

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Электрических станций, сетей и систем»

**УТВЕРЖДЕНА:**

на заседании кафедры электрических станций, сетей и систем

Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»**

---

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

---

Электроснабжение

---

Квалификация: Бакалавр

---

Форма обучения: заочная

---

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Составитель программы:  
Шушпанов Илья Николаевич  
Дата подписания: 28.05.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Утвердил: Федосов Денис  
Сергеевич  
Дата подписания: 30.05.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Согласовал: Сулов  
Константин Витальевич  
Дата подписания: 04.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

### 1.1 Дисциплина «Релейная защита систем электроснабжения» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-3 Способность к планированию, организации и ведению работ по эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПКР-3.1
ПКС-3 Способность выполнять работы по диагностике и ремонту систем электроснабжения	ПКС-3.3

### 1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-3.1	Выполняет проверку и испытания вторичного электрооборудования, объясняет структурную связь и функциональное взаимодействие различных элементов схемы релейной защиты в эксплуатации	<b>Знать</b> структурную связь различных элементов схемы релейной защиты в эксплуатации <b>Уметь</b> объяснить функциональное взаимодействие различных элементов схемы релейной защиты в эксплуатации <b>Владеть</b> навыками проверки и испытания вторичного электрооборудования релейной защиты и автоматики
ПКС-3.3	Учитывает особенности эксплуатации и проверки оборудования при разработке проекта релейной защиты и автоматизации	<b>Знать</b> особенности эксплуатации оборудования релейной защиты и автоматики <b>Уметь</b> проверять оборудование релейной защиты и автоматики с учётом требований проектной документации <b>Владеть</b> навыками разработки проекта релейной защиты и автоматизации

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Релейная защита систем электроснабжения» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Электрические станции и подстанции», «Основы электроснабжения», «Переходные процессы», «Проектирование электроустановок подстанций», «Производственная практика: эксплуатационная практика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Системы электроснабжения», «Монтаж, наладка и эксплуатация систем электроснабжения», «Надёжность систем электроснабжения», «Производственная практика: преддипломная практика»

### 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 4	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	144	36	108
Аудиторные занятия, в том числе:	16	2	14
лекции	8	2	6
лабораторные работы	8	0	8
практические/семинарские занятия	0	0	0
Контактная работа, в том числе	0	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	119	34	85
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен, Курсовой проект		Экзамен, Курсовой проект

### 4 Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Общие вопросы релейной защиты. Виды повреждений в электроэнергетических системах	1	1					1	24	Устный опрос
2	Измерительные трансформаторы тока. Измерительные трансформаторы напряжения	2	1					2	10	Устный опрос

	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

#### Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля	
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.		
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения. Реле. Источники оперативного тока	1	1	1, 2	2						Отчет
2	Максимальная токовая защита. Токовая отсечка. Направленные токовые защиты	2	1	3	1						Отчет
3	Защиты от замыканий на землю	3	1								Устный опрос
4	Дифференциальная защита	4	1	5, 7	2						Отчет
5	Релейная защита элементов СЭС	5	1	6	1			1, 3	55		Отчет
6	Резервирование в релейной защите. Автоматика элементов СЭС	6	1	8	1			2	30		Отчет
	Промежуточная аттестация								9		Экзамен, Курсовой проект
	Всего		6		7				94		

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие вопросы релейной защиты. Виды повреждений в электроэнергетических системах	Назначение релейной защиты. История релейной защиты. Элементная база устройств релейной защиты. Требования, предъявляемые к релейной защите. Структурная схема релейной защиты. Классификация защит. Виды повреждений и ненормальных режимов в энергосистемах. Соотношения между электрическими величинами и векторные диаграммы при нагрузке и коротких замыканиях. Однофазные замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью. Особенности расчёта токов короткого замыкания для релейной защиты. Особенности составления схем замещения для токов обратной и нулевой

		последовательностей.
2	Измерительные трансформаторы тока. Измерительные трансформаторы напряжения	Назначение и принцип действия трансформаторов тока (ТТ). Маркировка выводов обмоток ТТ. Векторная диаграмма ТТ. Причины и виды погрешностей ТТ. Параметры, влияющие на уменьшение погрешностей ТТ. Требования к ТТ для релейной защиты и для измерений. Выбор ТТ для релейной защиты. Особенности работы ТТ в режиме глубокого насыщения. Схемы соединения обмоток трансформаторов тока (ТТ). Нагрузка ТТ и её расчёт. Назначение и принцип действия трансформаторов напряжения (ТН). Основные параметры ТН. Маркировка выводов обмоток ТН. Векторная диаграмма, причины и виды погрешностей ТН. Схемы соединения обмоток ТН. Емкостные делители напряжения.

### Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения. Реле. Источники оперативного тока	Фильтры симметричных составляющих: определение, классификация. Фильтры тока и напряжения нулевой последовательности. Фильтры тока и напряжения прямой и обратной последовательности. Конструкция и принцип действия электромагнитных реле. Причины появления вибрации якоря и способы её устранения. Конструкция и принцип действия индукционных реле. Классификация реле по назначению. Обозначения реле и их элементов на схемах. Постоянный оперативный ток. Источник и принципиальная схема оперативного тока. Устройство контроля изоляции цепей оперативного тока. Достоинства и недостатки схемы. Разновидности источников переменного оперативного тока. Схемы оперативного тока с реле прямого действия, с дешунтированием электромагнита отключения, с блоками питания и с предварительно заряженными конденсаторами. Достоинства и недостатки схем.
2	Максимальная токовая защита. Токовая отсечка. Направленные токовые защиты	Максимальная токовая защита (МТЗ). Определение, принципы действия и обеспечения селективности. Схемы цепей переменного тока и оперативного тока защиты. Типы выдержек времени МТЗ. Выбор

		<p>тока срабатывания МТЗ. Проверка чувствительности МТЗ. Поведение МТЗ при двойных замыканиях на землю в сети с изолированной нейтралью. Согласование выдержек времени МТЗ. Особенности согласования защит с зависимыми характеристиками. МТЗ с пуском от реле напряжения. Назначение, принцип действия, схемы цепей переменного тока и оперативного тока защиты. Токовая отсечка. Определение, принципы действия и обеспечения селективности. Схемы цепей переменного тока и оперативного тока защиты. Выбор уставок токовой отсечки без выдержки времени. Зона действия мгновенной токовой отсечки. Неселективные токовые отсечки. Ненаправленные токовые отсечки на линиях с двухсторонним питанием. Выбор уставок токовой отсечки с выдержкой времени. Зона действия токовой отсечки с выдержкой времени. Обоснование необходимости направленных токовых защит. Принцип действия направленных защит. Реле направления мощности: назначение, конструкция, векторная диаграмма. Основные характеристики реле направления мощности. Схемы включения реле направления мощности. Схемы цепей переменного тока и оперативного тока направленной защиты. Выбор уставок срабатывания направленных токовых защит. Мёртвая зона направленной защиты.</p>
3	Защиты от замыканий на землю	Защиты от замыканий на землю в сети с глухозаземлённой нейтралью. Защиты от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью.
4	Дифференциальная защита	<p>Принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты. Ток небаланса и способы его уменьшения. Работа защиты при наличии апериодической составляющей в первичном токе. Быстронасыщающиеся трансформаторы. Применение короткозамкнутых обмоток в дифференциальных реле. Торможение в дифференциальной защите. Расчёт уставок защиты.</p> <p>Особенности дифференциальных защит трансформаторов и автотрансформаторов. Способы выравнивания токов в плечах защиты по величине и фазе. Токи небаланса в дифференциальной защите</p>

		трансформатора. Броски тока намагничивания (БТН) при включении трансформаторов. Способы отстройки от БТН.
5	Релейная защита элементов СЭС	Основные и резервные защиты трансформаторов. Релейная защита ЛЭП. Релейная защита шин. Релейная защита электродвигателей.
6	Резервирование в релейной защите. Автоматика элементов СЭС	Способы резервирования в релейной защите. Устройство резервирования при отказе выключателя. Автоматическое повторное включение (АПВ). Классификация устройств АПВ.  Ускорение защит после АПВ и оперативное ускорение. Автоматический ввод резерва. Автоматическая частотная разгрузка. Частотное автоматическое повторное включение.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Испытание электромагнитных реле тока РТ-40 и реле напряжения РН-54	1
2	Испытание промежуточных реле и реле времени на постоянном и переменном оперативном токе	1
3	Испытание индукционного реле тока РТ-80. Испытание индукционного реле направления мощности типа РВМ-170	1
4	Испытание измерительного трансформатора тока	1
5	Испытание реле РП-341, РВМ-13 и сборка схемы токовой защиты с дешунтированием электромагнита отключения	1
6	Ступенчатая токовая защита ЛЭП	1
7	Защиты трансформатора	1
8	Токовые защиты на микропроцессорах	1

#### 4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	24
2	Проработка разделов теоретического материала	10

##### Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	24
2	Подготовка к сдаче и защите отчетов	30
3	Проработка разделов теоретического материала	31

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: проблемное обучение, поисковый метод, моделирование профессиональной деятельности, имитационный метод, применение информационных технологий, проектный метод.

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

#### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Промежуточная аттестация и представление разделов курсового проекта руководителю осуществляется в соответствии с графиком проектирования, представленным в выданном в начале семестра задании.

Оформленная согласно требованиям нормативных документов пояснительная записка представляется руководителю не позднее двух недель до окончания теоретического обучения. После проверки пояснительной записки руководитель допускает обучающегося к защите и назначает дату защиты курсового проекта либо возвращает пояснительную записку для доработки и устранения замечаний.

Защита курсового проекта происходит в форме доклада, в котором должны быть последовательно отражены основные этапы проектирования релейной защиты и технические решения, принятые в курсовом проекте. Продолжительность доклада не более

5 минут. После доклада руководитель при необходимости задаёт дополнительные вопросы

для определения уровня знаний обучающегося. Обучающийся должен владеть базовыми сведениями о выполнении защит не только представленного в проекте оборудования, но и

другого оборудования системы электроснабжения.

Оценка за курсовой проект определяется следующими факторами: - знаниями и умениями обучающегося, проявленными при выполнении курсового проекта, способностью продемонстрировать знания при защите проекта; - самостоятельностью при выборе и обосновании технических решений проекта, глубиной и тщательностью проработки проекта; - систематичностью и своевременностью представления разделов пояснительной записки руководителю в течение семестра; - качеством оформления пояснительной записки.

Критерии, применяемые при выставлении оценок за курсовой проект, представлены в п. 6.2

данной рабочей программы.

Методические указания по выполнению курсового проекта содержатся в литературе: - Висящев А. Н. Релейная защита и автоматика: Курсовое проектирование : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Электроэнергетика" / А. Н. Висящев, А. М. Тришечкин, Г. С. Беркин, 2001. - 228 с.

### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:**

Лабораторные работы проводятся в лаборатории релейной защиты и автоматики (ауд. В 212).

Перед курсом лабораторных работ в начале каждого семестра обучающиеся проходят инструктаж по технике безопасности в лаборатории и расписываются в журнале об усвоении инструктажа. Перед каждой работой обучающиеся знакомятся с теоретическими

сведениями по лабораторной работе, которые содержатся в методических указаниях, конспектах лекций или раздаточных материалах. В начале каждой работы проводится устный опрос обучающихся, выдаются приборы и инструменты для проведения работы, проводится целевой инструктаж.

Лабораторные работы выполняются в бригадах внутри подгруппы. Перед началом работы обучающиеся показывают преподавателю собранную схему для испытаний и после проверки схемы преподавателем подают напряжение на стенды и установки. По завершении работы обучающиеся разбирают схему испытаний.

По каждой лабораторной работе обучающиеся готовят индивидуальный отчёт в письменном или печатном виде. Обучающиеся индивидуально защищают каждый отчёт преподавателю на собеседовании, отвечая на контрольные вопросы и/или демонстрируя выполнение индивидуальных заданий.

Методические указания по выполнению лабораторных работ содержатся в литературе: - Релейная защита и автоматика : метод. указания к лаб. работам для специальности 10.01.04 / Иркут. гос. техн. ун-т, 2001. - 72 с.

### **5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки данной рабочей программы, особое внимание уделяя целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины.

По каждой лабораторной работе обучающиеся готовят индивидуальные отчёты в письменном или печатном виде и готовятся к их защите. Контрольные вопросы к каждой работе содержатся в методических указаниях. Защита проходит индивидуально в формате собеседования, где обучающиеся отвечают на вопросы

преподавателя и/или защищают выполненные индивидуальные задания.

Проработка теоретических разделов курса выполняется по конспектам лекций и рекомендуемой литературе в соответствии с перечнем оценочных средств и контрольных вопросов.

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 учебный год 4 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Устный опрос обучающихся на первых двух лекциях и лабораторных работах по вопросам, пройденным при изучении предшествующих дисциплин.

Пример: вопросы по следующим темам:

1. Векторные диаграммы токов и напряжений (назначение, правила построения)
2. Режимы работы нейтрали электроустановок до 1000 В и выше 1000 В (назначение и отличия различных режимов работы нейтрали: изолированная, резонансно-заземлённая,

- компенсированная, резистивно-заземлённая, глухозаземлённая, эффективно заземлённая)
3. Метод симметричных составляющих (назначение метода, виды симметричных составляющих тока и напряжения при КЗ)
  4. Короткие замыкания в электроустановках (виды КЗ, методы расчёта токов КЗ, свободная и вынужденная составляющие тока КЗ)
  5. Измерительные трансформаторы (назначение ТТ и ТН, принцип работы, номинальные параметры, схемы соединения)

#### **Критерии оценивания.**

считается пройденным, если обучающийся верно отвечает на 3 из 5 предложенных вопросов по данным темам, демонстрируя знание и понимание предшествующих курсов, необходимых для освоения дисциплины. В противном случае обучающемуся выдаётся список рекомендованной литературы для освоения вопросов входного контроля и назначается дата пересдачи в течение ближайших двух недель.

#### **6.1.2 учебный год 5 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Устный опрос обучающихся на первых двух лекциях и лабораторных работах по вопросам, пройденным при изучении предшествующих дисциплин.

Пример: вопросы по следующим темам:

1. Векторные диаграммы токов и напряжений (назначение, правила построения)
2. Режимы работы нейтрали электроустановок до 1000 В и выше 1000 В (назначение и отличия различных режимов работы нейтрали: изолированная, резонансно-заземлённая, компенсированная, резистивно-заземлённая, глухозаземлённая, эффективно заземлённая)
3. Метод симметричных составляющих (назначение метода, виды симметричных составляющих тока и напряжения при КЗ)
4. Короткие замыкания в электроустановках (виды КЗ, методы расчёта токов КЗ, свободная и вынужденная составляющие тока КЗ)
5. Измерительные трансформаторы (назначение ТТ и ТН, принцип работы, номинальные параметры, схемы соединения)

#### **Критерии оценивания.**

считается пройденным, если обучающийся верно отвечает на 3 из 5 предложенных вопросов по данным темам, демонстрируя знание и понимание предшествующих курсов, необходимых для освоения дисциплины. В противном случае обучающемуся выдаётся список рекомендованной литературы для освоения вопросов входного контроля и назначается дата пересдачи в течение ближайших двух недель.

#### **6.1.3 учебный год 5 | Отчет**

##### **Описание процедуры.**

защита отчёта по лабораторной работе в форме индивидуального собеседования после выполнения соответствующей работы и изучения теоретического материала. Преподаватель задаёт обучающемуся выборочно 3-5 вопросов по теме работы.

## Критерии оценивания.

обучающийся защитил отчёт по лабораторной работе, если ответил на все заданные вопросы, продемонстрировав знание и удовлетворительное понимание темы работы. Допускается затруднение при ответе на один из заданных вопросов, при этом преподаватель вправе задать 1-2 дополнительных вопроса, на которые обучающийся должен дать полный ответ. В противном случае отчёт по лабораторной работе защищается повторно на следующем отведённом для этого занятии.

## 6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКР-3.1	Экзамен, Курсовой проект	Устный опрос, Отчет
ПКС-3.3	Экзамен, Курсовой проект	Устный опрос, Отчет

### 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

#### 6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

##### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен за семестр 8 обучающиеся сдают по билетам.

##### Пример задания:

Билеты за семестр 8 содержат любые 2 теоретических вопроса из следующего списка:

1. Назначение релейной защиты. История релейной защиты. Элементная база устройств релейной защиты.
2. Требования, предъявляемые к релейной защите.
3. Структурная схема релейной защиты. Классификация защит.
4. Виды повреждений и ненормальных режимов в энергосистемах. Соотношения между электрическими величинами и векторные диаграммы при нагрузке и трёх-фазных коротких замыканиях.
5. Соотношения между электрическими величинами и векторные диаграммы при несимметричных коротких замыканиях. Однофазные замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью.
6. Особенности расчёта токов короткого замыкания для релейной защиты. Особенности составления схем замещения для токов обратной и нулевой последовательностей.
7. Назначение и принцип действия трансформаторов тока (ТТ). Маркировка выводов обмоток ТТ. Векторная диаграмма ТТ. Причины и виды погрешностей ТТ.
8. Параметры, влияющие на уменьшение погрешностей трансформаторов тока (ТТ).

Требования к ТТ для релейной защиты и для измерений.

9. Выбор трансформаторов тока (ТТ) для релейной защиты. Особенности работы ТТ в режиме глубокого насыщения.
10. Схемы соединения обмоток трансформаторов тока (ТТ). Нагрузка ТТ и её расчёт.
11. Назначение и принцип действия трансформаторов напряжения (ТН). Основные параметры ТН. Маркировка выводов обмоток ТН. Векторная диаграмма, причины и виды погрешностей ТН.
12. Схемы соединения обмоток трансформаторов напряжения.
13. Фильтры симметричных составляющих: определение, классификация. Фильтры тока и напряжения нулевой последовательности.
14. Фильтры тока и напряжения прямой и обратной последовательности.
15. Конструкция и принцип действия электромагнитных реле. Причины появления вибрации якоря и способы её устранения.
16. Конструкция и принцип действия индукционных реле. Классификация реле по назначению. Обозначения реле и их элементов на схемах.
17. Постоянный оперативный ток. Источник и принципиальная схема оперативного тока. Устройство контроля изоляции цепей оперативного тока. Достоинства и недостатки схемы.
18. Разновидности источников переменного оперативного тока. Схемы оперативного тока с реле прямого действия и с дешунтированием электромагнита отключения. Достоинства и недостатки схем.
19. Разновидности источников переменного оперативного тока. Схемы оперативного тока с блоками питания и с предварительно заряженными конденсаторами. Достоинства и недостатки схем.
20. Максимальная токовая защита (МТЗ). Определение, принципы действия и обеспечения селективности. Схемы цепей переменного тока и оперативного тока защиты. Типы выдержек времени МТЗ.
21. Выбор тока срабатывания максимальной токовой защиты (МТЗ). Проверка чувствительности МТЗ.
22. Поведение максимальной токовой защиты (МТЗ) при двойных замыканиях на землю в сети с изолированной нейтралью. Согласование выдержек времени МТЗ. Особенности согласования защит с зависимыми характеристиками.
23. Максимальная токовая защита с пуском от реле напряжения. Назначение, принцип действия, схемы цепей переменного тока и оперативного тока защиты.
24. Токовая отсечка. Определение, принципы действия и обеспечения селективности. Схемы цепей переменного тока и оперативного тока защиты.
25. Выбор уставок токовой отсечки без выдержки времени. Зона действия мгновенной токовой отсечки.
26. Неселективные токовые отсечки. Ненаправленные токовые отсечки на линиях с двухсторонним питанием.
27. Выбор уставок токовой отсечки с выдержкой времени. Зона действия токовой отсечки с выдержкой времени.
28. Обоснование необходимости направленных токовых защит. Принцип действия направленных защит.
29. Реле направления мощности: назначение, конструкция, векторная диаграмма. Основные характеристики реле направления мощности.
30. Схемы включения реле направления мощности. Схемы цепей переменного тока и оперативного тока направленной защиты.
31. Выбор уставок срабатывания направленных токовых защит. Мёртвая зона направленной защиты.
32. Защиты от замыканий на землю в сети с глухозаземлённой нейтралью.

33. Защиты от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью.
34. Принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты. Ток небаланса и способы его уменьшения. Работа защиты при наличии апериодической составляющей в первичном токе. Быстронасыщающиеся трансформаторы.
35. Применение короткозамкнутых обмоток в дифференциальных реле. Торможение в дифференциальной защите. Расчёт уставок защиты.
36. Особенности дифференциальных защит трансформаторов и автотрансформаторов. Способы выравнивания токов в плечах защиты по величине и фазе.
37. Токи небаланса в дифференциальной защите трансформатора. Броски тока намагничивания (БТН) при включении трансформаторов. Способы отстройки от БТН.
38. Основные защиты трансформаторов и автотрансформаторов.
39. Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов.
40. Релейная защита линий электропередачи.
41. Релейная защита шин.
42. Релейная защита электродвигателей.
43. Способы резервирования в релейной защите. Устройство резервирования при отказе выключателя.
44. Автоматическое повторное включение (АПВ). Классификация устройств АПВ. Ускорение защит после АПВ и оперативное ускорение.
45. Автоматический ввод резерва. Автоматическая частотная разгрузка. Частотное автоматическое повторное включение.

-

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Обучающийся обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала по дисциплине, а именно: принципов действия и назначения измерительных трансформаторов тока и напряжения, простых аналоговых и цифровых реле, всех типов релейных защит СЭС. Обучающийся умеет свободно	Обучающийся обнаруживает полное знание учебно-программного материала, а именно: принципов действия и назначения измерительных трансформаторов тока и напряжения, простых аналоговых и цифровых реле, всех типов релейных защит СЭС. Обучающийся успешно выполнил предусмотренные в программе	Обучающийся обнаруживает знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии (принципы действия и назначение измерительных трансформаторов тока и напряжения, простых аналоговых реле, большинство типов релейных защит СЭС). Обучающийся справился с выполнением заданий, предусмотренных	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий (не знает принципы действия и назначение измерительных трансформаторов тока и напряжения, простых аналоговых реле, не знаком с большинством типов релейных защит СЭС). Обучающийся не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза, не

<p>выполнять проектирование и рассчитывать уставки простой релейной защиты на основании типовых решений выполнять проверку и эксплуатацию простых реле и релейных защит при помощи испытательных установок. Обучающийся усвоил основную образовательную программу дисциплины и знаком с дополнительной литературой. Обучающийся усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала</p>	<p>задания, способен выполнять проектирование и рассчитывать уставки простой релейной защиты на основании типовых решений, выполнять проверку и эксплуатацию простых реле и релейных защит при помощи испытательных установок. Обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в программе. Обучающийся показал систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности</p>	<p>программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Обучающийся допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя</p>	<p>способен проектировать и рассчитывать уставки релейной защиты, не может выполнить проверку простых реле и релейных защит</p>
---	--	--	---

### 6.2.2.2 Семестр 5, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

#### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

Защита курсового проекта проходит в форме доклада и последующего собеседования с преподавателем по вопросам

### Пример задания:

#### Вопросы

1. Каковы достоинства и недостатки микропроцессорных защит в сравнении с защитами на электромеханических и статических реле?
2. Виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов и автотрансформаторов.
3. Перечислите основные и резервные защиты трансформаторов (автотрансформаторов).
4. Перечислите основные и резервные защиты линий электропередачи.
5. Перечислите основные и резервные защиты электродвигателей.
6. Перечислите основные и резервные защиты БСК.
7. Перечислите основные и резервные защиты шин.
8. Объясните принцип действия дифференциальной защиты.
9. Чем вызвано появление тока небаланса в дифференциальной защите трансформатора?
10. Чем обусловлена необходимость цифрового выравнивания токов в плечах дифференциальной защиты трансформаторов и автотрансформаторов по величине и по фазе? Как выполняется это выравнивание?
11. Что такое торможение в дифференциальной защите? Для чего оно применяется? Изобразите характеристику торможения дифференциальной защиты.
12. Как выполняется газовая защита трансформаторов? На что она реагирует? Какие элементы имеет газовое реле?
13. Какое реле применяется для защиты от повреждений внутри бака РПН трансформатора? Объясните его принцип работы.
14. Как выполняется МТЗ трансформатора с пуском по напряжению? Что такое комбинированный пуск защиты по напряжению? Для чего он применяется?
15. Каковы требования к источникам оперативного тока на электростанциях?
16. Назначение испытательных блоков в цепях переменного тока и напряжения защиты. Чем отличаются испытательные блоки в цепях тока и напряжения?
17. Покажите зоны действия дифференциальных защит на поясняющей схеме.
18. Каковы выходные воздействия основных и резервных защит трансформатора.

#### 6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Проект выполнен самостоятельно и в срок, имеет практический характер, содержит элементы новизны и оригинальные технические решения. Обучающийся показал знание теоретического материала по теме проекта, умение анализировать, аргументировать	Проект выполнен самостоятельно, возможно незначительное отступление от срока, проект имеет практический характер, содержит элементы новизны и самостоятельные технические решения. Обучающийся показал знание	Проект выполнен самостоятельно, но с существенными отступлениями от срока. Проект не содержит элементов новизны, приняты только типовые технические решения. Обучающийся не в полной мере владеет теоретическим материалом по теме проекта, слабо проявлено умение анализировать,	Проект выполнен не самостоятельно. Обучающийся не владеет теоретическим материалом по теме проекта, не проявлено умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы. Материал излагается нелогично, имеются грубые недочеты в оформлении проектной документации, графическая часть

<p>свою точку зрения, делать обобщения и выводы. Материал излагается грамотно, логично, последовательно. Оформление отвечает требованиям к проектной документации, графическая часть соответствует требованиям ЕСКД. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты проектирования, адекватно ответить на поставленные вопросы</p>	<p>теоретического материала по теме проекта, однако анализ, аргументация своей точки зрения, обобщения и выводы вызывают у него незначительные затруднения. Материал не всегда излагается логично, последовательно, однако это не мешает целостному восприятию работы. Имеются незначительные недочеты в оформлении проектной документации, графическая часть в целом соответствует требованиям ЕСКД. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты проектирования, однако испытывал затруднения при ответе на отдельные вопросы</p>	<p>аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы. Материал не всегда излагается логично, последовательно. Имеются недочеты в оформлении проектной документации, графическая часть существенно отстает от требований ЕСКД. Во время защиты обучающийся испытывает затруднения в представлении результатов проектирования и в ответах на поставленные вопросы, однако имеет представление об общем назначении и принципах работы проектируемых защит</p>	<p>отсутствует. Во время защиты обучающийся не способен представить результаты проектирования, не имеет представления об общем назначении и принципах работы проектируемых защит</p>
---	--	---	--

## 7 Основная учебная литература

1. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учеб. для вузов по специальности "Электроснабжение" направления подгот. "Электроэнергетика" / В. А. Андреев, 2007. - 639.

2. Выбор типов и расчет уставок релейных защит сетевого района [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине "Релейная защита и автоматика энергетических систем" для специальности 100400 "Электроснабжение" направление 650900 "Электроэнергетика" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2001. - 27.
3. Защита трансформаторов [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторной работе по курсу: "Релейная защита и автоматика энергетических систем" для студентов специальности 100100 электрические станции и специальности 100400 электроснабжение промышленных предприятий и городов / Иркутский гос. технический ун-т, 2001. - 18.
4. Кривенков Владислав Владимирович. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учеб. пособие для вузов по спец. "Электроснабжение пром. предприятий, городов и сел. хоз-ва" / Владислав Владимирович Кривенков, Владимир Николаевич Новелла, 1981. - 328.
5. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебник для вузов по специальности "Электроснабжение" направления подготовки "Электроэнергетика" / В. А. Андреев, 2008. - 639.
6. Максимальная токовая защита ЛЭП [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам по курсу "Релейная защита и автоматика энергетических систем" для студентов специальности 100100 электрические станции и специальности 100104 электроснабжение промышленных предприятий и городов / Иркут. гос. техн. ун-т, 2001. - 14.
7. Поперечная направленная дифференциальная защита параллельных линий [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторной работе по курсу: "Релейная защита и автоматика энергетических систем" для студентов специальности 100100 электрические станции и специальности 100400 электроснабжение промышленных предприятий и городов / Иркутский гос. технический ун-т, 2001. - 11.
8. Выбор и расчет установок релейных защит сетевого района [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению курсового проекта по курсу: "Релейная защита и автоматика энергетических систем" для студентов специальности 100100 электрические станции и специальности 100400 электроснабжение промышленных предприятий и городов / Иркутский гос. технический ун-т, 2001. - 30.
9. Испытание промежуточных реле на постоянном и переменном оперативном токе [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам по курсу: "Релейная защита и автоматика энергетических систем" для студентов специальности 100100 электрические станции и специальности 100400 электроснабжение промышленных предприятий и городов / Иркутский гос. технический ун-т, 2001. - 7.
10. Испытание индукционного реле мощности типа РБМ-170 [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам по курсу: "Релейная защита и автоматика энергетических систем" для студентов специальности 100100 электрические станции и специальности 100400 электроснабжение промышленных предприятий и городов / Иркутский гос. технический ун-т, 2001. - 12.
11. Испытание электромагнитных реле тока РТ-40 и реле напряжения РН-54 [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам по курсу: "Релейная защита и автоматика энергетических систем" для студентов специальности

100100 электрические станции и специальности 100400 электроснабжение промышленных предприятий и городов / Иркутский гос. технический ун-т, 2001. - 8.

## **8 Дополнительная учебная литература и справочная**

1. Федосеев Алексей Михайлович. Релейная защита электроэнергетических систем: Релейн. защита сетей : учеб. пособие для вузов по спец. "Автоматизация пр-ва и распределения электроэнергии" / Алексей Михайлович Федосеев, 1984. - 520 с.
2. Релейная защита и автоматика : метод. указания для курсового и диплом. проектирования электроэнергет. специальностей 140205 "Электр. станции", 140211 "Электроснабжение" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2006. - 46.
3. Релейная защита и автоматика : метод. указания к лаб. работам для специальностей : 140204 (100100)- Электр. станции... / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 47.
4. Релейная защита и автоматика : метод. указания по выполнению лаб. работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2006. - 47.
5. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : конспект лекций для специальности 100100 "Электрические станции": направления 650900 "Электроэнергетика": в 2 ч. / Иркут. гос. техн. ун-т, Каф. электр. станций, сетей и систем; сост. В. В. Нейман. Ч. 1, 2005. - 78.
6. Голубев М. Л. Релейная защита и автоматика подстанций с короткозамыкателями и отделителями / М. Л. Голубев, 1973. - 88,[1].
7. Релейная защита и автоматика электрических систем : сб. науч. тр. / Риж. политехн. ин-т им. А. Я. Пельше, 1984. - 163.
8. Релейная защита и автоматика : метод. указания к лаб. работам для специальности 10.01.04 / Иркут. гос. техн. ун-т, 2001. - 72.
9. Дьяков А. Ф. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : [Учеб. пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" и по специальностям "Релейн. защита и автоматизация энергосистем", "Электр. станции", "Электр. системы и сети" / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко, 2000. - 197.
10. Выбор типов и расчет установок релейных защит сетевого района : методические указания по выполнению курсового проекта по курсу "Релейная защита и автоматика энергетических систем" для специальности 100100 "Электрические станции" и 100104 "Электроснабжение промышленных предприятий и городов" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2001. - 27.
11. Слодарж Михаил Исаакович. Режимы работы, релейная защита и автоматика синхронных электродвигателей / Михаил Исаакович Слодарж, 1977. - 216.
12. Релейная защита и автоматика электрических систем : сб. науч. тр. / Риж. политехн. ин-т им. А. Я. Пельше, 1985. - 185.
13. Релейная защита и автоматика электрических систем : сб. науч. тр. / Риж. техн. ун-т, 1991. - 183.
14. Релейная защита и автоматика электрических систем : сб. науч. тр. / Риж. политехн. ин-т им. А. Я. Пельше, 1987. - 139.

15. Байтер И. И. Релейная защита и автоматика питающих элементов собственных нужд тепловых электростанций / И. И. Байтер, Н. А. Богданова, 1989. - 110.
16. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учеб. по специальности "Электроснабжение" / В. А. Андреев, 1991. - 495.
17. Релейная защита и автоматика : пер. докл. Международ. конф. по большим электр. системам (СИГРЭ-82) / под ред. Д. Д. Левковича, С. Я. Петрова, 1984. - 86.
18. Релейная защита и автоматика современных энергосистем : сборник докладов на международной конференции и выставке, Чебоксары, 9-13 сент. 2007, 2007. - 755.
19. Байтер И. И. Релейная защита и автоматика питающих элементов собственных нужд тепловых электростанций / И. И. Байтер, 1968. - 94.
20. Байтер И. И. Релейная защита и автоматика питающих элементов собственных нужд тепловых электростанций / И. И. Байтер, 1975. - 121.
21. Релейная защита и автоматика : переводы и обзоры доклада Международной конференции по большим электрическим системам (СИГРЭ-80) / под ред. В. А. Семенова, 1982. - 136.
22. Пионкевич В. А. Релейная защита и автоматика в электрических сетях. Базовый уровень : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2020. - 96.
23. Пионкевич В. А. Релейная защита и автоматика в электрических сетях. Моделирование элементов электрических сетей и релейных защит : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2020. - 121.
24. Пионкевич В. А. Релейная защита и автоматика в электрических сетях. Микропроцессорные релейные защиты : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2020. - 103.
25. Голубев М. Л. Релейная защита и автоматика подстанций с короткозамыкателями и отделителями / М. Л. Голубев, 1965. - 65.
26. Пионкевич В. А. Релейная защита и автоматика в электрических сетях : лабораторный практикум / В. А. Пионкевич, 2021. - 116.
27. Релейная защита и автоматика энергосистем : сборник статей / ред.: А. М. Федосеев, В. Г. Дорогунцев, 1974. - 158.
28. Релейная защита и автоматика энергосистем. (По материалам энергосетьпроекта) : сборник статей / ред. Э. П. Смирнов, 1966. - 144.

## **9 Ресурсы сети Интернет**

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. MathWorks\_MatLabR2010b (Simulink - 30, SimPowerSystems - 30)\_511547\_eng
2. Microsoft Office Standard 2010\_RUS\_ поставка 2010\_(артикул 021-09683)
3. PTC\_MathCAD14
4. Autodesk AutoCAD 2008
5. Visio Standard 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel AcademicEdition

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Установка для проверки простых реле У-5053 (ЭУ-5001)
2. Устройство испытательное РЕТОМ-21 с аксссуарами РЕТОМ
3. Устройство испытательное РЕТОМ-51 с аксссуар и стандартный пакет программ РЕТОМ
4. 312726 Установка испытательного напряжения