

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.08**

Цифровые технологии релейной защиты и автоматики

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++zm130401.30-1\_23-13.plx

Кафедра:  Автоматизированного электропривода и электротехники

Направление подготовки:  
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Электротехническое оборудование энергетических комплексов  
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
2	УП	8	4	51	9	Экзамен
	РПД	8	4	51	9	
Итого	УП	8	4	51	9	
	РПД	8	4	51	9	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

старший преподаватель

Кузнецов В.Ю

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизированного электропривода и электротехники

Благодарный Н.С.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Благодарный Н.С.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** формирование знаний о принципах организации и технической реализации цифровой релейной защиты и автоматизации энергетических комплексов

**1.2 Задачи дисциплины:**

усвоение студентами основных принципов выполнения защит, как отдельных элементов, так и систем в целом, а также основных положений по расчету систем релейной защиты, выполненных на различной элементной базе

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Интеллектуальные системы управления

Современные технологии управления

Электротехническое оборудование теплоэнергетических производств

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-1: Способен формировать инженеринговые решения по замене и модернизации электротехнического оборудования объектов профессиональной деятельности</b>
<b>Знать:</b> назначение, требования, принципы выполнения, характеристики, схемы, элементную базу, номенклатуру выпускаемых промышленностью устройств релейной защиты и автоматики, для выполнения технологических операций
<b>Уметь:</b> использовать методы оценки и выбора рациональных параметров функционирования при разработке вариантов организации технических и технологических решений по совершенствованию и модернизации электротехнического оборудования
<b>Владеть:</b> методами расчета параметров устройств релейной защиты и автоматики
<b>ПК-4: Способен разрабатывать концепции и техническое задание на проектирование автоматизированной системы управления технологическими процессами</b>
<b>Знать:</b> нормативную базу для проектирования РЗА и принципы построения релейной защиты. Основные принципы построения токовых и дистанционных релейных защит электротехнического оборудования
<b>Уметь:</b> осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; составлять и оформлять типовую техническую документацию.
<b>Владеть:</b> навыками разработки технических и организационных мероприятий по подготовке испытаний и оценки характеристики технических средств релейной защиты.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Принципы построения релейной защиты	2				
Тема 1. Введение. Повреждения и ненормальные режимы работы оборудования энергетических комплексов		0,5		10	ГД
Тема 2. Назначение, структура и принципы построения релейной защиты и автоматики. Используемая информация и её обработка в цифровой релейной защите.		0,5	0,5		ГД
Раздел 2. Основные элементы цифровой релейной защиты					
Тема 3. Устройства релейной защиты и автоматики на микроэлектронной элементной базе		0,5	0,5		ГД
Тема 4. Реле защиты, выполняемые на операционных усилителях и интегральных микросхемах.		0,5		10	ГД
Раздел 3. Цифровые измерительные органы релейной защиты					
Тема 5. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Основные разновидности и классификация измерительных трансформаторов.		0,5	0,5	10	ГД
Тема 6. Цифровые измерительные органы релейной защиты и контроль за исправностью цифровых защит.		0,5	0,5	10	ГД
Раздел 4. Основные алгоритмы функционирования защит с относительной селективностью					
Тема 7. Максимальные токовые защиты и токовые отсечки. Принцип действия максимальной токовой защиты.	1	0,5	5	ГД	

Тема 8. Токовая цифровая защита, защита от перегрузки и от междофазных коротких замыканий. Цифровая токовая отсечка.	2		6	ГД
Раздел 5. Особенности защиты основного электрооборудования энергосистем				
Тема 9. Защита трансформаторов, электрических машин и шин станций и подстанций. Оценка цифровой релейной защиты	2	1,5		ГД
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	8	4	51	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5		6,5	
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	14,5		57,5	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-1	Имеет достаточное представление о базовых элементах релейной защиты и автоматики, принципе их действия и особенностях применения. Показывает способность участвовать в проектировании систем основных принципов выполнения защит, как отдельных элементов, так и систем в целом. Использует теоретические знания для расчетов и испытаний систем релейной защиты, выполненных на различной элементной базе.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания
ПК-4	Излагает теоретические положения относительно режимов работы типовых устройств релейной защиты и автоматики Демонстрирует умение анализировать работу устройств в выбранном режиме. Показывает способность рассчитывать характеристики и параметры соответствующих режимов работы устройств РЗиА	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание устройства, назначения, принципа действия, характеристик и параметров элементов РЗиА ; обучающийся свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях в оцениваемой области при ответах; усвоил основную и хорошо знаком с дополнительной учебной литературой.	
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом хороший, основан на обязательных источниках информации; обучающийся допускает несущественные ошибки при ответах	

	на экзамене и на дополнительные вопросы преподавателя.	
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный, основанный только на лекционном материале; обучающийся показывает знание учебного материала в минимальном объеме; знает основные элементы и схемы РЗА, но при этом допускает большое количество не принципиальных неточностей; допускает существенные ошибки в ответах на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний по дисциплине; не может пояснить принцип работы и характеристики базовых элементов РЗА.	

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 2	
1	Основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты
2	Виды повреждений и ненормальные режимы работы электрооборудования.
3	Назначение, структура и принцип построения РЗА, Используемая информация и ее обработка в цифровых РЗ.
4	Цифровая дискретизация аналоговых сигналов..
5	Реле защиты, выполненные на ОУ и ИМС
6	Особенности работы трансформаторов тока в схемах релейной защиты
7	Использование пусковых и блокирующих сигналов в МТЗ
8	Чем отличается АПВ сложных сетей от АПВ радиальных (простых) электрических сетей?
9	Особенности выполнения цифровых дифференциальных защит трансформаторов
10	Какой основной признак используется для автоматического повторного включения (АПВ) элементом СЭС?
11	Особенности функционирования ТТ в динамических режимах и режимах насыщения.
12	Характеристика намагничивания сердечника трансформатора.
13	Назначение микропроцессора (МП) в структурной схеме ЦРЗ.
14	Как определяется ток срабатывания для токовой отсечки (защиты) высоковольтного асинхронного двигателя
15	Общие принципы выполнения защит электродвигателей
16	Защиты от междофазных коротких замыканий
17	Особенности работы трансформаторов тока в схемах релейной защиты
18	Основные узлы реле защиты, выполненных на операционных усилителях
19	Особенности работы трансформаторов тока в схемах релейной защиты
20	Защиты от замыканий на землю в обмотке статора

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Назначение релейной защиты. Нарисовать структурную схему.
2. Функциональное назначение основных узлов структурной схемы РЗ выполненных на микропроцессорной элементной базе?
3. Нарисовать схему передачи информации с использованием волоконно-оптического канала связи.
4. Нарисовать функциональную схему цифровой защиты от перегрузок.
5. Изобразить варианты соединения источника сигнала  $E_c$  с нагрузкой  $R_n$  экранированным кабелем для снижения уровня наводок в условиях электромагнитных помех.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Время на подготовку ответа 30 минут
- Возможность пользоваться списком разрешенных формул;
- В течении семестра выполняется контрольная работа;

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Агафонов, А. И., Бростилова, Т. Ю., Джазовский, Н. Б.	Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2020	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/98355.html">http://www.iprbooks.hop.ru/98355.html</a>
Шелушенина, О. Н., Добросотских, И. И., Синельникова, С. Н., Ведерников, А. С.	Релейная защита электрооборудования электрических станций, сетей и систем	Саратов: Профобразование	2021	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/106851.html">http://www.iprbooks.hop.ru/106851.html</a>
Куксин, А. В.	Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения	Саратов, Москва: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа	2020	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/94931.html">http://www.iprbooks.hop.ru/94931.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Гуревич, В. И.	Устройства электропитания релейной защиты. Проблемы и решения	Москва: Инфра-Инженерия	2013	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/13561.html">https://www.iprbooks.hop.ru/13561.html</a>
Ершов, А. М.	Релейная защита в системах электроснабжения напряжением 0,38-110 кВ	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2020	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/98353.html">http://www.iprbooks.hop.ru/98353.html</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

- Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
- Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
- ГОСТ База стандартов. Общероссийский классификатор стандартов. Электротехника. [Электронный ресурс]. URL: <https://engeneqr.ru/oks/elektrotehnika>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска