Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра открытых горных работ и электромеханики

УТВЕРЖДАЮ
Директор института горного дела и геосистем
_____ Ю.Е. Прошунин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Релейная защита в системах электроснабжения

21.05.04 «Горное дело»
(направленность (профиль): «Электромеханика и информационные системы в горном производстве»)

Квалификация выпускника
Горный инженер(специалист)

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 6 лет 1 месяц

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 9fd7798fc418b476e2d2f985fbfede764a9b7a51
Владелец: Директор ИГДиГ Прошунин Юрий Евгеньевич
Действителен: с 9 апреля 2024 г. по 3 июля 2025 г.
Дата и время: 16-05-2025 08:52:52 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– Является изучение принципа действия , основных технических характеристик, элементов расчета, конструирования, области применения основного силового оборудования, применяемого в горной промышленности.

Задачами учебной дисциплины являются:

– Изучения принципа действия релейной защиты; Научиться грамотно выбирать вид релейной защиты для решения конкретной технической задачи (уметь оценить качество надежность, а также экономическую эффективность от внедрения)ю.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Теоретические основы электротехники;
– Электрические машины;
– Электрический привод.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Энергосиловое оборудование;
– Электрификация горного производства, взрывобезопасные электрические аппараты.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен создавать и эксплуатировать электротехнические системы горных	ПК-1.3 Прогнозирует поведение электрооборудования при чрезвычайных ситуациях	– знать: поведение электрооборудования при чрезвычайных ситуациях. – уметь:

	предприятий, включающие в себя комплектное электрооборудование рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных и горно-строительных работ, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций		прогнозировать поведение электрооборудования при чрезвычайных ситуациях.
	ПК-3: Способен создавать и эксплуатировать системы защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления, а также комплексы обеспечения электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок	ПК-3.1 Понимает физические основы работы и расчета искробезопасных цепей управления	– знать: физические основы работы и расчета искробезопасных цепей управления. – уметь: применять физические основы работы и выполнять расчёт искробезопасных цепей управления.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***2 сессия / 5 курс***	***3 сессия / 5 курс***
Форма промежуточной аттестации				*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***72***	*36*	*36*
	зачетных единиц	***2***	*1*	*1*
Лекции, *академ. час.*		***2***	*2*	*0*

в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*	***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***62***	*34*	*28*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Назначение релейной защиты. Область ее применения. Релейная защита электродвигателей. (Требования к релейной защите и технические средства автоматики. Основные принципы действия релейной защиты. Классификация видов релейной защиты. От многофазных коротких замыканий. От витковых замыканий, От обрыва в цепях возбуждения. От перегрузки. От пониженного напряжения на зажимах. От асинхронного режима синхронных электродвигателей.);

Раздел 2 Релейная защита силовых трансформаторов. (От однофазных и многофазных коротких замыканий в обмотках и на выводах. От витковых замыканий в обмотках. От понижения уровня масла, От повышения тока в обмотках, обусловленного внешним коротким замыканием и перегревом.);

Раздел 3 Релейная защита линий электропередачи и конденсаторных установок. (От однофазных и многофазных коротких замыканий. От сверхтоков перегрузки. От увеличения напряжения.);

Раздел 4 Автоматизация системы электроснабжения и система оперативного тока. (Автоматическое повторное включение. Автоматическое включение резерва. Автоматическая разгрузка по частоте. Автоматическое регулирование мощности. Постоянный оперативный ток. Переменный оперативный ток. Выпрямленный оперативный ток. Смешанная система оперативного тока: постоянный и выпрямленный; переменный и выпрямленный.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Назначение релейной	0.5	

	защиты. Область ее применения. Релейная защита электродвигателей.		
Раздел 2.	Релейная защита силовых трансформаторов.	0.5	
Раздел 3.	Релейная защита линий электропередачи и конденсаторных установок.	0.5	
Раздел 4.	Автоматизация системы электроснабжения и система оперативного тока.	0.5	
Итого:		**2**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Защита от внешних коротких замыканий	2	
Раздел 2.	Дифференциальная токовая защита с реле типа РНТ-565	2	
Итого:		**4**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической**

			подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Прохождение тестирования.	15	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	15	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Прохождение тестирования.	15	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Прохождение тестирования.	17	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	4	
Итого:		**66**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	**Контролируемые компетенции**	**Оценочные средства**
Раздел 1.	ПК-1; ПК-3	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Контрольная работа; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-1; ПК-3	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Контрольная работа; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-1; ПК-3	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Контрольная работа; 3. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-1; ПК-3	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Контрольная работа; 3. Тестовые задания
Зачет.	ПК-1; ПК-3	1. Вопросы к зачету; 2. Задачи к зачету

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); контрольная работа; наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.	отлично
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	удовлетворительно
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины.

Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к зачету; задачи к зачету.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по учебной дисциплине.
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Андреев, В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебник для вузов / В. А. Андреев. – 5-е изд., стер. – Москва : Высшая школа, 2007. – 639 с. : ил. – ISBN 9785060048261.;

2 Ляхомский, А. В. Электрические и электронные аппараты распределительных устройств и подстанций горных предприятий : учебное пособие / А. В. Ляхомский , Л. А. Плащанский, С. Н. Решетняк. –

Москва : МИСиС, 2019. – 144 с. – ISBN 978-5-907061-40-8. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907061408.html (дата обращения: 15.05.2025);

3 Плащанский, Л. А. Электроснабжение горного производства. Релейная защита : учебное пособие / Л. А. Плащанский. – Москва : Горная книга, 2013. – 299 с. – ISBN 978-5-98672-332-7. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986723327.html (дата обращения: 15.05.2025);

4 Ершов, А. М. Релейная защита в системах электроснабжения напряжением 0,38-110 кВ : учебное пособие / А. М. Ершов. – Москва : Инфра-Инженерия, 2020. – 608 с. – ISBN 978-5-9729-0511-9. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972905119.html (дата обращения: 15.05.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

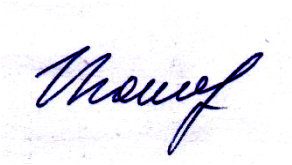
- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Составитель(и):

доцент Громова Ольга Васильевна (кафедра открытых горных работ и электромеханики).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:
Главный специалист
электромеханической службы
дирекции по производству ОАО
«Распадская угольная компания»  В.В. Игошев

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1 В чем суть эффекта вытеснения тока в проводниках?

а) Центральные слои проводника пересекаются большим магнитным потоком, чем наружные, поэтому наводимая в центре ЭДС будет большей, чем в наружных. Это приведет к уменьшению плотности тока в центральных слоях по сравнению с плотностью тока в наружных. Это называется поверхностным эффектом.

б) сопротивление наружных слоев меньше, чем в центральных слоях;

в) вытеснение тока в проводниках не наблюдается.

2 Способы повышения коэффициента мощности (cos φ).

а) полная загрузка асинхронных двигателей по мощности;

б) применение комплектных конденсаторных установок;

в) применение синхронных двигателей в режиме перевозбуждения;

г) ограничение времени холостого тока электродвигателей;

д) замена асинхронных двигателей синхронными;

е) все верно.

3 Для чего предназначен трансформатор тока?

а) измерения тока;

б) для питания цепей релейной защиты;

в) для питания расчетных счетчиков электроэнергии;

г) для включения контрольных счетчиков, ваттметров, фазометров;

д) все перечисленное верно.

4 Режимы нейтралей.

а) изолированная, глухозаземленная, компенсированная;

б) только изолированная;

в) только глухозаземленная.

5 На какие цели расходуется реактивная энергия в электрических сетях.

а) на создание электромагнитного поля для запуска асинхронного двигателя;

б) на создание полезной работы;

в) глубокое регулирование выпрямленного напряжения преобразователями.

6 Меры безопасности по предотвращению поражения электрическим током.

а) только индивидуальные средства защиты;

б) защитное заземление и зануление;

в) применение УЗО – Д;

г) все верно.

7 В чем отличие трансформатора тока от трансформатора напряжения.

а) трансформаторы напряжения предназначены для преобразования подаваемого на ввод в пропорциональное напряжение;

б) трансформаторы тока используются для измерения тока защищаемых и контролируемых элементов;

в) ничем не отличаются.

8 Как включается в цепь амперметр?

а) последовательно;

б) параллельно.

9 Как включается в цепь вольтметр?

а) последовательно;

б) параллельно.

10 Выбери единицу измерения сопротивления.

а) Ом, кОм;

б) В;

в) Вт.

11 Для каких целей необходимо знать величину начального тока короткого замыкания?

а) проверка электрооборудования на термическую устойчивость;

б) проверка электрооборудования на электродинамическую устойчивость;

в) проверка электрооборудования на термическую и электродинамическую устойчивость.

12 Какой ток называют ударным током короткого замыкания?

а) максимальный ток короткого замыкания;

б) минимальный ток короткого замыкания.

13 Для каких целей производят расчет токов короткого замыкания?

а) для выбора электрооборудования по отключающей способности;

б) проверки кабеля на термическую устойчивость;

в) для проверки МТЗ на срабатывание;

г) все перечисленное верно.

в) не имеет значения.

14 Что служит единицей измерения индуктивности?

а) Гн;

б) Вб;

в) Кл.

15 Что служит единицей измерения напряжённости электрического поля?

а) В/м;

б) А/м;

в) Гн.

16 Что служит единицей измерения частоты электрических колебаний?

а) Гц;

б) Рад/с.

17 Выбери единицу измерения магнитной индукции:

а) Тл;

б) Вб;

в) Сим.

18 Выбери единицу измерения температуры:

а) ^{0}С, ^{0}К;

б) Кл;

в) Лм.

19 Выбери единицу измерения электрической ёмкости:

а) Ф, мФ;

б) Гн;

в) Лк.

20 Выбери единицу измерения магнитного потока:

а) Вб;

б) В;

в) Тл.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1. Назначение релейной защиты. Область ее применения. Релейная защита электродвигателей.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Какие источники электрической энергии вы знаете?

2 Какие источники электрической энергии применяются для питания шахт?

3 Способы повышения коэффициента мощности (cos φ).

4 Защита ЛЭП от перенапряжений.

5 Правила эксплуатации низковольтного оборудования.

6 Как обеспечивается устойчивость шахты по электроснабжению?

7 Какие виды перенапряжения Вы знаете и защиты от перенапряжений?

8 Основные требования, предъявляемые к электрической сети.

9 Что учитывается при проектировании релейной защиты и автоматики.

10 Возможные виды повреждений и анормальных режимов работы электрооборудования.

Раздел 2. Релейная защита силовых трансформаторов.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Каким требованиям должна удовлетворять система электроснабжения?

2 Как осуществляется глубокий ввод?

3 Какие существуют источники питания для горных предприятий?

4 Какие факторы влияют на выбор напряжения внешнего электроснабжения?

5 В чем сущность разукрупнения ГПП?

6 В чем особенности выбора напряжений питающих линий?

7 Какие основные требования предъявляются к системе электроснабжения комплекса потребителей на поверхности шахт?

8 Какие основные принципы реализуются при проектировании СЭС?

Раздел 3. Релейная защита линий электропередачи и конденсаторных установок.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Технические требования, предъявляемые к защите электрооборудования.

2 Требования, предъявляемые к релейной защите.

3 Какие виды релейной защиты применяются для синхронных двигателей?

4 Принцип действия защиты от междуфазных повреждений в статоре.

5 Принцип действия защиты от замыканий обмотки статора на землю.

6 Принцип действия защиты от перегрузки.

7 Принцип действия защиты от асинхронного режима.

8 Принцип действия защиты от понижения напряжения.

9 Общие требования к защите электродвигателей.

10 Почему неравномерность режимов электропотребления осложняет и ухудшает работу электроэнергетических систем.

11 Назовите допустимые отклонение напряжения в промышленных электросетях.

12 Как зависит работа различных электроприемников от величины напряжения в сети.

13 Какие способы улучшения напряжения используются в промышленных электросетях и в сетях энергосистем.

14 Какие имеются оценки уровней напряжения и как они вычисляются.

Раздел 4. Автоматизация системы электроснабжения и система оперативного тока.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Схемы электроснабжения при наличии особых групп электроприёмников.

2 Опишите принцип действия газовой защиты.

3 Основные достоинства газовой защиты.

4 Основное преимущество дифференциальных защит.

5 Какие схемы токовых цепей защиты могут выполняться на трансформаторах со схемой соединения треугольник – звезда.

6 При каких условиях защита от перегрузки действует на сигнал.

7 Какие бывают виды повреждений трансформаторов.

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1 Какие виды защит, применяются для конденсаторных установок?

а) токовая отсечка в двухфазном, одно- или двухрелейном исполнении.

б) максимально-токовая защита в двухфазном трехрелейном исполнении с выдержкой времени;

в) реле максимального напряжения, действующим на отключение.

г) токовая отсечка нулевой последовательности.

2 От каких видов повреждений и ненормальных режимов применяется релейная защита:

а) многофазных коротких замыканий;

б) сверхтоков перегрузки;

в) повышения напряжения;

г) однофазных замыканий на землю.

3 Какая защита рекомендуется от многофазных коротких замыканий?

а) максимально токовая защита без выдержки времени в двухфазном двухрелейном исполнении.

б) максимально токовая защита с выдержкой времени в двухфазном двухрелейном исполнении.

в) максимально токовая защита без выдержки времени в однофазном двухрелейном исполнении.

г) максимально токовая защита с выдержкой времени в однофазном однорелейном исполнении.

4 Какая защита рекомендуется от повышения напряжения?

а) защита выполняется одним реле максимального напряжения с высоким коэффициентом возврата и действует на отключение всей установки.

а) защита выполняется одним реле максимального напряжения с высоким коэффициентом возврата и действует на сигнал.

а) защита выполняется одним реле минимального напряжения с высоким коэффициентом возврата и действует на отключение всей установки.

5 Какая защита рекомендуется от перегрузки?

а) максимальная токовая защита, которая действует на отключение установки.

б) максимальная токовая защита, которая действует на сигнал.

6 Какие защиты применяются для синхронных и асинхронных двигателей:

а) междуфазных коротких замыканий в обмотках и на выводах;

б) замыканиях на корпус в обмотке статора;

в) перегрузках, обусловленных технологическими причинами, а также затянувшимися пуском или самозапуском;

г) потере питания (в том числе при исчезновении или длительном снижении напряжения);

д) асинхронном режиме для синхронных электродвигателей.

7 Как действует защита от многофазных замыканий на выводах и в обмотке статора?

а) на отключение;

б) на сигнал;

в) на устройство гашения поля.

8 Какие защиты применяют от однофазных замыканий на корпус (землю):

а) максимально-токовая защита нулевой последовательности без выдержки времени;

б) максимально-токовая защита нулевой последовательности с выдержкой времени.

9 Какие защиты применяют от потери питания:

а) минимального напряжения;

б) минимальной частоты, если подключены синхронные электродвигатели или конденсаторные батареи.

в) все перечисленное верно.

10 Как действует защита от асинхронного режима синхронных электродвигателей:

а) на запуск схемы ресинхронизации;

б) на автоматическую разгрузку механизма, обеспечивающую втягивание электродвигателя в синхронизм;

в) на отключение с последующим АПВ;

г) на отключение при невозможности повторного пуска или недопустимости ресинхронизации.

11 Как синхронный двигатель влияет на время действия токов КЗ?

а) увеличивает;

б) снижает;

в) никак не влияет.

12 Как асинхронный двигатель влияет на время протекания установившегося значения тока КЗ?

а) время протекания увеличивается;

б) не оказывает никакого влияния;

в) уменьшается.

13 Общие требования к релейной защите электродвигателей:

а) должна реагировать на внутренние повреждения;

б) должна реагировать на опасные ненормальные режимы;

в) должна обеспечивать возможность самозапуска;

г) все перечисленное верно.

14 Основные виды защит, применяемые на электродвигателях:

а) от междуфазных коротких замыканий в обмотках статора;

б) от токов перегрузки;

в) защита от минимального напряжения, действующая на отключение;

г) от замыкания на землю.

15 В каких случаях возникает перегрузка электродвигателя.

а) при затянувшемся пуске или самозапуске;

б) по техническим причинам и перегрузке механизмов;

в) в результате обрыва одной фазы;

г) при повреждении механической части электродвигателя или механизма, вызывающем увеличения момента сопротивления и торможение электродвигателя;

д) все перечисленное верно.

16 Какие защиты предусматриваются для защиты воздушных и кабельных линий?

а) от многофазных коротких замыканий, однофазных замыканий на землю, сверхтоков перегрузки;

б) от многофазных коротких замыканий, однофазных замыканий на землю;

в) от многофазных коротких замыканий, сверхтоков перегрузки;

г) от многофазных коротких замыканий.

17 Как действует защита от многофазных коротких замыканий

а) на сигнал;

б) на отключение;

в) на сигнал и на отключение.

18 Как действует защита от коротких замыканий на землю:

а) на сигнал;

б) на отключение;

в) на сигнал и на отключение.

19 Как действует защита линий, питающих подземные потребители:

а) на сигнал;

б) на отключение без выдержки времени;

в) на сигнал и на отключение.

20 Какой вид защиты действует от коротких замыканий на землю:

а) в виде токовой, реагирующей на ток нулевой последовательности;

б) направленной, реагирующей на мощность нулевой последовательности;

в) защита, реагирующая на появления напряжения нулевой последовательности;

г) все перечисленное верно.

21 Какой вид защиты линий действует от сверхтоков, обусловленных технологическими перегрузками:

а) одно-фазная максимально-токовая защита.

б) двух-фазная максимально-токовая защита.

22 Из каких элементов состоит защита ЗЗП – 1М?

а) согласующего устройства;

б) усилителя переменного тока;

в) фазочувствительного усилителя;

г) все перечисленное верно.

23 Что обеспечивает согласующее устройство?

а) сдвиг фазы выходного тока;

б) термическую устойчивость защиты при двойных замыканиях на землю;

в) возможность использования защиты с трансформаторами тока нулевой последовательности различных типов;

г) все перечисленное верно.

24 Для какого режима работы сети следует проводить оценку чувствительности защиты ЗЗП – 1М?

а) при котором суммарный емкостной ток составляет минимальную величину;

б) при котором суммарный емкостной ток составляет максимальную величину.

25 Как выполняется защита от замыкания на землю?

а) действует на отключение с выдержкой времени;

б) действует на сигнал;

в) действует на отключение без выдержки времени;

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

5 Вопросы к зачету для промежуточной аттестации

1 На какие электрические величины реагирует защита от замыкания на землю.

2 Какое время срабатывания направленной защиты нулевой последовательности.

3 Какую выдержку времени должна иметь резервная защита?

4 Какие фильтры тока нулевой последовательности применяются в настоящее время?

5 Для каких целей производят расчет токов короткого замыкания?

6 Какая должна быть нейтраль, чтобы можно применять направленную защиту нулевой последовательности.

7 Что такое селективность действия защиты.

8 Как определяется выдержка времени срабатывания выключателей от периферии к источнику.

9 Принцип отстройки и обеспечения селективности действия максимально-токовой защиты.

10 Какой ток называется установившимся током короткого замыкания, и для каких целей необходимо знать его величину?

11 Чем определяются виды защит силовых трансформаторов.

12 На чем основан принцип действия дифференциальной защиты.

13 Достоинства газовой защиты силового трансформатора.

14 Недостатки газовой защиты силового трансформатора.

15 Какая защита устанавливается на силовых трехобмоточных трансформаторах в качестве основной.

16 Где устанавливается защита от перегрузки на силовых трехобмоточных трансформаторах.

17 В каких случаях устанавливается токовая отсечка на силовых трехобмоточных трансформаторах.

18 Для каких целей необходимо знать величину ударного тока короткого замыкания?

19 Назовите стандартный ряд напряжений.

20 Какой ток называют ударным током короткого замыкания?

21 Из каких составляющих состоит ток короткого замыкания в период переходного процесса?

22 Для каких целей необходимо знать величину начального тока короткого замыкания?

23 Обоснование того или иного класса применяемого напряжения.

24 Какие потребители электроэнергии согласно ПУЭ и ВСН 12.25.003-80 относятся к I категории?

25 Какие потребители электроэнергии согласно ПУЭ и ВСН 12.25.003-80 относятся к II категории?

26 Какие потребители электроэнергии согласно ПУЭ и ВСН 12.25.003-80 относятся к III категории?

27 Какие потребители электроэнергии должны обеспечиваться питанием от двух независимых взаимно резервирующих источников питания и каков допустимый перерыв их электроснабжения при нарушении питания от одного из источников?

28 Для какой группы электроприёмников ПУЭ предусматривают третий независимый взаимно резервирующий источник питания?

29 Какой режим ВЛ называется аварийным режимом?

30 На сколько категорий, согласно ПУЭ, делятся потребители электроэнергии по надёжности электроснабжения?

31 В каком случае ток короткого замыкания на землю больше? В сети с заземлённой нейтралью или в сети с изолированной нейтралью, при прочих равных условиях?

.....

6 Задачи к зачету для промежуточной аттестации

1 Описать порядок работы АВР на ГПП шахты, когда устройство АВР даёт команду на отключение выключателя рабочего питания.

2 Описать порядок работы АВР на ГПП шахты, когда устройство АВР даёт команду на выключение МСВ.

3 Описать порядок работы АВР на ГПП шахты, когда происходит фиксация исчезновения питания при использовании реле максимального напряжения, фиксирующего снижение напряжения на своей секции шин.

4 Описать порядок работы АВР на ГПП шахты, когда происходит фиксация исчезновения питания при использовании реле максимального напряжения контролирующего наличие напряжения на соседней секции шин.

5 Описать порядок работы АВР на ГПП шахты, когда происходит фиксация исчезновения питания при использовании реле времени, создающего замедление в подаче команды на отключение выключателя рабочего питания.

6 Описать порядок работы АВР на ГПП шахты, при фиксации исчезновения питания после отключения рабочего выключателя, когда замыкается контакт реле положения «Отключено» в цепи включения секционного выключателя, подающего резервное питание от соседней секции.

7 Индуктивное сопротивление линии электропередачи 110 кВ, $x_л$ = 18 Ом. Выразить сопротивление линии $x_{*л}$ в относительных единицах, приняв за базисные трёхфазную мощность $S_б$ = 100 МВ·А и междуфазное напряжение $U_б$ = 115 кВ.

8 Мощность при трёхфазном к.з. на стороне 110 кВ трёхфазного трансформатора $S_к$ = 500 и 1000 МВ*А. Определить погрешность в начальном сверхпереходном токе при трёхфазном к.з. на стороне низшего напряжения трансформатора. Расчёт выполнить приближённо, из условия подключения к трансформатору источника неограниченной мощности. Исходные данные: $S_{т.ном}$ = 2,5 МВ·А; 110/6,6 кВ; $u_к$ = 10,5%.

9 Для мощного блока турбогенератор-трансформатор определить отношение установившегося тока к начальному сверхпереходному току при металлическом трёхфазном к.з. на выводах генератора и на выводах высшего напряжения трансформатора по исходным данным: генератор – 588 МВ·А, 20 кВ, 17 кА; $\cos\varphi$ = 0,85; ОКЗ = 0,44, x''_d = 0,243; x_d = 2,413; ток возбуждения при холостом ходе и номинальном напряжении $I_{в.х}$ = 1605 А; предельный $I_{в.пр}$ = 10300 А, генератор снабжен

АРВ и ФВ, перед к.з. нагрузка, подключенная на стороне ВН блока, соответствовала номинальной; трансформатор 630 ВМ·А, 20/525 кВ; $u_к$ = 14%.

10 В общем виде составить аналитическое выражение отношения токов нулевой последовательности в сетях при к.х на землю, двухфазном и однофазном в зависимости от отношений результирующих сопротивлений до точки к.з. $x_{1\Sigma}$, $x_{2\Sigma}$ и $x_{0\Sigma}$. Указанное требуется для максимальной токовой защиты нулевой последовательности. Так при выборе уставок по условию отстройки I_0 в разных точках сети по условию согласования по чувствительности необходимо определить $I_{0\ макс}$, а при определении коэффициента чувствительности необходимо определить $I_{0\ мин}$.

11 Мощность от системы при металлических к.з. на шинах 110 кВ понижающей подстанции с односторонним питанием равна: при трёхфазном к.з $S_{к.с}^{(3)}$= 900 ВМ·А, при однофазном к.з. мощность в повреждённой фазе $S_{к.с}^{(1)} = I_к^{(1)} U_{ф.ном}$. Вычислить сопротивление нулевой последовательности системы.

12 Графо-аналитическим способом определить векторные диаграммы токов и напряжений в месте металлического двухфазного к.з. на землю при $x_{1\Sigma} = x_{2\Sigma} = x_{0\Sigma}$ и $\dot{E}_{ф\,A\Sigma} = -E$.

13 Длина трёхфазных кабелей с поясной изоляцией сети 6 кВ, питаемой с шин электростанции, равна 50 км, из них кабели сечением 95 мм^2 составляют 14 км, 120 мм^2 – 20 км, 150 мм^2 – 10 км и 185 мм^2 – 6 км. Вычислить: а) зарядный ток кабельной линии сечением 150 мм^2 длиной 2 км; б) ёмкостной ток замыкания фазы А на землю через переходное сопротивление $R_д$ = 70 Ом и при металлическом замыкании этой фазы на землю.

14 Суммарная ёмкость по отношению к земле одной фазы сети 10 кВ $C_{0C\Sigma}$ = 8 мкФ. Вычислить ток замыкания на землю при полноте замыкания β = 0,45 и β = 1.

15 Показать, что при включении реле минимального сопротивления на разность токов двух фаз и разность одноимённых фазных напряжений к нему подводится при двухфазном к.з. на землю такое же сопротивление, как и при двухфазном и трёхфазном к.з. т.е.

$$z_p^{(1,1)} = z_p^{(2)} = z_p^{(3)} = z_{1уд} l.$$

16 Определить реактивное (индуктивное) сопротивление x_p и индуктивность L_p двух реакторов по исходным данным: номинальный ток каждого $I_{р.ном} = 0{,}45$ кА, номинальное напряжение первого $U_{р1\ ном} = 7$ кВ, второго $U_{р2\ ном} = 11$ кВ, относительное реактивное сопротивление, приведённое к номинальным данным каждого из них, $x_{р1\ ном} = x_{р2\ ном} = 5\%$.

17 Вычислит реактивное x_p (индуктивное), активное R_p и относительное номинальное реактивное сопротивление $x_{*\text{р ном}}$ реактора по исходным данным: $l_{\text{р ном}} = 410$ А; $U_{\text{р ном}} = 11$ кВ; $L_{\text{р}} = 3{,}69$ мГ, номинальные активные потери на фазу $P_{\text{р ном}} = 4{,}62$ кВт.

18 Сеть 35 кВ с изолированной нейтралью состоит из воздушных линий передачи разных конструкций общей длиной 260 км. Определить: ток при металлическом замыкании на землю одной из фаз; ёмкость фазы по отношению к земле всей электрически связанной сети данного напряжения; индуктивность дугогасящей катушки (чтобы при металлическом замыкании на землю ток замыканию был равен нулю).

19 Вычислить токи срабатывания и зоны действия фазных максимальных отсечек линий 220 кВ I – II и II – III с односторонним питанием по исходным данным, приведённым на рисунке 1.

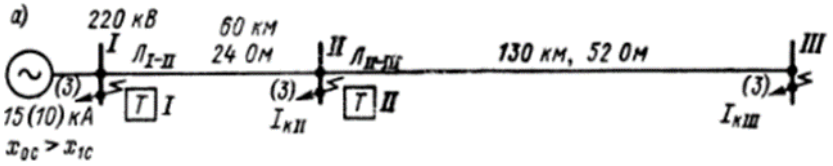


Рисунок 1 – Исходная схема

20 Определить ступень селективности между двумя смежными максимальными токовыми защитами с выдержкой времени 1 и 2 (рисунок 2) для случаев: а) защиты имеют независимую от тока характеристику времени срабатывания; б) защиты имеют ограниченно зависимую от тока характеристику времени срабатывания. Исходные данные: 1. Время срабатывания защиты 1 с независимой от тока части ограниченно зависимой характеристикой равно 1,4 с; Время срабатывания в независимой от тока части ограниченно зависимой характеристикой защиты 1 и равно 1 с. Эти защиты имеют индукционные реле, которые могут продолжать работать по инерции после отключения к.з., их инерционная ошибка $t_{\text{и.о}} = 0{,}14$ с; 3. Время отключения выключателя защиты 1, т.е. время с момента подачи импульса в катушку отключения до разрыва тока к.з. контактами выключателя $t_{\text{о.в}} = 0{,}1$ с.

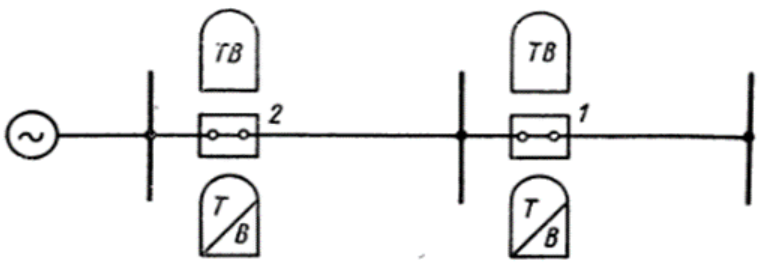


Рисунок 2 – Схема участка радиальной сети

21 На рисунке 3 приведены схемы соединений трансформатора и реле соответственно в полную и неполную звезду. Вычислить расчетную нагрузку на трансформаторе $z_{\text{н}}$ по исходным данным: $R_{\text{пр}} = 0{,}6$ Ом; $z_{\text{р}a} = z_{\text{рс}} = 1{,}2$ Ом; $z_{\text{р}b} = 0{,}9$ Ом; $z_{\text{р}0} = 1{,}24$ Ом; $z_{\text{р. обр}} = 0{,}7$ Ом (только для рисунка 3, б)

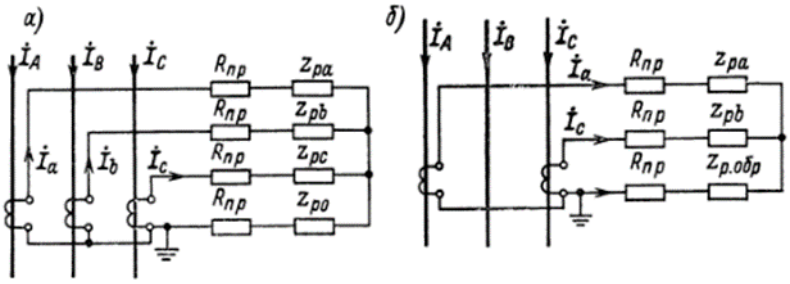


Рисунок 3 – Схемы соединений трансформатора и реле:
а – в полную звезду; б – в неполную звезду

22 На рисунке 4 приведена схема одной фазы кабельной сети 10 кВ, состоящей из трёх кабелей с поясной изоляцией. По данным, приведённом на рисунке 4, вычислить ток нулевой последовательности, протекающий в начале линии Л1, на которой в конце имеется металлическое замыкание на землю одной из фаз. Вычислить также ток нулевой последовательности линии Л1 при полном металлическом замыкании на землю на других линиях. Указанные вычисления необходимы для проверки возможности использования простой токовой защиты от замыканий на землю.

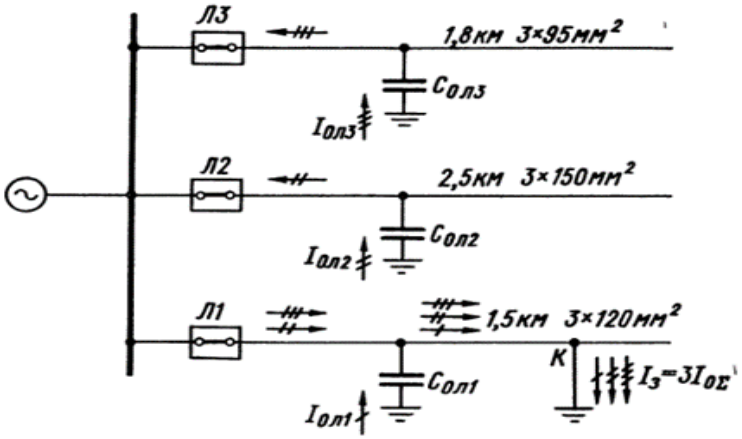


Рисунок 4 – Схема к задаче 22

23 На рисунке 5 приведена схема линии 230 кВ с двусторонним питанием, примыкающей к двум узловым подстанциям *M* и *N*. По данным мощностей Sк при металлических к.з. в узлах *M* и *N*, приведённых на рисунке X, вычислить ток в повреждённой фазе линии при однофазном к.з. на шинах *M* и симметричной фазе линии при однофазном к.з на шинах *M* и симметричные составляющие напряжения

на шинах *N*. При однофазном к.з. приведена мощность повреждения фазы $S_{\text{к}}^{(1)} = U_{\text{ф.ном}} I_{\text{к}}^{(1)}$.

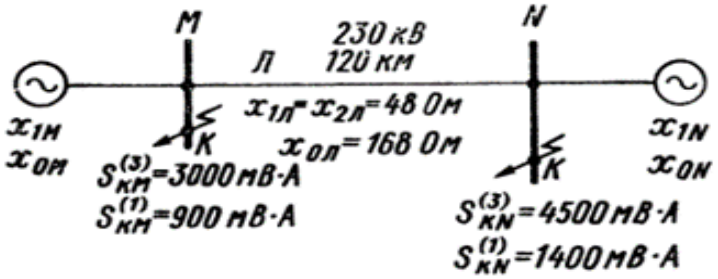


Рисунок 5 – Схема с исходными данными

24 По данным, приведённым на рисунке 6, вычислить начальные сверхпереходные симметричные составляющие токов и напряжений в точке *К* металлического однофазного к.з. на шинах 110 кВ.

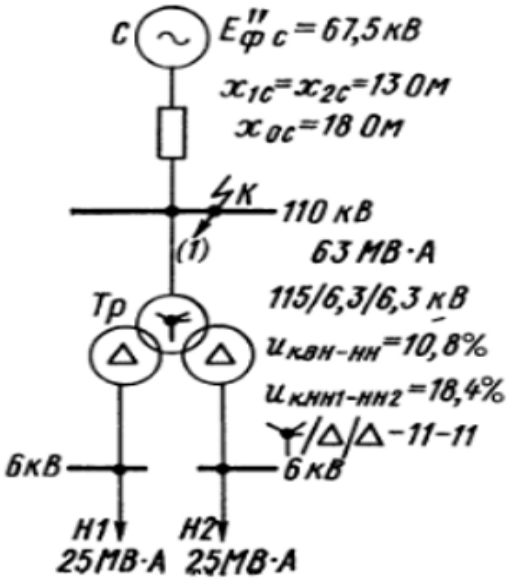


Рисунок 6 – Исходная схема к задаче

25 Для определения минимального коэффициента чувствительности дифференциальной токовой защиты генератора вычислить начальные сверхпереходные токи при металлическом двухфазном к.з. вблизи выводов (в зоне этой защиты) генератора, работавшего на холостом ходу с номинальным напряжением. Вычислить напряжения в месте к.з. и построить векторные диаграммы токов и напряжений. Данные генератора: 80 МВ·А, 6,3 Кв, 6,89 кВ; $\cos\varphi = 0{,}8$; $x''_d = 0{,}196,\ x_{2\text{г}} = 0{,}239$.

.....

7 Контрольная работа

1. Основные достоинства газовой защиты.

2. Основное преимущество дифференциальных защит.
3. Какие схемы токовых цепей защиты могут выполняться на трансформаторах со схемой соединения треугольник – звезда.
4. При каких условиях защита от перегрузки действует на сигнал.