

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

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ЭФ

В.И. Полищук

## **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.)[1,3,4,5,6,7]**

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.)[1,3,4,5,6,7]**

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.)[1,3,4,5,6,7]** Назначение

Особенности работы трансформаторов тока в схемах релейной защиты

Трансформаторы напряжения в схемах релейной защиты

#### **4. Токовые защиты {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4,5,6,7]** Токовые отсечки

Принцип действия токовой отсечки

Токовые ступенчатые защиты

Пример выполнения схемы токовой ступенчатой защиты

#### **5. Токовые защиты {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4,5,6,7]** Максимальные токовые направленные защиты

Варианты выполнения реле мощности

Расчет параметров

Схемы максимальных токовых направленных защит

#### **6. Дистанционная защита {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4,5,6,7]** Принцип действия

Характеристики измерительных органов дистанционной защиты

Выполнение измерительных органов дистанционной защиты

**7. Дистанционные защиты {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4,5,6,7]** 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.)[1,3,4,5,6,7]**

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.)[1,2,7]** В работе моделируется участок сети, состоящий из двух линий и трансформатора.

Анализируются по заданной методике режимы работы сети. Для защиты линии АБ 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.)[1,2,7]** 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.)[1,2,7]** 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.)[1,2,7]** Моделируется работа силового трансформатора. Силовой трансформатор защищается продольной дифференциальной защитой на базе реле РНТ-565. Необходимо определить параметры защиты и числа витков уравнительных 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.)[1,3,4,5,6,7]** Работа с конспектом лекций, учебниками, учебными пособиями, справочниками и т. п.

**2. Подготовка к лабораторным работам {творческое задание} (17ч.)[1,3,4,5,7]** 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.)[1,3,4,5,7]** Подготовка согласно контрольных вопросов

**4. Подготовка к экзамену {творческое задание} (36ч.)[1,3,4,6]** 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.)[1,2,3,4,5,6,7]** 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.)[1,2,3,4,5,6,7]** 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.)[1,2,3,4,5,6,7]**

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.)[1,2,3,4,5,6,7]**

Принцип построения поперечной дифференциальной защиты,  
Расчет параметров релейной защиты

**5. Особенности защиты основного электрооборудования энергосистем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** 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.)[1,2,3,4,5,6,7]** 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.)[1,2,3,4,5,6,7]** 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.)[1,2,3,4,5,6,7]** Автоматическое регулирование возбуждения генератора.

Устройство резервирования отказа выключателя.

Расчет параметров средств автоматики

### **Практические занятия (16ч.)**

**1. Токовые защиты {работа в малых группах} (4ч.)[1,3,5,6]** Расчет параметров (уставок) токовой отсечки.

**2. Максимальная токовая защита {творческое задание} (4ч.)[1,3,5,6]** Расчет параметров (уставок) МТЗ.

**3. Дифференциальные защиты {творческое задание} (4ч.)[1,3,5,6]** Определение параметров дифференциальной защиты трансформатора на основе реле РНТ-565

**4. Защиты электродвигателя {творческое задание} (4ч.)[1,3,5,6]** Расчет уставок

защит электродвигателя

### **Самостоятельная работа (76ч.)**

- 1. Подготовка к практическим занятиям {творческое задание} (47ч.)[1,3,6,7]**  
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.)[1,2,3,4,5,6,7]**  
Подготовка согласно контрольных вопросов
- 3. Подготовка к зачету {творческое задание} (9ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** Подготовка согласно контрольных вопросов.

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

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

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. Андреев, Василий Андреевич.

Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : [учеб. для вузов по специальности "Электроснабжение" направления "Электроэнергетика"] / В. А. Андреев. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2006. - 640 с. : ил. - Библиогр.: с. 625-634. - Предм. указ.: с. 621-624. - 3000 экз. - ISBN 5-06-004826-8 : 416.50 р., 436.82 р., 69 экземпляров.

4. Булычев, А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях : учебное пособие / А.В. Булычев, А.А. Наволочный. — Москва : ЭНАС, 2017. — 208 с. — ISBN 978-5-4248-0006-1. — Текст : электронный // Электронно-

библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104577> (дата обращения: 07.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 6.2. Дополнительная литература

5. Аполлонский, С.М. Электрические аппараты управления и автоматики : учебное пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев, В.Я. Фролов. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-2605-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96241> (дата обращения: 07.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Векторные диаграммы в схемах релейной защиты и автоматики : учебное пособие / составитель Ф.Д. Кузнецов ; под редакцией Б.А. Алексеева. — Москва : ЭНАС, 2017. — 62 с. — ISBN 978-5-4248-0127-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104552> (дата обращения: 07.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

7. 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.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## 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.



<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	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».