp(осн.)}$:

$$x_g = \frac{U_{K(B)} \cdot U_{cp(осн.)}^2}{100S_{ном}} = \frac{13 \cdot 230^2}{100 \cdot 25} = 275,08 \text{ Ом};$$

где $S_{ном}$ – номинальная мощность автотрансформатора, МВ·А;

Реактивное сопротивление обмотки среднего напряжения, приведенное к основной ступени $U_{cp(осн.)}$:

$$x_c = 0;$$

Реактивное сопротивление обмотки низкого напряжения, приведенное к основной ступени $U_{cp(осн.)}$:

$$x_n = \frac{U_{K(H)} \cdot U_{cp(осн.)}^2}{100S_{ном}} = \frac{7 \cdot 230^2}{100 \cdot 25} = 148,12 \text{ Ом.}$$

ТМН-35/11

$$x_2 = \frac{U_K \cdot U_{cp(осн.)}^2}{100S_{ном}} = \frac{7,5 \cdot 230^2}{100 \cdot 4} = 991,875 \text{ Ом};$$

1.4.2 Расчёт токов короткого замыкания

Преобразуем схему замещения, представленную на рисунке 2, для расчета тока короткого замыкания в точке К1 и К2:

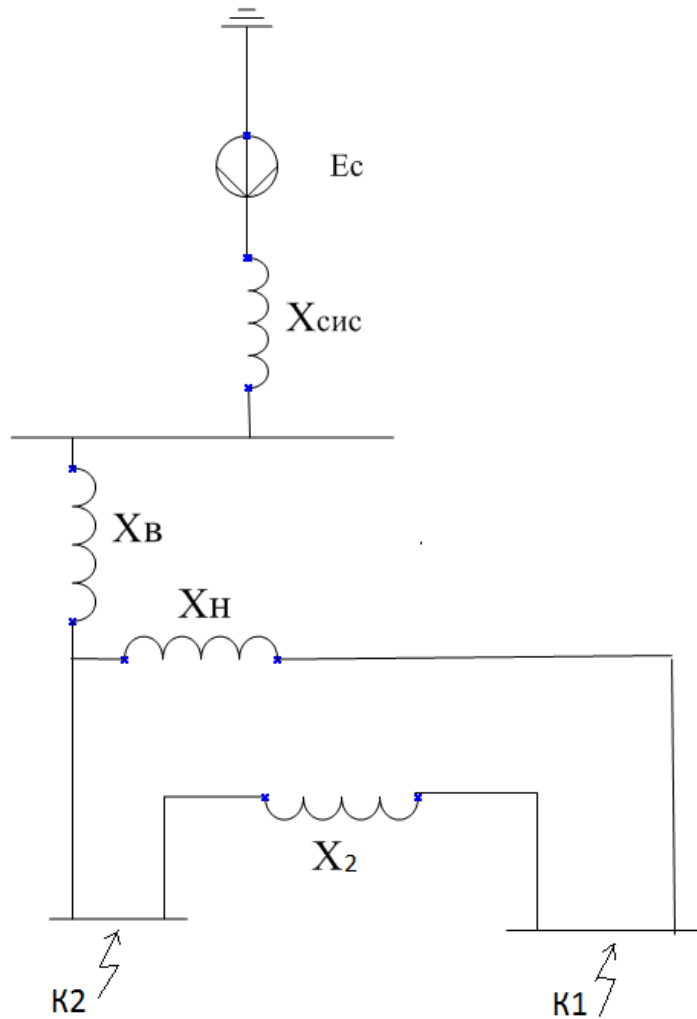


Рисунок 3 – Схема замещения после преобразования

Расчет КЗ в точке К1:

$$x_1 = x_e + \frac{x_n \cdot x_2}{x_n + x_2} = 275,08 + \frac{148,12 \cdot 991,875}{148,12 + 991,875} = 403,955 \text{ Ом};$$

Трёхфазный ток короткого замыкания в точке К1:

$$I_1^{(3)} = \frac{U_\phi}{\sqrt{3} \cdot x_1} = \frac{230}{\sqrt{3} \cdot 403,955} = 0,329 \text{ кА}$$

Двухфазный ток короткого замыкания в точке К1:

$$I_1^{(2)} = I_1^{(3)} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,329 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,285 \text{ кА}$$

Ток короткого замыкания в точке К1 обратной последовательности:

$$I_1^{(обр)} = I_1^{(2)} \cdot \frac{1}{2} = 0,285 \cdot \frac{1}{2} = 0,143 \text{ кА}$$

Расчет КЗ в точке К2:

$$x_1 = x_e = 275,08 \text{ Ом};$$

Трёхфазный ток короткого замыкания в точке К2:

$$I_1^{(3)} = \frac{U_0}{\sqrt{3} \cdot x_1} = \frac{230}{\sqrt{3} \cdot 275,08} = 0,483 \text{ кА}$$

Двухфазный ток короткого замыкания в точке К2:

$$I_1^{(2)} = I_1^{(3)} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,483 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,418 \text{ кА}$$

Ток короткого замыкания в точке К2 обратной последовательности:

$$I_1^{(обр)} = I_1^{(2)} \cdot \frac{1}{2} = 0,418 \cdot \frac{1}{2} = 0,209 \text{ кА}$$

1.5 Расчет параметров срабатывания устройств релейной защиты и автоматики трансформатора Т1 - ТДТН-25000/220

1.5.1 Дифференциальная защита с торможением

Дифференциальная защита применяется в качестве основной защиты трансформаторов при повреждениях их обмоток, на вводах и ошиновке.[4]

1. Определяются первичные токи на сторонах защищаемого трансформатора в номинальном режиме работы, выбираются трансформаторы тока и определяются соответствующие вторичные токи в плечах защиты.[3]

Таблица 2 – Расчет защиты трансформатора ТДТН-25000/220

Наименование величины	Обозначение и метод определения	Численные значения для сторон		
		220кВ	35кВ	10кВ
Первичные номинальные токи трансформатора, А	$I_{ном} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3}U_{ном}}$	$\frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 220} = 65,6$	$\frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 35} = 412,4$	$\frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 1443,4$
Схеме соединения ТА		Звезда	Звезда	Треугольник
Коэффициент трансформации ТА	$n_{тт}$	200/5	600/5	5000/5
Вторичные токи в плечах защиты, А	$I_{ном} = \frac{I_{ном} \cdot k_{сх}}{n_{тт}}$	$\frac{65,6 \cdot 1}{200/5} = 1,64$	$\frac{412,4 \cdot 1}{600/5} = 3,436$	$\frac{1443,4 \cdot 1}{5000/5} = 1,443$

2. Выбор параметров характеристики срабатывания:

2.1. Минимальный ток срабатывания защиты:

$$I_d \geq K_{отс} \cdot I_{нб.ном.нагр}$$

где $K_{отс} = 1,2$ - коэффициент отстройки

$$I_{нб.расч} = I'_{нб,ном,нагр} + I''_{нб,ном,нагр} + I'''_{нб,ном,нагр},$$

$I'_{нб,ном,нагр}$ - составляющая, обусловленная погрешностью ТТ при токах, соответствующих номинальному нагрузочному режиму;

$I''_{нб,ном,нагр}$ - составляющая, обусловленная регулированием напряжения защищаемого трансформатора при токах, соответствующих номинальному нагрузочному режиму;

$I'''_{нб,ном,нагр}$ - составляющая, обусловленная погрешностью цифрового выравнивания токов плеч защиты при токах, соответствующих номинальному нагрузочному режиму.

$$I_{нб.расч} = K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon \cdot I_{ном.нагр} + \Delta U \cdot I_{ном.нагр} + \Delta f_{выр} \cdot I_{ном.нагр}$$

где $K_{пер} = 1$ - коэффициент, учитывающий переходный режим;

$K_{одн} = 1$ - коэффициент однотипности трансформатора тока;

$\varepsilon = 0,05$ - относительное значение полной погрешности трансформаторов тока;

ΔU - относительная погрешность, обусловленная регулированием напряжения на сторонах защищаемого объекта и принимается равной половине используемого диапазона регулирования на соответствующей стороне;

$\Delta f_{выр} = 0,05$ - коэффициент, учитывающий погрешность цифрового выравнивания;

$I_{ном.нагр}$ - номинальный нагрузочный ток. принимаем равным номинальному (базисному) току трансформатора, приведенного к высокой стороне.

$$I_{нб,ном,нагр} = (1 \cdot 1 \cdot 0,05 + 0,12 + 0,05) \cdot 65,6 = 14,43 \text{ А}$$

$$I_d \geq 1,5 \cdot 14,43 = 21,65 \text{ А}$$

Принимаем уставку: $I_d = 21,7$

2.2. Ток начала торможения:

$$I_{r,m1} = \frac{1}{2} \cdot I_d$$

$$I_{r,m1} = 0,5I_d = 10,85$$

2.3. Коэффициент торможения первого наклонного участка

$$m_1 = \frac{K_{отс} \cdot I_{нб.расч} - I_d}{0,5 \sum I_r - I_{r,m1}}$$

$$I_{нб.расч} = K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon \cdot I_{внеш.КЗ} + \Delta U \cdot I_{внеш.КЗ} + \Delta f_{выр} \cdot I_{внеш.КЗ}$$

$$I_{нб.расч} = (1 \cdot 1 \cdot 0,065 + 0,12 + 0,05) \cdot 1,5 \cdot 65,6 = 23,12$$

$$m_1 = \frac{1,5 \cdot 23,12 - 21,7}{98,4 \cdot 0,5 - 10,85} = 0,338$$

Принимаем уставку: $m_1 = 0,4$

2.4. Коэффициент торможения второго наклонного участка

$$m_2 = \frac{K_{отс} \cdot I_{нб.расч} - I_{d,m2}}{0,5 \sum I_r - I_{r,m2}}$$

$$I_{нб.расч} = I'_{нб,внеш.КЗ} + I''_{нб,внеш.КЗ} + I'''_{нб,внеш.КЗ}$$

$$I_{нб.расч} = K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon \cdot I_{внеш.КЗ} + \Delta U \cdot I_{внеш.КЗ} + \Delta f_{выр} \cdot I_{внеш.КЗ}$$

$$I_{нб,расч} = (1,5 \cdot 1 \cdot 0,065 + 0,12 + 0,05) \cdot 483 = 129,2$$

Согласно рекомендации завода-изготовителя, принимаем $m_2=1$

Проверка чувствительности:

$$k_q = \frac{I_{кз,мин}}{I_{d>} + m \cdot (0,5 \sum I_r - I_{r,m})}$$

$$k_q = \frac{285}{21,7 + 0,4 \cdot (0,5 \cdot 285 - 10,85)} = 3,83$$

Чувствительность обеспечивается.

1.5.2 Газовая защита

Газовую защиту используют в трансформаторах с масляной системой охлаждения. Принцип действия данной защиты основан на разложении масла, в связи с выделением теплоты из-за повреждения обмоток, даже незначительного. При разложении масла начинает выделяться газ, при этом чем тяжелее повреждение, тем интенсивнее происходит его выделение.

Газовая защита выполняется при помощи газовых реле. Они состоят из металлического корпуса, который располагают в маслопроводе между баком и расширителем трансформатора. Внутри корпуса реле располагаются поплавковые контакты, замыкающие свои контакты при выделении газа. Если выделяется достаточно малое количество газа, реле действует на сигнал, если же выделения сильные - на отключение.

Газовая защита пользуется популярностью при определении внутренних повреждений трансформаторов. Она позволяет определить и витковые замыкания, на которые не реагирует дифференциальная защита в связи с малой величиной тока.[4]

1.5.3 Газовая защита РПН

Основной составной частью в устройстве РПН является контактор, который обеспечивает переход в нужное рабочее положение без разрыва нагрузочной цепи и гашение возникающей при этом электрической дуги. При нормальной работе в момент переключения контактора происходит разложение небольшого количества масла, при этом из него начинает выделяться газ, который по трубопроводу проходит в свой расширитель или в отсек общего расширителя и далее через дыхательные пути выходит в атмосферу. Данные действия осуществляются при нормальной работе устройства РПН, и выделение некоторого количества газа из масла в процессе работы контактора является нормальным явлением.

Повреждение изоляции, ослабление пружин механизма, старение керамических силовых контактов может способствовать несоблюдению нормальной работы контактора. Вследствии этого может возникнуть замедление в работе и нечеткость переключения. Затянувшаяся дуга сопровождается с учетом незначительного количества масла в баке контактора обильным разложением масла. Струя масла вперемешку с газом попадает из бака контактора в расширитель.

Присутствие подобных дефектов требует отключение трансформатора и устройства РПН с целью принятия мер по устранению повреждения, поэтому струйное реле, срабатывающее при заданной скорости струи масла срабатывает сразу на отключение трансформатора.

В отличие от газового реле струйное не будет реагировать на газообразование и уход масла из трансформатора.[5]

1.5.4 МТЗ с пуском по напряжению

Защита предназначена для резервирования основных защит трансформатора и защит отходящих присоединений.[4]

Для стороны ВН имеем:

$$I_{сз} = \frac{k_{отс}}{k_{в}} \cdot I_{ном} = \frac{1,2}{0,8} \cdot 65,6 = 98,4 A$$

Для стороны НН:

$$I_{сз} = \frac{k_{отс}}{k_{в}} \cdot I_{ном} = \frac{1,2}{0,8} \cdot 1443,4 = 2165,1 A$$

где $K_{отс}=1,2$ - коэффициент отстройки,

$K_{в}=0,8$ - коэффициент возврата.

Напряжение срабатывания устройства фильтр-реле напряжения обратной последовательности принимается равным

$$U_{2сз} = 0,06U_{ном}$$

$$U_{2cз} = 0,06 \cdot 230 = 13,8$$

Первичное напряжение срабатывания минимального реле напряжения выбирается из условий:

- возврата реле после отключения внешнего к.з.

$$U_{cз} \leq \frac{U_{мин}}{k_{отс} \cdot k_{в}}$$
$$U_{cз} \leq \frac{195,5}{1,2 \cdot 1,2} = 135,76$$

где $U_{мин} = (0,85-0,9)U_{ном}$ - минимально возможное рабочее напряжение

$K_{отс} = 1,2$ - коэффициент отстройки;

$K_{в} = 1,2$ - коэффициент возврата.

-отстройки реле от напряжения самозапуска при включении заторможенных двигателей после действия АВР или АПВ

$$U_{cз} \leq \frac{U_{сзап}}{k_{отс}}$$
$$U_{cз} \leq \frac{161}{1,2} = 134,16$$

где $U_{сзап} = 0,7 \cdot U_{ном}$ - напряжение в месте установки защиты при самозапуске двигателя.[3]

1.5.5 Максимальная токовая защита

Максимальная токовая защита применяется в тех случаях, когда по условиям чувствительности не требуется пуск по напряжению. Ток срабатывания защиты отстраивается от рабочего максимального тока нагрузки.[3]

$$I_{сз} = \frac{k_{отс} \cdot k_{сз}}{k_{в}} \cdot I_{раб..макс}$$
$$I_{сз} = \frac{1,2 \cdot 1,2}{0,8} \cdot 412,4 = 742,32 \text{ А}$$

где $K_{отс}=1,2$ - коэффициент отстройки,

$K_{в}=0,8$ - коэффициент возврата,

$K_{сз}=1,2$ - коэффициент самозапуска.

1.5.6 Защита от перегрузки ВН и НН

Ток срабатывания защиты отстраивается от номинального тока трансформатора.

Для стороны ВН имеем:

$$I_{сз} = \frac{k_{отс}}{k_{в}} \cdot I_{ном} = \frac{1,05}{0,8} \cdot 65,6 = 86,1 \text{ А}$$

Для стороны НН:

$$I_{сз} = \frac{k_{отс}}{k_{в}} \cdot I_{ном} = \frac{1,05}{0,8} \cdot 1443,4 = 1894,46 \text{ А}$$

где $K_{отс}=1,05$ - коэффициент отстройки;

$K_{в}=0,8$ - коэффициент возврата.

1.5.7 Технологические защиты

Типовой набор функций технологической защиты трансформатора (ТЗТ) включает в себя:

- контроль состояния уровня масла в основном баке трансформатора и баке устройства РПН с сигнализацией превышения минимального и максимального уровня;
- контроль температуры верхних слоев масла трансформатора;
- контроль температуры обмоток трансформатора;
- контроль исправности системы охлаждения трансформатора с сигнализацией о неисправности.

Контроль температуры верхних слоев масла трансформатора предусматривается со ступенчатым действием:

- 1-я ступень «Предупредительный сигнал» действует на сигнализацию при превышении температуры верхних слоев масла контрольного значения;
- 2-я ступень «Аварийный сигнал» действует на отключения трансформатора со всех сторон с пуском УРОВ выключателей питающих сторон при превышении температуры верхних слоев масла максимально допустимого значения.

Контроль температуры обмоток трансформатора предусматривается со ступенчатым действием:

- 1-я ступень «Предупредительный сигнал» действует на сигнализацию при превышении температуры обмоток контрольного значения;
- 2-я ступень «Аварийный сигнал» действует на отключения трансформатора со всех сторон с пуском УРОВ выключателей питающих сторон при превышении температуры обмоток максимально допустимого значения.[5]

1.6 Расчет параметров срабатывания устройств релейной защиты и автоматики трансформатора Т2 - ТМН-35/11

1.6.1 Дифференциальная защита

1. Определяются первичные токи силового трансформатора, выбираются трансформаторы тока и находятся соответствующие вторичные токи в плечах защиты.[3]

Таблица 3 – Расчет защиты трансформатора ТМН-35/11

Наименование величины	Обозначение и метод определения	Численные значения для сторон	
		35кВ	10кВ
Первичные номинальные токи трансформатора, А	$I_{ном} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3}U_{ном}}$	$\frac{4000}{\sqrt{3} \cdot 35} = 65,9$	$\frac{4000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 230,9$
Схеме соединения ТА		Звезда	Треугольник
Коэффициент трансформации ТА	$n_{тт}$	100/5	1000/5
Вторичные токи в плечах защиты, А	$I_{ном} = \frac{I_{ном} \cdot k_{сх}}{n_{тт}}$	$\frac{65,9 \cdot 1}{100/5} = 3,295$	$\frac{230,9 \cdot 1}{1000/5} = 1,15$

2. Выбор параметров характеристики срабатывания:

2.1 Минимальный ток срабатывания защиты:

$$I_d \geq K_{отс} \cdot I_{нб.ном.нагр}$$

где $K_{отс} = 1,2$ - коэффициент отстройки

$$I_{нб.расч} = I'_{нб,ном,нагр} + I''_{нб,ном,нагр} + I'''_{нб,ном,нагр},$$

$I'_{нб,ном,нагр}$ - составляющая, обусловленная погрешностью ТТ при токах,

соответствующих номинальному нагрузочному режиму;

$I''_{нб,ном,нагр}$ - составляющая, обусловленная регулированием напряжения защищаемого трансформатора при токах, соответствующих номинальному нагрузочному режиму;

$I'''_{нб,ном,нагр}$ - составляющая, обусловленная погрешностью цифрового выравнивания токов плеч защиты при токах, соответствующих номинальному нагрузочному режиму.

$$I_{нб.расч} = K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon \cdot I_{ном.нагр} + \Delta U \cdot I_{ном.нагр} + \Delta f_{выр} \cdot I_{ном.нагр}$$

где $K_{пер} = 1$ - коэффициент, учитывающий переходный режим;

$K_{одн} = 1$ - коэффициент однотипности трансформатора тока;

$\varepsilon = 0,05$ - относительное значение полной погрешности трансформаторов тока;

ΔU - относительная погрешность, обусловленная регулированием напряжения на сторонах защищаемого объекта и принимается равной половине используемого диапазона регулирования на соответствующей стороне;

$\Delta f_{выр} = 0,05$ - коэффициент, учитывающий погрешность цифрового выравнивания;

$I_{ном.нагр}$ - номинальный нагрузочный ток. принимаем равным номинальному (базисному) току трансформатора, приведенного к высокой стороне.

$$I_{нб,ном,нагр} = (1 \cdot 1 \cdot 0,05 + 0,09 + 0,05) \cdot 65,9 = 6,03 \text{ A}$$

$$I_d \geq 1,5 \cdot 6,03 = 9,045 \text{ A}$$

Принимаем уставку: $I_d = 9,1$

2.2. Ток начала торможения:

$$I_{r,m1} = \frac{1}{2} \cdot I_d$$

$$I_{r,m1} = 0,5I_d = 4,55$$

2.3. Коэффициент торможения первого наклонного участка

$$m_1 = \frac{K_{отс} \cdot I_{нб.расч} - I_d}{0,5 \sum I_r - I_{r,m1}}$$

$$I_{нб.расч} = K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon \cdot I_{внеш.КЗ} + \Delta U \cdot I_{внеш.КЗ} + \Delta f_{выр} \cdot I_{внеш.КЗ}$$

$$I_{нб.расч} = (1 \cdot 1 \cdot 0,065 + 0,09 + 0,05) \cdot 1,5 \cdot 65,9 = 20,26$$

$$m_1 = \frac{1,5 \cdot 20,26 - 9,1}{98,85 \cdot 0,5 - 4,55} = 0,474$$

Принимаем уставку: $m_1 = 0,5$

2.4. Коэффициент торможения второго наклонного участка

$$m_2 = \frac{K_{отс} \cdot I_{нб.расч} - I_{d,m2}}{0,5 \sum I_r - I_{r,m2}}$$

$$I_{нб.расч} = I'_{нб,внеш.КЗ} + I''_{нб,внеш.КЗ} + I'''_{нб,внеш.КЗ}$$

$$I_{нб.расч} = K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon \cdot I_{внеш.КЗ} + \Delta U \cdot I_{внеш.КЗ} + \Delta f_{выр} \cdot I_{внеш.КЗ}$$

$$I_{нб.расч} = (1,5 \cdot 1 \cdot 0,065 + 0,09 + 0,05) \cdot 483 = 114,7$$

Согласно рекомендации завода-изготовителя, принимаем $m_2=1$

Проверка чувствительности:

$$k_{\chi} = \frac{I_{кз,мин}}{I_{d>} + m \cdot (0,5 \sum I_r - I_{r,m})}$$

$$k_{\chi} = \frac{285}{9,1 + 0,5 \cdot (0,5 \cdot 285 - 4,55)} = 3,65$$

Чувствительность обеспечивается.

1.6.2 Газовая защита

Газовую защиту используют в трансформаторах с масляной системой охлаждения. Принцип действия данной защиты основан на разложении

масла, в связи с выделением теплоты из-за повреждения обмоток, даже незначительного. При разложении масла начинает выделяться газ, при этом чем тяжелее повреждение, тем интенсивнее происходит его выделение.

Газовая защита выполняется при помощи газовых реле. Они состоят из металлического корпуса, который располагают в маслопроводе между баком и расширителем трансформатора. Внутри корпуса реле располагаются поплавковые контакты, замыкающие свои контакты при выделении газа. Если выделяется достаточно малое количество газа, реле действует на сигнал, если же выделения сильные - на отключение.

Газовая защита пользуется популярностью при определении внутренних повреждений трансформаторов. Она позволяет определить и витковые замыкания, на которые не реагирует дифференциальная защита в связи с малой величиной тока.[4]

1.6.3 Максимальная токовая защита

Максимальная токовая защита применяется в тех случаях, когда по условиям чувствительности не требуется пуск по напряжению. Ток срабатывания защиты отстраивается от рабочего максимального тока нагрузки.[3]

$$I_{сз} = \frac{k_{отс} \cdot k_{сз}}{k_g} \cdot I_{раб..макс}$$

Для стороны ВН:

$$I_{сз} = \frac{1,2 \cdot 1,2}{0,8} \cdot 65,9 = 118,62 \text{ A}$$

Для стороны НН:

$$I_{сз} = \frac{1,2 \cdot 1,2}{0,8} \cdot 230,9 = 415,62 \text{ A}$$

где $K_{отс}=1,2$ - коэффициент отстройки,

$K_B=0,8$ - коэффициент возврата,

$K_{C3}=1,2$ - коэффициент самозапуска.

1.6.4 Технологические защиты

Типовой набор функций технологической защиты трансформатора (ТЗТ) включает в себя:

- контроль состояния уровня масла в основном баке трансформатора и баке устройства РПН с сигнализацией превышения минимального и максимального уровня;
- контроль температуры верхних слоев масла трансформатора;
- контроль температуры обмоток трансформатора;
- контроль исправности системы охлаждения трансформатора с сигнализацией о неисправности.

Контроль температуры верхних слоев масла трансформатора предусматривается со ступенчатым действием:

- 1-я ступень «Предупредительный сигнал» действует на сигнализацию при превышении температуры верхних слоев масла контрольного значения;
- 2-я ступень «Аварийный сигнал» действует на отключения трансформатора со всех сторон с пуском УРОВ выключателей питающих сторон при превышении температуры верхних слоев масла максимально допустимого значения.

Контроль температуры обмоток трансформатора предусматривается со ступенчатым действием:

- 1-я ступень «Предупредительный сигнал» действует на сигнализацию при превышении температуры обмоток контрольного значения;

- 2-я ступень «Аварийный сигнал» действует на отключения трансформатора со всех сторон с пуском УРОВ выключателей питающих сторон при превышении температуры обмоток максимально допустимого значения.[5]

2 Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ

2.1 Назначение

Блоки микропроцессорные релейной защиты типа БМРЗ предназначены для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации присоединений напряжением от 0,4 до 220 кВ.

БМРЗ предназначены для использования на объектах всех отраслей энергетики, промышленности, транспорта, коммунального хозяйства.

БМРЗ обеспечивают выполнение всех функций защиты и автоматики при любых видах повреждений на различных присоединениях от 0,4 до 220 кВ. Кроме выполнения основных функций – защиты и автоматики – БМРЗ имеют широкие сервисные возможности, облегчающие работу персонала.

Областью применения БМРЗ являются подстанции добывающих, транспортных и перерабатывающих предприятий нефтяной и газовой промышленности. БМРЗ используются в КРУ метрополитена и тяговых подстанций электрифицированных железных дорог, на подстанциях промышленных и коммунальных предприятий, а также на предприятиях горнодобывающей промышленности. Лицензировано конструирование и изготовление БМРЗ для объектов атомной энергетики.

БМРЗ имеют возможность включения в автоматизированную систему управления и информационно-управляющие системы в качестве подсистемы нижнего уровня и выполнять различные функции, такие как телеизмерение, телеуправление и телесигнализация.

БМРЗ является современным цифровым устройством защиты, управления и противоаварийной автоматики. Данное устройство имеет множество функций, используется в качестве защиты, прибора измерения и контроля, применяется в качестве автоматики и сигнализации, его управление осуществляется как местно, так и дистанционно. БМРЗ включает в себя аналогоцифровую и микропроцессорную элементную базу. Это позволяет осуществить высокую точность измерений и постоянство характеристик, а

также способствует увеличению чувствительности и быстродействия защит, уменьшению ступени селективности.

Интерфейс для внешних соединений БМРЗ и алгоритмы функций защиты и автоматики разработаны согласно техническим требованиям к российским системам РЗА, что гарантирует совместимость с устройствами, используемыми в настоящее время, а также упрощает проектировщикам и обслуживающему персоналу переход на новую технику.

Устройства БМРЗ обладают гибкой аппаратной и программной структурой. Это дает возможность формировать на их основе различные системы защиты, автоматики, управления и сигнализации, в том числе при реконструкции существующих объектов энергетики.

Стандартизация аппаратной части БМРЗ различных типов дает возможность уменьшить объем запасных частей на объекте и гарантирует высокую ремонтпригодность.[6]

БМРЗ обеспечивает следующие эксплуатационные возможности:

- выполнение функций защит, автоматики и управления, определенных «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ);
- сигнализацию срабатывания защит и автоматики, положения коммутационных аппаратов, неисправности БМРЗ;
- местное и дистанционное управление выключателем, переключение режима управления;
- задание внутренней конфигурации (ввод защит и автоматики, выбор защитных характеристик, количество ступеней защиты и т. д.) программным способом;
- местный и дистанционный ввод, хранение и отображение уставок защит и автоматики;

- хранение двух наборов конфигурации и уставок (программ) и переключение программ либо автоматически при смене направления мощности, либо по внешнему сигналу;
- отображение текущих электрических параметров защищаемого объекта;
- фиксацию, хранение и отображение аварийных электрических параметров защищаемого объекта для девяти последних аварийных событий с автоматическим обновлением информации;
- осциллографирование аварийных процессов;
- хранение и выдачу информации о количестве и времени пусков и срабатываний защит БМРЗ;
- учет количества отключений выключателя и циклов АПВ;
- пофазный учет токов при аварийных отключениях выключателя;
- контроль и индикацию положения выключателя, а также исправности его цепей управления;
- диагностику ресурса выключателя;
- непрерывный оперативный контроль работоспособности (самодиагностику) в течение всего времени работы;
- блокировку всех выходов при неисправности БМРЗ для исключения ложных срабатываний, выполнение МТЗ на отключение при неисправностях, не влияющих на функцию МТЗ;
- получение дискретных сигналов управления и блокировок, выдачу команд управления, аварийной и предупредительной сигнализации;
- защиту от ложных срабатываний дискретных входных цепей БМРЗ при нарушениях изоляции в цепях оперативного тока КРУ и кратковременных наведенных помехах;
- двустороннюю передачу данных между БМРЗ и АСУ, ПЭВМ по стандартным последоканалам связи;
- передачу сигналов между блоками БМРЗ без задержки времени (достигается использованием быстродействующих входов / выходов);

- синхронизацию внутренних часов БМРЗ от внешнего устройства с высокой точностью;
- свободное назначение резервных входов / выходов;
- подключение к импульсным выходам счетчиков электроэнергии для передачи информации в АСУ;
- гальваническую развязку всех входов и выходов, включая питание, для обеспечения высокой помехозащищенности;
- высокое сопротивление и прочность изоляции входов и выходов относительно корпуса и между собой для повышения устойчивости БМРЗ к перенапряжениям, возникающим во вторичных цепях КРУ.

Функции защиты, выполняемые БМРЗ:

- Трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных повреждений с контролем тока в двух или трех фазах. Возможность выбора одной из четырех зависимых времятоковых характеристик. Возможность выполнения направленной МТЗ, МТЗ с комбинированным пуском по напряжению, с коррекцией по напряжению прямой последовательности, МТЗ по фантомному напряжению. Автоматический ввод ускорения МТЗ при любом включении выключателя. Две программы МТЗ по уставкам и программным ключам.
- Быстродействующая направленная защита от всех видов коротких замыканий с блокировкой по высокочастотному каналу или волоконнооптической линии связи на воздушных линиях, не имеющих пофазного управления выключателем.
- Направленная или ненаправленная защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ), действующая на отключение и/или на сигнализацию. Регистрация высокочастотных составляющих в токе нулевой последовательности. Две программы уставок.
- Защита от несимметрии и от обрыва фазы питающего фидера (ЗОФ).

- Защита минимального напряжения (ЗМН).
- Логическая защита шин (ЛЗШ).
- Дальнее резервирование (ДР) при отказе защит или выключателей.
- Защита от снижения напряжения (ЗСН) при включении выключателя.
- Защита от повышения напряжения (ЗПН).
- Дистанционная защита (ДЗ).
- Минимальная токовая защита электродвигателей (Мин ТЗ).
- Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП).
- Защита от неполнофазного режима (ЗНФР).
- Дифференциальная защита трансформатора, в том числе:
 - дифференциальная токовая защита с торможением (ДЗТ);
 - дифференциальная токовая отсечка (ДТО).
- Дифференциальная защита электродвигателя, в том числе:
 - дифференциальная токовая отсечка (ДТО);
 - дифференциальная защита с торможением (ДЗТ);
 - дифференциальная фазовая отсечка (ДФО).
- Дифференциальная защита генератора, в том числе:
 - дифференциальная токовая отсечка (ДТО);
 - дифференциальная защита с торможением (ДЗТ).
- Дифференциальная защита шин (ДЗШ).
- Защита от потери питания (ЗПП).
- Защита от перегрузки.
- Контроль напряжения (цепей измерительного трансформатора напряжения; на шинах или в линии).
- Контроль синхронизма напряжений.
- Защита от блокировки ротора и затынутого пуска двигателя (ЗБР).
- Тепловая модель электродвигателя (ТМ).
- Защита по обратной мощности и/или реактивной мощности.

- Защита генератора, в том числе:
 - от несимметричных перегрузок (ЗНП);
 - от симметричных перегрузок (ЗСП);
 - от потери возбуждения;
 - от асинхронного режима без потери возбуждения;
 - от реверса активной мощности;
 - от понижения / повышения частоты.
- Защита электромагнитов управления выключателя.
- Выполнение команд контроля давления элегаза от внешних устройств.
- Контроль завода пружин.
- Выполнение команд дуговой защиты от внешних устройств.
- Выполнение команд газовой защиты от внешних устройств.

- **Функции автоматики:**
 - Определение направления мощности (ОНМ) для направленной МТЗ или для автоматического переключения программ МТЗ и ОЗЗ.
 - Двукратное или однократное автоматическое повторное включение (АПВ).
 - Резервирование при отказе выключателя (УРОВ).
 - Автоматическое включение резерва (АВР).
 - Определение места повреждения (ОМП).
 - Выполнение команд автоматической частотной разгрузки (АЧР) и автоматического повторного включения по частоте (ЧАПВ) от внешнего устройства частотной разгрузки.
 - Автоматическая частотная разгрузка (АЧР).
 - Ограничение количества пусков двигателя (ОКП).
 - Запрет пуска перегретого электродвигателя (ЗППД).

- Управление электроприводами устройств регулирования напряжения трансформаторов под нагрузкой.
- Управление короткозамыкателем и отделителем.

2.2 Функции БМРЗ

Максимальная токовая защита:

БМРЗ имеет возможность выполнения одно-, двух- или трехступенчатой максимальной токовой защиты (МТЗ). МТЗ выполняется в трехфазном или (по заказу) в двухфазном исполнении. Первая и вторая ступени выполнены с независимыми времятоковыми характеристиками. Третья (чувствительная) ступень имеет независимую и зависимую характеристики, выбор типа характеристики осуществляется соответствующим программным ключом.

Для чувствительной ступени возможен выбор одной из четырех зависимых времятоковых характеристик:

а) инверсная (рисунок 4)

$$t = \frac{0,14 \cdot K}{(I / I_{уст})^{0,02} - 1}$$

б) длительно инверсная (рисунок 4)

$$t = \frac{120 \cdot K}{(I / I_{уст}) - 1}$$

в) крутая (рисунок 5)

$$t = \frac{1}{30 \cdot (I / I_{уст} - 1)^3} + T_3$$

г) пологая (рисунок 5)

$$t = \frac{1}{20 \cdot [(I / I_{уст}) - 1] / 6]^{1,8}} + T_3$$

где K - коэффициент времени;

I - входной ток;

$I_{уст}$ - уставка по току;

T_3 - уставка по времени.

Пуск ступени с зависимой времятоковой характеристикой происходит при токах, превышающих $1,1 I_{уст}$. Выдержка времени на начальном участке зависимых времятоковых характеристик не превышает 100 с.

БМРЗ реализует два типа характеристик, выбор которых производится соответствующим ключом. По заказу возможна комплектация БМРЗ четырьмя характеристиками. Количество ступеней МТЗ задается программно соответствующими ключами. Третья ступень может работать на отключение и сигнализацию или только на сигнализацию. Предусмотрена возможность формирования выходных сигналов пуска и срабатывания ступеней МТЗ.

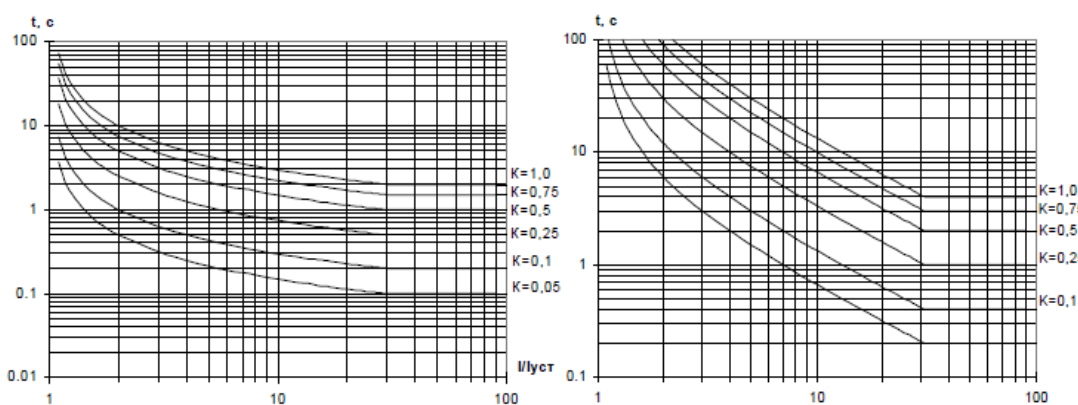


Рисунок 4 – Инверсная и длительно-инверсная характеристики соответственно

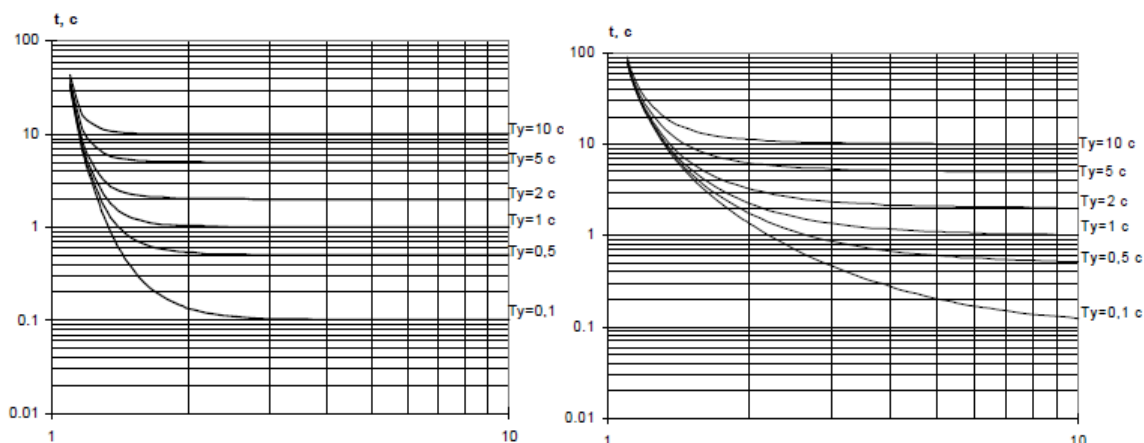


Рисунок 5 – Крутая и пологая характеристики соответственно

МТЗ с пуском по напряжению:

Пуск МТЗ по напряжению выполняется одним из следующих способов (по заказу):

а) исполнения БМРЗ, предназначенные для эксплуатации совместно с БМРЗ-ТН или другими внешними реле напряжения имеют возможность блокировки МТЗ при наличии или отсутствии сигнала «Блок. МТЗ по U»;

б) исполнения БМРЗ, имеющие аналоговые входы для подключения сигналов напряжения, обеспечивают пуск МТЗ по напряжению автономно.

Условием пуска МТЗ является снижение любого линейного напряжения ниже уставки $U<$ или увеличение напряжения обратной последовательности $U2$ выше уставки $U2>$. Предусмотрена возможность комбинированного пуска. Выбор варианта пуска для каждой ступени производится соответствующими программными ключами.

Направленная МТЗ:

Направленная защита – защита, реагирующая на ток и направление (знак) мощности короткого замыкания (КЗ) в месте включения защиты. Орган, определяющий знак мощности КЗ, – реле направления мощности. При использовании направленной МТЗ возможен выбор варианта работы МТЗ при прямом или обратном направлении мощности для любой ступени (вводится независимо для каждой ступени соответствующими программными ключами).

Определение направления мощности (ОНМ) осуществляется по значению фазового угла между током I_A (I_C) и напряжением U_{BC} (U_{AB}) отдельно для каждой пары сигналов. Направление мощности определяется по первой гармонической составляющей от 45 до 55 Гц сигналов тока и напряжения.

Дистанционная защита:

БМРЗ имеет возможность выполнения дистанционной защиты (ДЗ). В БМРЗ реализованы дистанционные защиты от междуфазных замыканий

(ДЗМФ) и двойных замыканий на землю (ДЗДВ). Любая ступень ДЗ может быть выведена из действия соответствующими программными ключами.

ДЗ имеет два вида зон срабатывания:

- четырехугольная зона срабатывания;
- треугольная зона срабатывания.

Защита от однофазных замыканий на землю:

Защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) выполняется с контролем:

- напряжения нулевой последовательности $3U_0$;
- тока нулевой последовательности $3I_0$;
- напряжения и тока нулевой последовательности $3U_0$ и $3I_0$ (ненаправленная);
- напряжения, тока и направления мощности нулевой последовательности $3U_0$, $3I_0$ и P_0 (направленная).

Измерения напряжения, тока и направления мощности нулевой последовательности выполняются по первой гармонической составляющей сигнала от 45 до 55 Гц. При наличии входных аналоговых сигналов $3U_0$ и $3I_0$ вариант защиты задается программно ключами.

Все варианты защиты от ОЗЗ имеют независимую времятоковую характеристику с одной или двумя выдержками времени.

Защита минимального напряжения:

Защита минимального напряжения (ЗМН) выполняется с контролем двух линейных напряжений и напряжения обратной последовательности. Контроль линейных напряжений и контроль напряжения обратной последовательности может блокироваться программными ключами. [6]

2.3 Функции автоматики и управления выключателем.

Автоматическое повторное включение:

БМРЗ реализует функцию двукратного автоматического повторного включения (АПВ) с возможностью программной блокировки одного или обоих циклов. Блокировка первого и второго циклов осуществляется программными ключами.

Пуск АПВ происходит по факту срабатывания:

- МТЗ;
- при самопроизвольном отключении выключателя (СО).

Допустимы другие причины для срабатывания АПВ, подробное описание приведено в руководстве по эксплуатации конкретного исполнения БМРЗ.

Время готовности АПВ после включения выключателя персоналом или дистанционно составляет (12 ± 2) с.

Автоматическое включение резерва:

Функция автоматического включения резерва (АВР) выполняется совместными действиями БМРЗ-СВ и двух БМРЗ-ВВ. БМРЗ-ВВ выполняет следующие функции:

- контролирует напряжения U_{AB} , U_{BC} на секции, напряжение выше выключателя ввода $U_{ВНР}$ и формирует команды управления выключателем ввода и секционным выключателем;
- выполняет АВР без выдержки времени при срабатывании защит трансформатора;
- контролирует параметры напряжения на секции и формирует сигнал «Разреш. АВР» для БМРЗ-ВВ соседней секции.
- БМРЗ-СВ выполняет команды «Вкл. по АВР», поступающие от БМРЗ-ВВ, без выдержки времени.

Исходной информацией для пуска и срабатывания АВР является уровень напряжений U_{AB} , U_{BC} и $U_{ВНР}$, контролируемых БМРЗ-ВВ, уровень напряжения обратной последовательности и частоты сети, положение выключателя ввода («РПО»/«РПВ»), а также наличие сигнала «Разреш.АВР» от БМРЗ-ВВ соседней секции.

Пуск АВР происходит при срабатывании пускового органа по напряжению. Предусмотрена возможность отключения программными ключами контроля напряжения $U_{ВНР}$, контроля напряжения обратной последовательности и частоты. После отработки выдержки времени $T_{АВР}$ выдается команда на отключение выключателя ввода, а после выполнения этой команды выдается команда «Вкл. СВ» на БМРЗ-СВ длительностью 0,8с.

Выполнение команд автоматической частотной разгрузки и автоматического повторного включения по частоте:

По командам устройства автоматической частотной разгрузки (АЧР) и автоматического повторного включения по частоте (ЧАПВ) БМРЗ обеспечивает выполнение следующих действий:

- отключение выключателя при получении сигнала «АЧР»;
- блокировку команд включения выключателя и работу функций автоматики (АПВ, АВР) на время действия АЧР;
- включение выключателя по команде «ЧАПВ» с задержкой, заданной уставкой ТЧАПВ.

Действие АЧР/ЧАПВ может быть заблокировано программным ключом.[6]

2.4 Вспомогательные функции

Измерение параметров сети:

БМРЗ обеспечивает измерение параметров входных аналоговых сигналов. Результаты измерений отображаются на дисплее БМРЗ в подменю

«ПАРАМЕТРЫ СЕТИ» и могут быть считаны по последовательным каналам. Все исполнения БМРЗ обеспечивают измерения действующих значений входных аналоговых сигналов (фазных токов, линейных или фазных напряжений, напряжения и тока нулевой последовательности). Перечень других параметров сети зависит от количества и состава входных аналоговых сигналов, а также от функций защиты, реализованных в данном исполнении БМРЗ.

В качестве дополнительных параметров измеряются (вычисляются):

- действующие значения напряжения и тока обратной последовательности;
- действующие значения напряжения и тока прямой последовательности;
- значение высших гармоник тока нулевой последовательности;
- значение сопротивления;
- отношение токов I_2/I_1 ;
- активные и реактивные компоненты фазных токов;
- полная мощность;
- активная мощность;
- реактивная мощность;
- коэффициент мощности $\cos \varphi$;
- фазовые углы между токами и напряжениями;
- частота.

Все измерения выполняются для первой гармонической составляющей входных сигналов. При наличии во входных сигналах высших гармонических составляющих показания БМРЗ могут отличаться от показаний внешних измерительных приборов. В отдельных исполнениях БМРЗ измеряются значения высших гармонических составляющих токов и напряжений до 11 гармоники.

Регистрация параметров аварий:

БМРЗ обеспечивает запоминание параметров девяти аварийных событий. По каждому аварийному событию фиксируется следующая информация:

- значения параметров аналоговых сигналов в момент пуска защиты;
- значения параметров аналоговых сигналов в момент выдачи команды на отключение выключателя;
- значения всех входных и выходных дискретных сигналов в момент пуска защиты;
- изменения дискретных входных сигналов на входах БМРЗ в промежутке времени между пуском защиты и выдачей команды на отключение выключателя;
- изменения дискретных выходных сигналов БМРЗ в промежутке времени между пуском защиты и выдачей команды на отключение выключателя;
- наименование защиты или функции автоматики (УРОВД), первой выдавшей команду на отключение выключателя (при параллельной работе защит или при переходе одной аварии в другую, например, ОЗЗ в межфазное замыкание);
- дата и время пуска защиты;
- отработанная выдержка времени от момента пуска первой защиты до выдачи команды на отключение выключателя.

Регистрация пусковых и аварийных процессов:

БМРЗ обеспечивают запись пусковых режимов при включении присоединения для диагностики оборудования. При включении записывается диаграмма огибающей действующих значений токов и напряжений с интервалом 10 мс. Длительность записи – 9 с. В памяти БМРЗ сохраняется запись одного пускового процесса:

- либо самого последнего, при котором предыдущая запись автоматически стирается;
- либо первого после ручного квитирования (очистка памяти).

Осциллографирование аварийных событий

Все исполнения БМРЗ обеспечивают регистрацию аварийных процессов в виде записи осциллограммы мгновенных значений всех аналоговых сигналов и до 32 дискретных сигналов.

Выполнение команд автоматической частотной разгрузки и автоматического повторного включения по частоте:

По командам устройства автоматической частотной разгрузки (АЧР) и автоматического повторного включения по частоте (ЧАПВ) БМРЗ обеспечивает выполнение следующих действий:

- отключение выключателя при получении сигнала «АЧР»;
- блокировку команд включения выключателя и работу функций автоматики (АПВ, АВР) на время действия АЧР;
- включение выключателя по команде «ЧАПВ» с задержкой, заданной уставкой $T_{\text{ЧАПВ}}$.

Действие АЧР/ЧАПВ может быть заблокировано программным ключом.

БМРЗ реализует два варианта алгоритма АЧР/ЧАПВ:

- команды «АЧР» и «ЧАПВ» подаются импульсными сигналами на два различных дискретных входа - вариант «А»;
- сигнал «АЧР» подается на соответствующий дискретный вход и удерживается в течение всего времени действия АЧР, окончание сигнала «АЧР» является командой «ЧАПВ» - вариант «Б».

Вариант «А» или «Б» алгоритма АЧР/ЧАПВ задается при заказе БМРЗ или выбирается программным ключом.

Команда на отключение выключателя может быть задержана по отношению к сигналу «АЧР» на время, равное уставке $T_{\text{АЧР}}$.

В том случае, когда интервал между включением выключателя (по команде оператора или автоматикой) и командой «АЧР» составляет менее 12 с, действие ЧАПВ блокируется (подготовка ЧАПВ). По команде «ЧАПВ» блокировка включения выключателя снимается, однако команда на включение выключателя не выдается.

БМРЗ обеспечивает блокировку включения выключателя по автоматике на время от получения команды «АЧР» до команды «ЧАПВ». Включение выключателя до получения команды «ЧАПВ» возможно только кнопкой ВКЛ, расположенной на лицевой панели БМРЗ, в режиме «местного» управления или по дискретному сигналу «Вкл» в режиме «дистанционного» управления. При этом включение выключателя по сигналу «ЧАПВ» блокируется.[6]

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А3А	Козлова Анна Владимировна

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску. Оклады: Инженер – 17000 руб; Руководитель – 26300 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30 % премии 20 % надбавки 16% накладные расходы 13% районный коэффициент
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	27,1% - коэффициент отчисления на социальные нужды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений, SWOT – анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки : -определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; -заработная плата (основная и дополнительная); - страховые отчисления; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT-анализа 3. График Ганта 4. Бюджет НИ

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
5А3А	Козлова Анна Владимировна

3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1 Анализ конкурентных технических решений

На сегодняшний день возможность реализации различных исследований зависит как от технических возможностей, так и от экономических, а именно от коммерческого потенциала, привлекательности для целевой аудитории и т.д.

Целью данного раздела является оценка проводимого научного исследования с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Чтобы достичь поставленной цели необходимо решить следующие задачи: оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научных исследований, произвести планирование научно-исследовательских работ, определить бюджет научного проекта.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

На данном этапе будут оцениваться реле трех типов:

- Микропроцессорное;
- Аналоговое;
- Электромеханическое.

В связи с этим необходимо провести экспертную оценку и убедиться в том, что микропроцессорное устройство является лидером перед ранее действующими релейными защитами.

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Данный анализ произведём с помощью оценочной карты (таблица 4).

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{мпр}$	$B_{ан}$	$B_{э/м}$	$K_{мпр}$	$K_{ан}$	$K_{э/м}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобность внедрения в энергосистему	0,06	5	4	1	0,3	0,24	0,06
2. Удобство в эксплуатации	0,01	4	3	3	0,04	0,03	0,03
3. Безопасность	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2
4. Надежность	0,2	5	3	2	1	0,6	0,4
5. Возможность ремонта собственноручно	0,04	1	2	5	0,04	0,08	0,2
6. Потребность в ресурсах памяти	0,01	5	2	1	0,05	0,02	0,01
7. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,02	5	4	1	0,1	0,08	0,02
8. Простота эксплуатации	0,1	2	3	4	0,2	0,3	0,4
9. Качество интерфейса	0,02	5	2	2	0,1	0,04	0,04
10. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,1	5	2	1	0,5	0,2	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,04	5	3	1	0,2	0,12	0,04
2. Уровень проникновения на рынок	0,04	5	3	2	0,2	0,12	0,08
3. Цена	0,1	3	3	4	0,3	0,3	0,4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	5	4	3	0,35	0,28	0,21
Итого	1	60	41	32	3,88	2,71	2,19

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Исходя из результатов анализа, микропроцессорное реле получило наивысший балл по сравнению с другими конкурентами ($K=3,88$). Это объясняется тем, что реле данного типа выполнено по современной технологии, что позволяет использовать его совместно с программными устройствами и ПК. Это сказывается на эффективности и удобности при эксплуатации. Если

рассматривать общую картину анализа, то исследуемый тип реле превосходит конкурентов по всем параметрам сравнения, за исключением возможности ремонта своими силами. Микропроцессорное реле представляет из себя блок, состоящий из микросхем и вычислительных устройств, что затрудняет ремонт при поломке в отличие от электромеханического реле.

3.2 SWOT-анализ

SWOT – анализ – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта, и позволяет определить:

- Сильные стороны и преимущества микропроцессорного реле, его конкурентоспособная сторона;
- Слабые стороны микропроцессорного реле в конкурентной борьбе с другими типами реле;
- Возможности для развития и улучшения конкурентной позиции;
- Угрозы, наносящие ущерб проекту и наиболее эффективные действия для защиты от них.

Результаты SWOT-анализа представлены ниже.

Таблица 5 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Удобное внедрение в энергосистему. С2. Экологичность технологии. С3. Большой срок эксплуатации. С4. Высокая безопасность и надежность данной системы по сравнению с другими. С5. Высокое качество продукции. С6. Использование современных тенденций С7. Простота в использовании</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Высокая стоимость Сл2. Необходимость в высококвалифицированном персонале Сл3. Малая ремонтпригодность</p>
<p>Возможности: В1. Развитие данной отрасли в России В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Возможность подключения в сеть ЭВМ. В4. Финансовая поддержка государства для развития</p>	<p>Вовлечение в производство микропроцессорного реле позволяет продлить срок эксплуатации, повысить надежность защиты защищаемого объекта и способствует привлечению поддержки в развитии технологии со стороны государства.</p>	<p>Введение нового технологически развитого оборудования, то есть микропроцессорного реле может повлечь за собой необходимость переквалификации персонала и повышение их компетенции</p>
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства из-за ухудшения экономической ситуации в стране У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Отсутствие стимула для переоборудования защищаемых объектов.</p>	<p>В ближайшем будущем на энергообъектах будут установлены микропроцессорные реле за счет большего количества преимуществ по сравнению с остальными, при благоприятной экономической ситуации в стране</p>	<p>Наиболее значимым минусом является поиск источников финансирования для поддержания конкурентоспособности и дальнейшего развития производства</p>

Анализируя полученную интерактивную матрицу проекта, видим, что интегрирование микропроцессорных реле в энергосистему имеет больше преимуществ, чем недостатков, и способно, конкурируя с другими типами реле, занять лидирующее место на рынке.

3.3 Планирование и формирование бюджета научных исследований

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Результат представлен в таблице 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
	2	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Выбор направления исследований	3	Подбор и изучение материала по теме	Инженер
	4	Описание объекта	Инженер
	5	Разработка структурной (принципиальной) схемы защищаемого объекта	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Выбор типа исполнения защиты	Инженер
	7	Выбор устройств РЗиА	Инженер
	8	Расчет параметров РЗиА	Инженер
	9	Планирование аварийных режимов	Инженер
	10	Технико-экономические расчеты	Инженер
	11	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Инженер
Обобщение и оценка результатов	12	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
Разработка технической документации	13	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

3.3.2 Определение трудоемкости работ и разработка графика проведения научного исследования

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5},$$

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

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях $T_{рi}$:

$$T_{рi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

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

$$T_{ки} = T_{рi} \cdot k_{кал},$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

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

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

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

Все рассчитанные значения сводим в таблицу 4.

Пример расчета (составление и утверждение технического задания):

$$t_{\text{оэс}} = \frac{3 \cdot t_{\text{мин}} + 2 \cdot t_{\text{макс}}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \approx 2 \text{ чел} - \text{дней};$$

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22;$$

$$T_{\text{к}} = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 2 \cdot 1,22 = 2,54 \approx 3 \text{ дня}.$$

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} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни					
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
Составление и утверждение технического задания	1		2		2		2		3	
Календарное планирование работ по теме	3		5		4		4		5	
Подбор и изучение материалов по теме		5		8		7		7		9
Описание объекта		3		4		4		4		5
Разработка структурной (принципиальной) схемы защищаемого объекта		4		9		6		6		8
Выбор типа исполнения защиты		5		8		7		7		9
Выбор устройств РЗА		4		8		6		6		8
Расчет параметров РЗА		2		4		8		8		10
Планирование аварийных режимов		3		6		5		5		6
Технико-экономические расчеты		3		7		5		5		6
Вопросы безопасности и экологичности проекта		3		7		5		5		6
Оценка эффективности полученных результатов	2		3		3		3		5	
Составление пояснительной записки		1		3		2		2		5

На основании таблицы строим календарный план-график.



- Руководитель
 - Инженер

Рисунок 6 – График Ганта

Таким образом, в данном разделе был спланирован поэтапный график выполнения ВКР, для которого были определены сроки выполнения каждой стадии работ. Построена диаграмма Ганта, которая наглядно показывает следование выполнения этапов дипломного проектирования, исходя из отведенных сроков. Исходя из диаграммы, видно, что на разработку данной ВКР потребовалось 3,5 месяца.

3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ производится расчет:

- материальных затрат НТИ;
- затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основной заработной платы исполнителей темы;
- дополнительной заработной платы исполнителей темы;
- отчислений во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладных расходов.

3.4.1 Расчет материальных затрат

Статья включают все затраты, связанные с приобретением материалов, необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Таблица 8 – Расчет материальных затрат

Наименование	Цена за единицу, руб.	Кол-во	Общая стоимость, руб.
Ручка	20	2шт	40
Бумага	240	1 упаковка	240
Скоросшиватель	35	1	35
Мультифоры	125	1 упаковка	125
Итого			340

3.4.2 Затраты на амортизацию

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

Таблица 9 – Затраты на оборудование

Наименование оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Кол-во единиц оборудования	Общая стоимость оборудования, руб.
ПК	40000	1	40000
Итого			40000

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

$$A_{\text{ком}} = \frac{\text{стоимость} \cdot N_{\text{дней.использования}}}{\text{срок.службы} \cdot 365} = \frac{40000 \cdot 72}{3 \cdot 365} = 2630$$

3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (8)$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (9)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{51285 \cdot 10,4}{237} = 2250,5 \text{ руб} - \text{ для руководителя,}$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{33150 \cdot 10,4}{237} = 1454,7 \text{ руб} - \text{ для инженера}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

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

Таблица 10 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	14	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	237	237

Месячная заработная плата работника:

$$Z_m = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб} - \text{ для руководителя}$$

$$Z_m = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб} - \text{ для инженера}$$

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

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

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_{TC});

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

Таблица 11 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_{TC} , руб.	k_{np}	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2250,5	9	20254,5
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1454,7	55	80008,5
Итого								100263

3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 20254,5 = 2430,54 \text{ руб - руководитель}$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 80008,5 = 9601,02 \text{ руб - инженер}$$

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

3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,271 \cdot (20254,5 + 2430,54) = 6147,65 \text{ руб - руководитель}$$

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,271 \cdot (80008,5 + 9601,02) = 24284,18 \text{ руб - инженер}$$

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

По данным на 2017 год составляет 27,1%

Таблица 12 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	20254,5	2430,54
Инженер	80008,5	9601,02
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого		
Руководитель	6147,65	
Инженер	24284,18	

3.4.6 Накладные расходы

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

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}} + Z_{\text{мат}} + A) \cdot 0,16 = \\ &= (100263 + 12031,56 + 30431,83 + 340 + 2630) \cdot 0,16 = 23311,23 \end{aligned}$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.[7]

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице.

Таблица 13 – Расчет бюджета затрат НТИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб.	%
1	Амортизация	2630	1,6
2	Материальные затраты НТИ	340	0,2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	100263	59,3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12031,56	7,1
5	Отчисления во внебюджетные фонды	30431,83	18,0
6	Накладные расходы	23311,23	13,8
Бюджет затрат НТИ		169008	100

Наибольшей статьёй расходов оказалась заработная плата (основная и дополнительная). Итоговая сумма необходимая на выполнение проекта составила 169008 рублей.

В данной части ВКР был произведён анализ конкурентоспособности микропроцессорного реле, оценены сильные и слабые стороны проекта, угрозы и возможности с помощью SWOT-анализа.

Следующим этапом являлся расчёт количества дней, который был потрачен на выполнения ВКР. По результатам расчёта была построена диаграмма Ганта, показывающая, что время выполнения ВКР составило 3,5 месяца.

Заключаящим этапом являлся расчет бюджета проекта, который составил 169008 руб. При этом основная часть затрат приходится на выплату заработной платы участникам проекта.

В заключение, можно сделать вывод о том, что выбор микропроцессорного реле положительно скажется на работе энергообъекта. Увеличится надежность, функциональные возможности защиты, сроки эксплуатации. Введение данного технологически развитого оборудования позволит усовершенствовать производственные процессы.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А3А	Козлова Анна Владимировна

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)	Рабочее место представляет собой учебное помещение, работа в которой производится на ЭВМ.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008г. №123 Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013г. №426

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность Анализ выявленных вредных и опасных факторов.	Вредные факторы: шум от рабочего оборудования, электромагнитное излучение от дисплея ПЭВМ, микроклимат в помещении, освещение в помещении. Опасные факторы: поражение электрическим током, пожарная опасность.
2. Экологическая безопасность	Выделение углекислого газа, выделение токсичных веществ при утилизации
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Наиболее вероятной ЧС, которая может возникнуть – короткое замыкание проводки или пожар.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Организация рабочего места при работе с ЭВМ, социальное страхование работников.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Дашковский Анатолий Григорьевич	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3А	Козлова Анна Владимировна		

4 Социальная ответственность

Характер труда, организация рабочего места и наличие опасных и вредных факторов в среде обитания человека определяют безопасность его жизнедеятельности. Соответственно, важным фактором работы организации является ее социальная ответственность – ответственность за воздействие ее деятельности и принимаемых решений на общество и окружающую среду.

В данном разделе будут рассмотрены вредные и опасные производственные факторы, действующие на инженера-проектировщика в учебном помещении, в котором производится проектирование релейной защиты и автоматики подстанции на ЭВМ, а также будет рассмотрена безопасность в чрезвычайных ситуациях и экологическая безопасность.

Рассматриваемое рабочее место инженера-проектировщика находится в учебном помещении. Вся работа по проектированию производится на персональном компьютере.

В процессе разработки инженер-проектировщик подвергается воздействию ряда различных факторов среды, которые влияют на его здоровье. Совокупность всех факторов, влияющих на здоровье человека, называется условиями труда.

Условия труда характеризуются вредными и опасными факторами. Данные факторы могут рано или поздно привести к потере здоровья или к несчастному случаю. Главной целью улучшения условий труда является обеспечение безопасности труда, сохранение жизни и здоровья работающих, сокращение количества несчастных случаев и заболеваний.

4.1 Производственная безопасность

В процессе разработки инженер-проектировщик подвергается воздействию ряда различных факторов среды, которые влияют на его здоровье.

Совокупность всех факторов, влияющих на здоровье человека, называется условиями труда.

Условия труда характеризуются вредными и опасными факторами. Данные факторы могут рано или поздно привести к потере здоровья или к несчастному случаю. Главной целью улучшения условий труда является обеспечение безопасности труда, сохранение жизни и здоровья работающих, сокращение количества несчастных случаев и заболеваний на производстве.

К вредным производственным факторам относятся факторы, воздействие которых на человека приводят к профессиональным заболеваниям. К опасным производственным факторам относятся факторы, воздействие которых на человека приводят к травме.

4.1.1 Анализ вредных и опасных факторов

Вредные производственные факторы, которые воздействуют на инженера-проектировщика могут привести к его заболеванию, а именно:

- акустический шум;
- электромагнитное поле;
- микроклимат;
- освещение.

Опасные производственные факторы, которым подвержен инженер-проектировщик и которые могут привести к его травме, а именно:

- поражение электрическим током;
- пожар.

4.1.2 Акустический шум

Шум – это совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты (шелест, дребезжание, скрип, визг и т.п.), способных оказывать неблагоприятное воздействие на организм.

Продолжительное действие шума негативно влияет на органы слуха, ЦНС, способствует ослаблению внимания, повышает кровеносное давление, приводит к учащению дыхания и пульса, снижает производительность труда.

Он создается работающим оборудованием, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает извне. Особенно неблагоприятно шум действует на орган слуха. 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. Последствия шума – головная боль, быстрая утомляемость, бессонница или сонливость, ослабление памяти, снижение реакции и т.д.

Основным источником шума в комнате являются вентиляторы охлаждения ЭВМ. Уровень шума колеблется от 20 до 30 дБА. Согласно [8], при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50 дБА. Следовательно, можно считать, что рабочее место соответствует указанным нормам [9].

Для снижения шума, на рабочем месте от внутренних и внешних источников, применяют следующие методы:

- уменьшение шума в источнике;
- рациональное планирование помещения;
- уменьшение распространяемости шума посредством звукоизоляции и звукопоглощения.

Наиболее рациональной мерой является уменьшение шума в источнике. Это связано с наибольшими затратами, так как требует конструкторской переработки узла или механизма. Однако можно порекомендовать такое мероприятие, как использование наименее шумного оборудования. В частности, установку вентиляторов меньшей мощности, удовлетворяющих условиям работы оборудования.

4.1.3 Электромагнитное поле

Электромагнитное излучение – распространяющееся в пространстве возмущение электромагнитного поля. Длительное воздействие электромагнитных полей может привести к головной боли, ухудшениям памяти, расстройству сна, депрессии.

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот.

Согласно [8], напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25 В/м в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц, 2,5 В/м в диапазоне от 2 до 400 кГц [10].

Полный перечень значений допустимых параметров ионизирующих электромагнитных излучений приведено в таблице 14 [11].

Таблица 14 – Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 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 [8]. В ходе работы использовалась ПЭВМ со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5 В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В [11].

Согласно [8], 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.

При эксплуатации защитный фильтр должен быть плотно установлен на экране дисплея и надежно заземлен. Заземление подключается к общему контуру заземления. Сопротивление контура заземления не должно превышать 4 Ом. Также экран дисплея и фильтр необходимо ежедневно очищать от пыли.

При превышении предельно-допустимого уровня напряженности статического электрического поля, от видеотерминалов необходимо применять средства защиты, в первую очередь коллективного воздействия. Для устранения воздействия на работающих электростатического разряда целесообразно применять нейтрализаторы, заземляющие оборудование и увлажнители. В качестве материалов внутренней отделки помещений, рекомендуется применять антистатические средства и материалы, разрешенные органами и учреждениями Госсанэпиднадзора. Также следует проводить ежедневную влажную уборку помещений, а работникам следует воздержаться от использования одежды из синтетических материалов. Средства защиты от излучений компьютерной техники представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Средства защиты от излучений оптического диапазона и электромагнитных полей ПЭВМ

№	Средство профилактики неблагоприятного влияния ПЭВМ	Оказываемое профилактическое действие
1	Приэкранные защитные фильтры для видеомониторов	Снижают уровень напряженности электрического и электростатического поля, повышают контрастность изображения, уменьшают блики
2	Нейтрализаторы электрических полей промышленной частоты	Снижают уровень электрического поля промышленной частоты (50 Гц)
3	Очки защитные со спектральными фильтрами ЛС и НСФ, разрешенные Минздравом России для работы с ПЭВМ	Профилактика компьютерного зрительного синдрома, улучшение визуальных показателей видеомониторов, повышение работоспособности, снижение зрительного утомления

4.1.4 Микроклимат

Оптимальные микроклиматические условия – сочетание параметров климата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционирования и теплового состояния без напряжения реакций терморегуляции. Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Согласно [12, 13], все виды работ при различной степени их интенсивности разделяют на три категории: легкие, средней тяжести и тяжелые. Работа на ПК в офисном помещении относится к классу легких работ с энергозатратами 150 ккал/час, т.е. к классу работ Ib. Для данного типа работ допустимые величины микроклиматы должны обеспечиваться при следующих условиях [13]:

- перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3° С;
- перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать 4° С.

Согласно [12], оптимальные параметры микроклимата должны соответствовать данным таблицы 16.

Таблица 16 - Оптимальные параметры микроклимата на рабочем месте

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

В таблице 17 приведены допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах.

Таблица 17 - Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		ниже оптимальных величин	выше оптимальных величин			ниже оптимальных величин, не более	выше оптимальных величин, не более **
Холодный	Iб (140 - 174)	19,0 – 0,9	23,1 – 24,0		15 – 75	0,1	0,2
Теплый	Iб (140 - 174)	20,0 – 1,9	24,1 – 28,0		15 – 75 *	0,1	0,3

* При температурах воздуха 25 °С и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии со специальными требованиями.

** При температурах воздуха 26 – 28 °С скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии со специальными требованиями

Одним из факторов влияющим на микроклимат при работе с ПЭВМ являются источники тепла, к ним относятся установленное в помещении оборудование и приборы освещения, а также солнечная радиация. Причем наибольшие суммарные тепловыделения дают ЭВМ в среднем до 80 %. Доля

приборов освещения в свою очередь составляют в среднем 12%, от солнечной радиации - 6%, а доля обслуживающего персонала и величина притока теплоты через непрозрачные ограждающие конструкции составляют лишь по 1%.

Для поддержания соответствующих микроклиматических параметров на рабочем месте используются системы вентиляции и отопления.

Для обеспечения достаточного, постоянного и равномерного нагревания воздуха в помещении в холодный период года, а также пожаробезопасности используется система отопления. При расчетах системы отопления её проверяют на возможность возмещения потерь теплоты через ограждающие конструкции здания и на нагрев проникающего в помещение холодного воздуха.

В помещении используется водяная система отопления. Достоинством данной системы отопления является то, что она гигиенична, надежна в эксплуатации, и обеспечивает возможность регулирования температуры в широких пределах.

Для обеспечения норм микроклиматических параметров и очистки воздуха в помещении офиса применяют систему естественной вентиляции, но для обеспечения наиболее комфортных условий работы в весенне-летнее время года этого недостаточно. Поэтому предлагается установка вентиляторов или системы кондиционирования.

Система кондиционирования воздуха предназначена для поддержания постоянной влажности и температуры, а также очистки воздуха от загрязнений и вредных веществ.

Вредным веществом, содержащимся в воздухе, является углекислый газ (CO_2). Предельная норма содержания CO_2 в воздухе, согласно [13] составляют 20 мг/м^3 . Проблему уменьшения содержания CO_2 в воздухе также можно решить с помощью системы кондиционирования.

4.1.5 Освещение

Рабочее освещение предусматривается для всех помещений производственных зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы. Освещение должно обеспечивать выполнение работы без напряжения зрения. Применяют два вида освещения: естественное и искусственное.

В качестве источников искусственного света используется люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ: по спектральному составу они близки к дневному, естественному свету; обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД у ламп накаливания); обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания); у них более длительный срок службы.

Согласно [10, 14], освещенность рабочего стола должна быть не менее 300÷500 лк, что может достигаться установкой местного освещения (светильников). Местное освещение не должно создавать бликов на экране. Расположение светильников должно выбираться таким образом, чтобы яркость бликов на экране не превышала 40 кд/м². Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

В качестве светильников при работе с ПК следует использовать светильники типа ЛПО36, также возможно использование светильников прямого света, отраженного света типа ЛПО13, ЛПО5, ЛСО4, ЛПО34, ЛПО31 с люминесцентными лампами типа ЛБ. В качестве светильников для местного освещения возможно использование ламп накаливания. Светильники в помещении необходимо располагать в сплошные или прерывистые линии сбоку от рабочего места параллельно с линией зрения работника. При расположении по периметру помещения — линия светильников должна располагаться над рабочим местом. Защитный угол всех светильников не должен быть менее 40°.

Естественное освещение характеризуется изменяющейся освещенностью на рабочих местах в зависимости от времени суток, года,

метеорологических условий. Поэтому в качестве критерия оценки естественного освещения принята относительная величина - коэффициент естественной освещенности КЕО. КЕО - отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке внутри помещения светом неба, к одновременному значению наружной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода.

Проектирование естественного освещения осуществляется в соответствии с действующими строительными нормами и правилами СНиП. Согласно [12], КЕО должен быть обеспечен не меньше 1,2% в зонах с устойчивым снежным покровом и не меньше 1,5% на остальной территории.

Для обеспечения искусственного освещения в помещении с ПК должна быть установлена система общего равномерного освещения.

4.1.6 Электрический ток

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности [15].

Электрический ток имеет существенные особенности, отличающие его от других опасных и вредных производственных факторов.

Первая особенность электрического тока в том, что он не может быть дистанционно ощущаться человеком ввиду того, что человек не обладает соответствующими органами чувств. Поэтому защитная реакция организма проявляется только после воздействия электрического тока.

Вторая особенность электрического тока состоит в том, что он, протекая через тело человека, оказывает свое действие не только в местах контактов и на пути протекания через организм, но и вызывает рефлекторное воздействие, нарушая нормальную деятельность отдельных органов и систем организма человека (нервной, сердечно-сосудистой, дыхания и др.).

Третьей особенностью электрического тока является риск получения электротравмы без непосредственного контакта с токоведущими частями – при перемещении по земле (полу) вблизи поврежденной электроустановки (в случае замыкания на землю), через электрическую дугу.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического, электролитического, биологического и механического воздействий, что приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее его поражение.

Термическое воздействие заключается в нагреве до высоких температур внутренних тканей человека, вызывающее серьезные функциональные расстройства, ожоги участков тела.

Электролитическое действие тока проявляется в разложении крови и других жидкостей в организме, вызывает значительные нарушения их физико-химического состава, а также ткани в целом.

Механическое действие тока проявляется в разрывах кожи, кровеносных сосудов, нервной ткани, а также вывихах суставов и даже переломах костей вследствие резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека.

Биологическое действие заключается в возбуждении и раздражении тканей в организме, нарушении биоэлектрических процессов, присущих организму. Оно является наиболее сложным и свойственно только живым организмам.

Любое из указанных воздействий может привести к электрической травме, т.е. к повреждению организма, вызванному воздействием электрического тока или электрической дуги. Электрические травмы условно можно разделить на два вида: местные электротравмы и электрические удары.

Местные электротравмы – это четко выраженные местные нарушения целостности тканей организма. Обычно это поверхностные повреждения, т.е. поражения кожи, а иногда других мягких тканей, а также связок и костей.

Электрический удар является очень серьезным поражением организма человека, вызванным возбуждением живых тканей тела электрическим током, сопровождающимся судорожным сокращением мышц. При электрических ударах исход воздействия тока на организм может быть различным – от легкого, едва ощутимого сокращения мышц пальцев руки до прекращения работы сердца или легких, т.е. до смертельного поражения.

По опасности поражения электрическим током помещение относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединение с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования [16].

В качестве дополнительной защиты электроприборов в комнате установлен сетевой фильтр, который предназначен для подавления высокочастотных помех, негативно сказывающихся на работе электрооборудования.

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 [15]:

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

4.2 Экологическая безопасность

В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды.

К таким веществам относятся:

- свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);
- ртуть (поражает мозг и нервную систему);
- никель и цинк (могут вызывать дерматит);
- щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу);

Поэтому компьютер требует специальных комплексных методов утилизации. В этот комплекс мероприятий входят:

- отделение металлических частей от неметаллических;
- металлические части переплавляются для последующего производства;
- неметаллические части компьютера подвергаются специально переработке.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Под источником чрезвычайной ситуации понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация [15].

В помещении, где находится рабочее место инженера-проектировщика, имеется электропроводка напряжением 220 вольт, предназначенная для питания вычислительной техники и освещения. При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической цепи может произойти возгорание, которое грозит уничтожением техники, документов и другого имеющегося оборудования.

Причинами пожара могут служить короткое замыкание при работе ЭВМ, вследствие перегрузки элементов электронных схем и токоведущих частей, или проводки освещения. Дополнительная пожарная опасность возникает при профилактических и ремонтных работах электронной техники, использованием различных смазочных веществ и легковоспламеняющихся жидкостей, необходимых для пайки и чистки. Все это требует принятия мер обеспечения пожарной безопасности.

Для сохранности ценного электрооборудования помещение должно быть оборудовано 1 или 2 класса огнестойкости, т.е. должно быть выполнено из негорючих материалов [17].

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации;

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- содержание в исправном состоянии изоляции токоведущих проводников.

К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных требований при устройстве электропроводок, оборудования, систем оповещения, вентиляции и освещения. В коридоре имеется порошковый

огнетушитель типа ОП-5, рубильник, на двери приведен план эвакуации в случае пожара, и, на достигаемом расстоянии, находится пожарный щит.

Помещение компьютерного класса по взрывопожарной безопасности, в соответствии с [17], относится к категории В.

Для профилактики пожаробезопасности должны быть произведены следующие мероприятия:

- хранение информации производить в обособленных помещениях, оборудованных несгораемыми шкафами и стеллажами;
- в помещениях, смежных с залами для ПЭВМ, не желательно размещение производств категории "А" и "В";
- система вентиляции должна быть оборудована устройством, обеспечивающим автоматическое отключение при пожаре;
- подачу воздуха к ПЭВМ, для охлаждения, необходимо предусматривать по самостоятельному воздухопроводу;
- система электропитания ПЭВМ должна иметь блокировку, обеспечивающую отключение в случае охлаждения;
- работы по ремонту узлов ПЭВМ должны производиться в отдельных помещениях;
- необходимо производить очистку от пыли всех аппаратов и узлов ПЭВМ (желательно раз в месяц);

Для предотвращения распространения огня во время пожара с одной части здания на другую, устраивают противопожарные преграды в виде стен, перегородок, дверей, окон.

В коридорах, на лестничных площадках и у входов, должны быть установлены пожарные краны. В помещении должны быть первичные средства огнетушения: ящик с сухим песком, огнетушители.

В соответствии с нормами СНиП 2.01.02-85 для ликвидации пожаров в начальной стадии применяются первичные средства пожаротушения: пожарные краны; химические пенные, углекислотные и порошковые огнетушители.

При возгорании или возникновении пожара следует немедленно начать эвакуацию людей, отключить подачу воздуха по системе вентиляции, обесточить помещение и вызвать пожарную охрану. При эвакуации, следует не создавать паники и двигаться в соответствии с планом эвакуации.

Наиболее дешевым и простым средством пожаротушения является вода, поступающая из обычного водопровода. Для осуществления эффективного тушения огня используют пожарные рукава и стволы, находящиеся в специальных шкафах, расположенных в коридоре. В пунктах первичных средств огнетушения должны располагаться ящик с песком, пожарные ведра и топор.

Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться огнетушители углекислотные типа ОУ-2, или порошковые типа ОП-5. Кроме устранения самого очага пожара нужно, своевременно, организовать эвакуацию людей.

При угрозе возникновения пожара следовать следующим инструкциям:

1. В случае обнаружения возгорания необходимо сообщить руководителю и попытаться потушить очаг возгорания своими силами с помощью средств первичного пожаротушения;
2. Если потушить очаг возгорания не удастся, привести в действие ручной пожарный извещатель;
3. Немедленно сообщить о чрезвычайной ситуации в пожарную охрану по телефону 01 (сотовый 010), назвать адрес объекта, место и причины возникновения пожара;
4. Принять меры по эвакуации людей, материальных ценностей;
5. Приступить к тушению пожара, отключив электроэнергию;
6. Встретить подразделения пожарной охраны и, при необходимости, оказать помощь при выборе наилучшего пути для подхода к очагу возгорания.

План эвакуации представлен на рисунке 1.

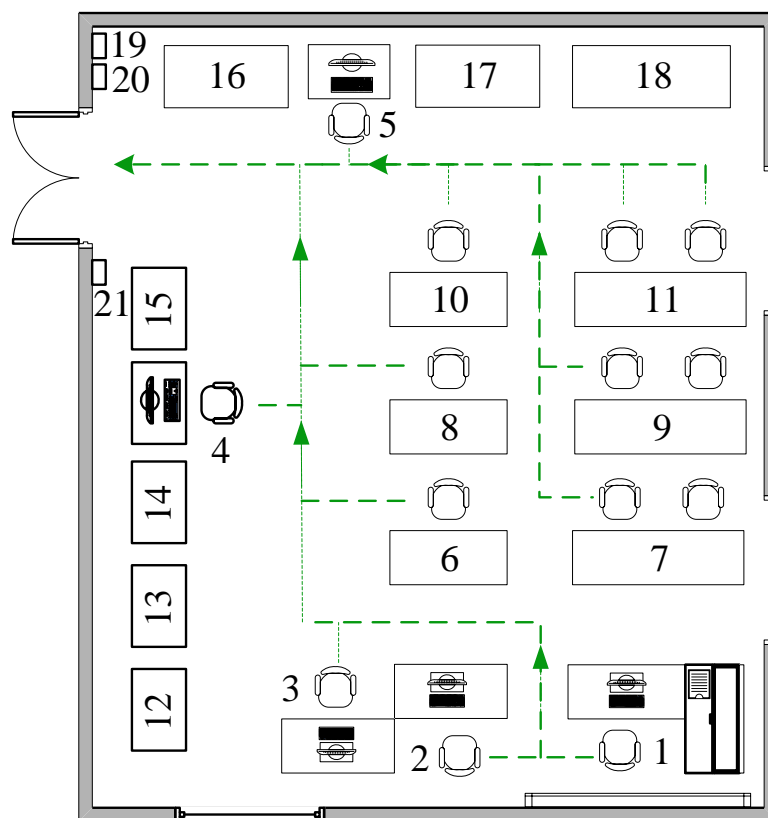


Рисунок 7 – План эвакуации из аудитории №243 в случае возникновения чрезвычайной ситуации: 1– рабочее место инженера разработчика; 2, 3, 4, 5 – рабочие места вспомогательного персонала; 6, 7, 8, 9, 10, 11 – учебные столы; 7, 8, 9, 10, 11 – столы программистов; 12,13,14,15 – шкафы ВМК РВ; 16 – шкаф RTDS, 17, 18 – учебные шкафы защит; 19 – общее питание аудитории; 20 – пожарный извещатель; 21 – огнетушитель.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Законодательством РФ регулируются отношения между организацией и работниками, касающиеся оплаты труда, трудового распорядка, социальных отношений, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и др.

Согласно [19] каждый работник имеет право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены; на возмещение ущерба, причиненного повреждением здоровья в связи с работой; на отдых, обеспечиваемый установлением предельной продолжительности рабочего

времени, сокращенным рабочим днем для ряда профессий и работ, предоставлением еженедельных выходных дней, праздничных дней, а также оплачиваемых ежегодных отпусков.

Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 лет – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы. Для работников, работающих на местах, отнесенных к вредным условиям труда 3 и 4 степени – не более 36 часов.

Организация обязана предоставлять ежегодные отпуска продолжительностью 28 календарных дней. Для работников, занятых на работах с опасными или вредными условиями, предусматривается дополнительный отпуск.

Работнику в течение рабочего дня должен предоставляться перерыв не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Всем работникам предоставляются выходные дни, работа в выходные дни производится только с письменного согласия работника.

Администрация предприятия обязана обеспечивать нормальные условия работы для выполнения работниками норм выработки, т.е. содержать в исправном состоянии машины, станки и приспособления, создать необходимое освещение, отопление, вентиляцию, устранять вредные последствия шума, излучений, вибрации и других факторов, отрицательно влияющих на здоровье работников.

Согласно [18], при размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора) должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м.

Рабочие места с ПЭВМ в помещениях, где присутствуют источники вредных производственных факторов, должны размещаться в изолированных кабинках с организованным воздухообменом.

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 – 2,0 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 – 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку.

На рабочем месте должны быть обеспечены нормы микроклимата, а размер самого помещения при работе с должен быть не менее 6 м².

Каждый работник имеет право на охрану труда, в том числе [20]:

- на рабочее место, защищенное от воздействия вредных или опасных производственных факторов;

- на возмещение вреда, причиненного ему увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанным с исполнением им трудовых обязанностей;
- на получение достоверной информации от работодателя или государственных и общественных органов о состоянии условий и охраны труда на рабочем месте работника, о существующем риске повреждения здоровья, а также о принятых мерах по его защите от воздействия вредных или опасных производственных факторов;
- на отказ без каких-либо необоснованных последствий для него от выполнения работ в случае возникновения непосредственной опасности для его жизни и здоровья до устранения этой опасности;
- на обеспечение средствами коллективной и индивидуальной защиты в соответствии с требованиями законодательных и иных нормативных актов об охране труда за счет средств работодателя;
- на обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- на обращение с жалобой в соответствующие органы государственной власти, а также в профессиональные союзы и иные уполномоченные работниками представительные органы в связи с неудовлетворительными условиями и охраной труда;
- на участие в проверке и рассмотрении вопросов, связанных с улучшением условий и охраны труда.

Обеспечение прав работника – это первейшая обязанность работодателя и за исполнение ее он должен нести ответственность [20].

Заключение

При выполнении данной курсовой работы был произведен выбор и расчет устройств релейной защиты электроэнергетической системы. Выбор состава и аппаратной реализации защиты осуществлялся с учетом современных тенденций развития релейной защиты.

Была рассчитана релейная защита двухобмоточного и трехобмоточного трансформаторов. Дана краткая характеристика защищаемого объекта, проведен анализ выбора и обоснования устанавливаемых защит, спланированы и рассчитаны типичные для электроэнергетических систем аварийные режимы.

Защита выполнена на основе микропроцессорного терминала серии MiCOM P63x. Использование микропроцессорных защит позволяет нам: значительно снизить трудозатраты на техническое обслуживание; увеличить точность и стабильность в работе; дистанционно контролировать состояние устройств; достичь компактности и многофункциональности. В качестве основной защиты трансформаторов была выбрана трехступенчатая дистанционная защита от междуфазных замыканий. Данные защиты входят в состав устройств P631 и P633.

Рассчитанные уставки и коэффициенты чувствительности всех выбранных для установки защит удовлетворяют нормативным требованиям.

Также был рассмотрен блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ, его назначение и основные функции.

Список использованных источников

1. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1985. – 640 с.
2. Неклепаев Б.Н., крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд, перераб. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608с.: ил.
3. Копьев В.Н. Релейная защита основного электрооборудования электростанций и подстанций. Вопросы проектирования.- Томск: Изд. ТПУ, 1999.- с.92.
4. Копьев В.Н. Релейная защита. Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп.- Томск: изд. ТПУ, 2001.-132 с.
5. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. - <http://wikipedia.org> . - (дата обращения: 14.04.2017).
6. Руководство по эксплуатации БЛОК МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ БМРЗ, 2013. – 93с.
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова Л.Р. Тухватулина З.В.Креницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
8. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. М.: Минздрав России, 2003.
9. ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности. Введ. 2015-15-11. Текст. М.: Изд-во стандартов, 2015. 27 с.
10. ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения.

11. 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.
12. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
13. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М.: Изд-во стандартов, 1989.
14. СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
15. 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.
16. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 февраля 2014 г. – М.: КНОРУС, 2014– 488 с.
17. НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
18. ТОИ Р-45-084-01. Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере. М.: Мин. РФ по связи и информатизации, 2001.
19. "Кодекс законов о труде Российской Федерации" (утв. ВС РСФСР 09.12.1971) (ред. от 10.07.2001, с изм. от 24.01.2002)
20. "Основы законодательства Российской Федерации об охране труда" (утв. ВС РФ 06.08.1993 N 5600-1) (ред. от 18.07.1995)

Приложение

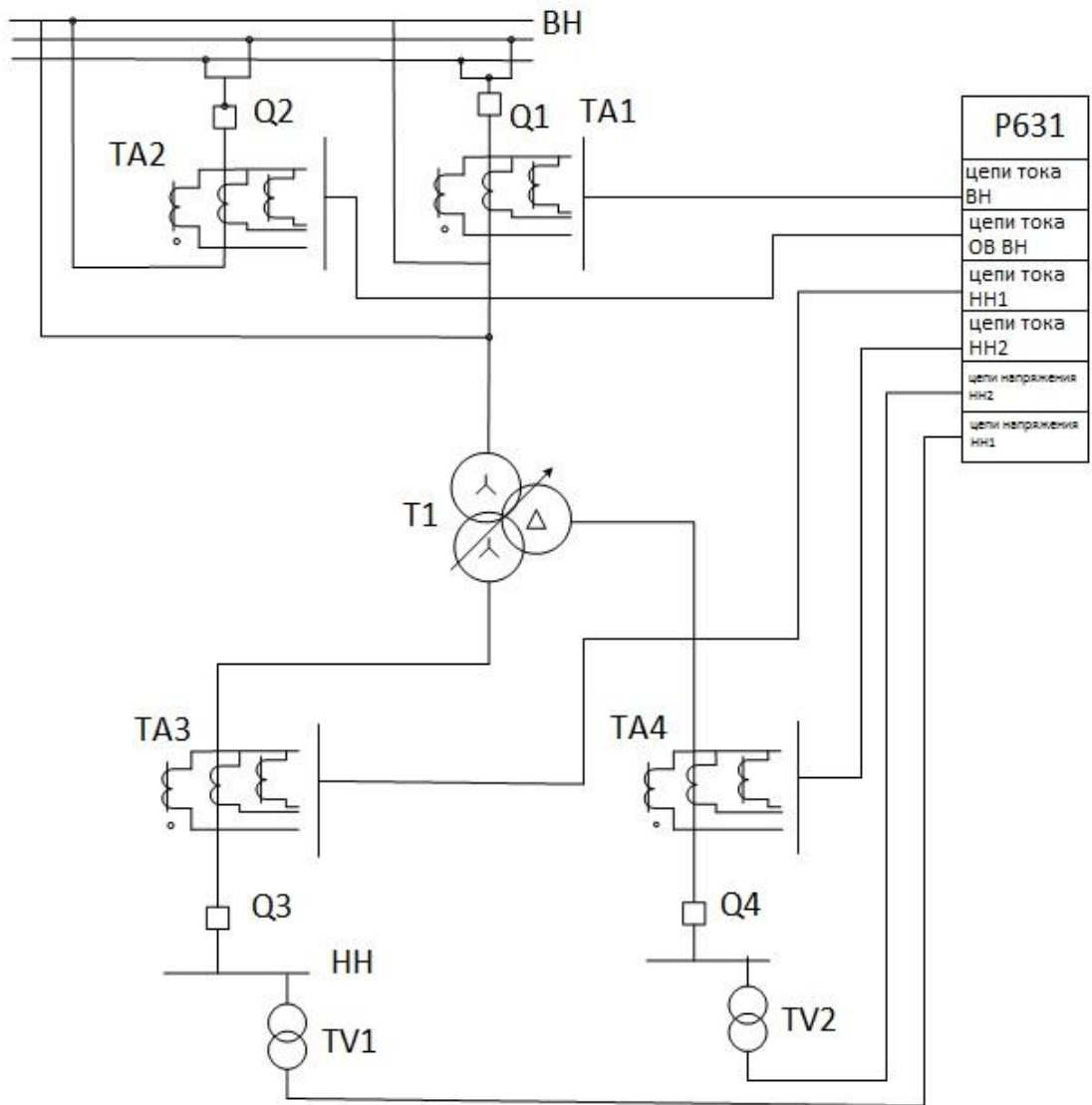


Рисунок 8 – Структурная схема привязки к трехобмоточному трансформатору

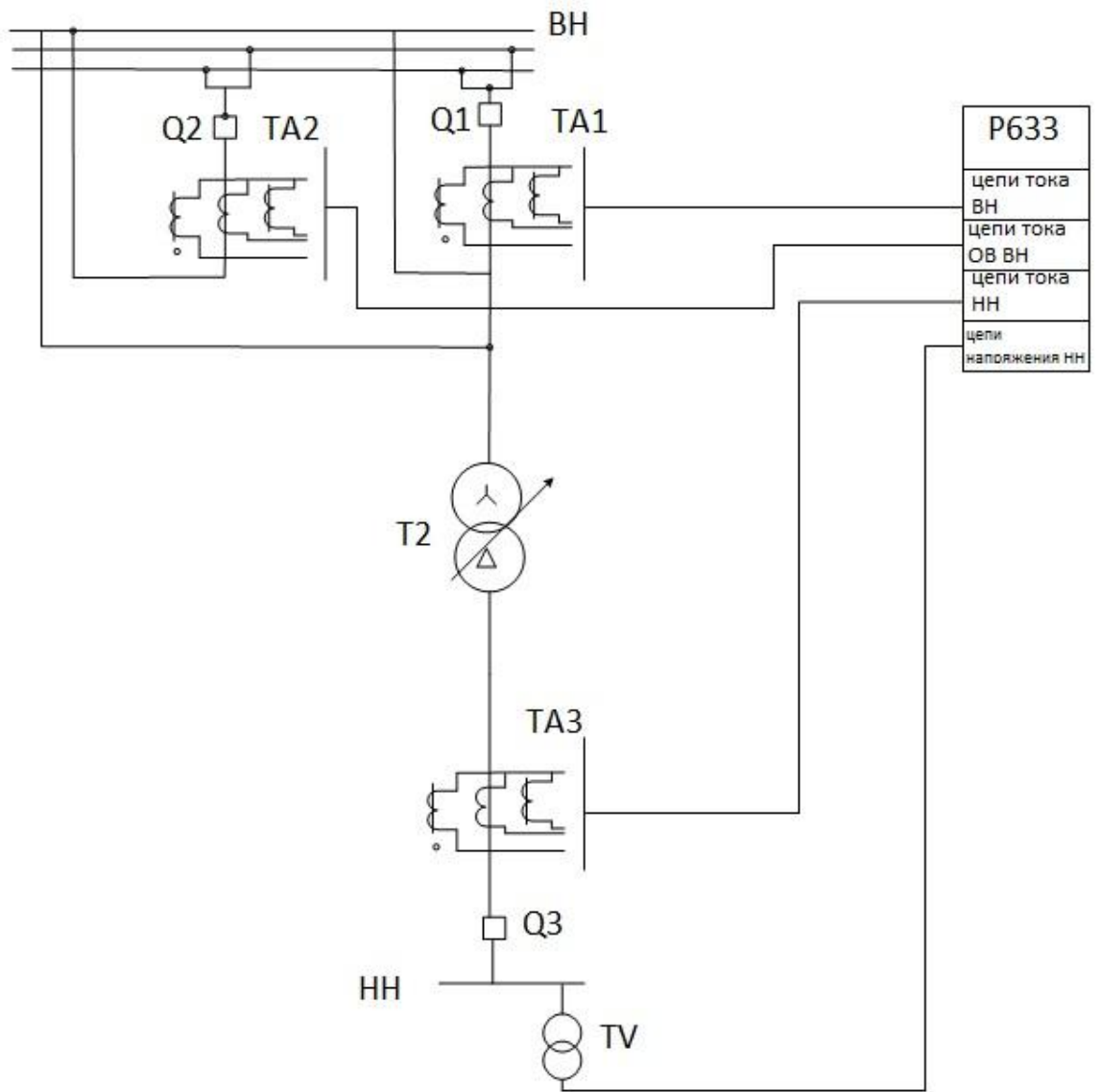


Рисунок 9 – Структурная схема привязки к двухобмоточному трансформатору