

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ЭФ  
Полищук

В.И.

## **Рабочая программа дисциплины**

**Код и наименование дисциплины: Б1.В.10 «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»**

**Код и наименование направления подготовки (специальности): 13.03.02  
Электроэнергетика и электротехника**

**Направленность (профиль, специализация): Электроснабжение**

**Статус дисциплины: часть, формируемая участниками образовательных отношений**

**Форма обучения: очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	декан	В.И. Полищук
Согласовал	Зав. кафедрой «ЭПП»	С.О. Хомутов
	руководитель направленности (профиля) программы	А.А. Грибанов

г. Барнаул

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-1	Способен участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования	ПК-1.3	Применяет нормативную документацию при определении параметров и выборе технологического электрооборудования
ПК-2	Способен осуществлять ведение режимов работы технологического электрооборудования	ПК-2.3	Выбирает схемы и алгоритмы работы электротехнических устройств

**2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Информационно-измерительная техника, Метрология, стандартизация и сертификация, Промышленная электроника, Электрическая часть электростанций и подстанций, Электрические и электронные аппараты
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Надежность электроснабжения, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Системы электроснабжения

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося**

**Общий объем дисциплины в з.е. /час: 6 / 216**

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	32	16	16	152	81

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 6**

**Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 3 / 108**

**Форма промежуточной аттестации: Экзамен**

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
16	16	0	76	38

### Лекционные занятия (16ч.)

**1. ВВЕДЕНИЕ. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4,5]**  
 Назначение релейной защиты и автоматики.

Требования к релейной защите.

Принципы построения релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем.

Измерительные преобразователи. Назначение. Особенности работы трансформаторов тока в схемах релейной защиты. Трансформаторы напряжения в схемах релейной защиты

Принципы построения измерительной части релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем

**2. Основные алгоритмы функционирования защит с относительной селективностью {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4,5]**

Выбор видов релейной защиты и автоматики

Максимальные токовые защиты

Схема включения трансформаторов тока и токовых реле

Пример выполнения схемы максимальной токовой защиты

Расчет параметров максимальной токовой защиты

**3. Измерительные преобразователи {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4,5]** Назначение

Особенности работы трансформаторов тока в схемах релейной защиты

Трансформаторы напряжения в схемах релейной защиты

**4. Токовые защиты {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4,5]**

Токовые отсечки

Принцип действия токовой отсечки

Токовые ступенчатые защиты

Пример выполнения схемы токовой ступенчатой защиты

**5. Токовые защиты {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4,5]**

Максимальные токовые направленные защиты

Варианты выполнения реле мощности

Расчет параметров

Схемы максимальных токовых направленных защит

**6. Дистанционная защита {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4,5]** Принцип действия

Характеристики измерительных органов дистанционной защиты

Выполнение измерительных органов дистанционной защиты

**7. Дистанционные защиты {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4,5]** Структурная схема дистанционной защиты

Принципы выполнения блокировки от качаний

Расчет параметров срабатывания дистанционной защиты

8. Основные алгоритмы функционирования защит с абсолютной селективностью {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4,5]

Продольная дифференциальная защита

Поперечная дифференциальная защита

Дифференциально-фазная высокочастотная защита

Лабораторные работы (16ч.)

1. **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКОВОЙ СТУПЕНЧАТОЙ ЗАЩИТЫ РАДИАЛЬНОЙ СЕТИ** {работа в малых группах} (4ч.)[1,2,5] В работе моделируется участок сети, состоящий из двух линий и трансформатора. Анализируются по заданной методике режимы работы сети. Для защиты линии АВ используется трехступенчатая токовая защита, для линии БВ - двухступенчатая, для трансформатора - двухступенчатая. Необходимо определить уставки всех защит и проверить селективность, чувствительность и быстродействие защит.

2. **МАКСИМАЛЬНАЯ ТОКОВАЯ НАПРАВЛЕННАЯ ЗАЩИТА КОЛЬЦЕВОЙ СЕТИ** {работа в малых группах} (4ч.)[1,2,5] В работе моделируется кольцевой участок сети. Анализируются по заданной методике режимы работы сети. Все линии защищаются МТЗ с реле направлением мощности. Необходимо рассчитать уставки, выбрать места установки реле направления мощности. Проверить селективность и чувствительность работы защит

3. **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ** {работа в малых группах} (4ч.)[1,2,5] В работе моделируется участок сети из двух параллельных линий. Для защиты линий используется поперечная дифференциальная защита. Необходимо рассчитать уставки. Проверить селективность и чувствительность защит.

Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования.

4. **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРА НА РЕЛЕ РНТ-565** {работа в малых группах} (4ч.)[1,2,5] Моделируется работа силового трансформатора. Силовой трансформатор защищается продольной дифференциальной защитой на базе реле РНТ-565. Необходимо определить параметры защиты и числа витков уравнивательных обмоток. Проверить работу защиты при включении трансформатора и при коротком замыкании.

Самостоятельная работа (76ч.)

1. Работа с конспектом лекций, учебниками, учебными пособиями, справочниками {творческое задание} (15ч.)[1,3,4,5] Работа с конспектом лекций, учебниками, учебными пособиями, справочниками и т. п.

2. Подготовка к лабораторным работам {творческое задание} (17ч.)[1,3,4,5]

Анализ по заданной методике режимы работы сети. Структурная схема устройств защит. токовые защиты. Определение уставок защит и проверка селективности, чувствительности и быстродействия защит. МТЗ в кольцевых схемах. Дифференциальные защиты. АПВ.

3. подготовка к аттестации {творческое задание} (8ч.)[1,3,4,5] Подготовка согласно контрольных вопросов

4. Подготовка к экзамену {творческое задание} (36ч.)[1,3] Подготовка согласно контрольных вопросов.

*Семестр: 7*

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
16	0	16	76	43

**Лекционные занятия (16ч.)**

1. Особенности защиты основного электрооборудования энергосистем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,3,4,5] Защита трансформаторов и автотрансформаторов

Выбор видов релейной защиты и автоматики

Защита от внутренних повреждений

Токовая отсечка

2. Особенности защиты основного электрооборудования энергосистем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,3,4,5] Защита трансформаторов и автотрансформаторов.

Дифференциальная защита

Выполнение измерительного органа защиты на реле РНТ 565

Дифференциальное реле тока типа РСТ 15

Дифференциальное реле тока с торможением типа ДЗТ 21

Защита трансформаторов на реле типа RET 316

Газовая защита

3. Основные алгоритмы функционирования защит с абсолютной селективностью {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,3,4,5]

Принцип построения продольной дифференциальной защиты,

дифференциально-фазной высокочастотной защиты

Расчет параметров релейной защиты

4. Основные алгоритмы функционирования защит с абсолютной селективностью {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,3,4,5]

Принцип построения поперечной дифференциальной защиты,

Расчет параметров релейной защиты

5. Особенности защиты основного электрооборудования энергосистем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,3,4,5] Защита генераторов

Виды повреждений и ненормальных режимов работы генераторов

Защита генераторов от внутренних повреждений

Поперечная дифференциальная защита

Продольная дифференциальная защита

Защита от замыканий на землю

Защиты от внешних коротких замыканий

Максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению

Токовая защита обратной последовательности

Дистанционная защита

Защита от повышения напряжения

6. Особенности защиты основного электрооборудования энергосистем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,3,4,5] Защита электродвигателей

Виды повреждений и ненормальных режимов работы электродвигателей

Защита электродвигателей от междуфазных замыканий

Защита от перегрузок

Защита от потери питания

Формирование способности осуществлять ведение режимов работы технологического электрооборудования.

7. Автоматика энергосистем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,3,4,5] Методы анализа режимов работы электроэнергетических систем и принципы построения систем автоматизации электроэнергетических систем

Автоматическое повторное включение.

Автоматика повторного включения.

8. Автоматика энергосистем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,3,4,5] Автоматическое регулирование возбуждения генератора.

Устройство резервирования отказа выключателя.

Расчет параметров средств автоматики

**Практические занятия (16ч.)**

1. Токовые защиты {работа в малых группах} (4ч.)[1,3,4] Расчет параметров (уставок) токовой отсечки.

2. Максимальная токовая защита {творческое задание} (4ч.)[1,3,4,5] Расчет параметров (уставок) МТЗ.

3. Дифференциальные защиты {творческое задание} (4ч.)[1,3,4] Определение параметров дифференциальной защиты трансформатора на основе реле РНТ-565

4. Защиты электродвигателя {творческое задание} (4ч.)[1,3,4] Расчет уставок защит электродвигателя

**Самостоятельная работа (76ч.)**

1. Подготовка к практическим занятиям {творческое задание} (47ч.)[1,3,5]

Расчет уставок токовых защит. Расчет уставок МТЗ. Расчет уставок дифференциальных защит. Расчет уставок защит от замыканий на землю. Определение параметров АПВ, АВР, УРОВ.

2. подготовка к аттестации {творческое задание} (20ч.)[1,2,3,4,5] Подготовка согласно контрольных вопросов

3. Подготовка к зачету {творческое задание} (9ч.)[1,2,3,4,5] Подготовка согласно контрольных вопросов.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронной информационно-образовательной среде АлтГТУ:

1. Мусин, Агзам Хамитович.

Методическое пособие по расчету релейной защиты электроустановок для студентов специальности 1004 "Электроснабжение" / А. Х. Мусин ; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова, Каф. "Электрификация пр-ва и быта". - Барнаул : Издательство АлтГТУ, 2012. - 47 с. : ил. - Библиогр.: с. 47. - 3 экз.

2. Полищук, В. И. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : лабораторный практикум по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» для студентов всех форм обучения / В. И. Полищук ; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2020. - Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/polishchuk-v-i-epp-6007cfdd25c29.pdf>

## 6. Перечень учебной литературы

### 6.1. Основная литература

3. Релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие / М. В. Андреев, Н. Ю. Рубан, А. А. Суворов [и др.]. – Томск : Томский политехнический университет, 2018. – 167 с. – ISBN 978-5-4387-0796-7. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/98969.html> (дата обращения: 05.04.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 6.2. Дополнительная литература

4. Бирюлин, В. И. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : учебное пособие / В. И. Бирюлин, Д. В. Куделина. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 164 с. – ISBN

978-5-9729-1037-3. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/123839.html> (дата обращения: 14.09.2022). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

**7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

5. КОПЬЕВ В.Н. Релейная защита. Принципы выполнения и применения: учебное пособие.- Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 153 с.  
<https://docplayer.ru/26159890-Vladimir-kopev-releynaya-zashchita.html>

**8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

**9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Национальная электронная библиотека (НЭБ) – свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

**10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».