

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт электроэнергетики (ИНЭЛ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Дарьенков А.Б.

подпись

ФИО

“ 30 ” _____ июня _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.5 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение и релейная защита

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки 2022

Выпускающая кафедра ЭССЭ

Кафедра-разработчик ЭССЭ

Объем дисциплины 180/5
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет с оценкой

Разработчик: Куликов А.Л., д.т.н., профессор

Нижний Новгород, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28 февраля 2018 г. N 144 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от _____ № _____

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ЭССЭ протокол от 20.01.2023 № 3
Зав. кафедрой к.т.н, доцент Севостьянов А.А. _____

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ, Протокол от 23.06.2023 № 5

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ _____ № _____
Начальник МО _____

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1 Цель освоения дисциплины:	4
1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	11
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	31
5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	31
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	33
6.1 Учебная литература	33
6.2 Справочно-библиографическая литература.....	33
6.3 Перечень журналов по профилю дисциплины:	33
6.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	34
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	34
7.1 Перечень информационных справочных систем.....	34
Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	34
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	35
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	35
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	37
10.1 ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	37
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа	38
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	39
10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся.....	39
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	40
11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости.....	40
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ	40
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена.....	40

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение анализа электрических цепей для нужд релейной защиты, а также их моделирования, изучения уставок релейной защиты в распределительных электрических сетях, знание основных видов релейной защиты в распределительных электрических сетях и принципов их функционирования.

1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):

- Изучение особенностей и приемов моделирования переходных процессов в электрических цепях для релейной защиты;
- Изучение основных видов релейной защиты в распределительных электрических сетях и принципы их функционирования;
- Выполнение чертежей релейной защиты в электроэнергетических системах и сетях

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем включена в перечень базовой части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность Б1.В.ОД.5. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объёме программы магистратуры. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» являются Электроэнергетические системы и сети, Электрические и электронные аппараты, Электрические станции и подстанции, Физические основы электроники.

Дисциплина Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Проектная практика, Преддипломная практика, Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР.

Рабочая программа дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1.1- Формирование компетенций дисциплинами очной формы обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Электрические станции и подстанции ПКС-3							X	
Электрические и электронные аппараты ПКС-3					X			
Электроэнергетические системы и сети ПКС-3								X
Техника высоких напряжений ПКС-3							X	
Электроснабжение ПКС-3								X
Энергетические ресурсы и установки ПКС-3					X			
Электроэнергетика ПКС-3							X	
Воздушные и кабельные ЛЭП ПКС-3					X			
Теория автоматического управления ПКС-3						X		
Автоматизация и информатизация ЭЭС ПКС-3						X		
Элементы автоматических устройств ПКС-3					X			
Электрическое освещение ПКС-3					X			
Проектирование систем освещения промышленных предприятий ПКС-3					X			
Ознакомительная практика ПКС-3				X				
Проектная практика ПКС-3					X			
Преддипломная практика ПКС-3								X
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-3								X
Автоматизация и информатизация СЭСЭ ПКС-5						X		
Компьютерное моделирование систем электроснабжения ПКС-5							X	
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-5								X

Таблица 1.2- Формирование компетенций дисциплинами заочной формы обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Курсы, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»				
	1	2	3	4	5
<i>Электрические станции и подстанции ПКС-3</i>				X	
<i>Электрические и электронные аппараты ПКС-3</i>				X	
<i>Электроэнергетические системы и сети ПКС-3</i>					X
<i>Техника высоких напряжений ПКС-3</i>				X	
<i>Электроснабжение ПКС-3</i>					X
<i>Энергетические ресурсы и установки ПКС-3</i>			X		
<i>Электроэнергетика ПКС-3</i>					X
<i>Воздушные и кабельные ЛЭП ПКС-3</i>			X		
<i>Теория автоматического управления ПКС-3</i>			X		
<i>Автоматизация и информатизация ЭЭС ПКС-3</i>					X
<i>Электрическое освещение ПКС-3</i>				X	
<i>Проектирование систем освещения промышленных предприятий ПКС-3</i>				X	
<i>Ознакомительная практика ПКС-3</i>		X			
<i>Проектная практика ПКС-3</i>				X	
<i>Преддипломная практика ПКС-3</i>					X
<i>Автоматизация и информатизация СЭСЭ ПКС-5</i>					X
<i>Компьютерное моделирование систем электроснабжения ПКС-5</i>					X

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-3. Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПКС-3.1. Способен выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности ИПКС-3.2. Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию ИПКС-3.3. Способен осуществлять выбор оборудования	Знать: - данные для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности (ИПКС-3.1) - типовую техническую документацию (ИПКС-3.2) - выбор оборудования (ИПКС-3.3)	Уметь: - выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности (ИПКС-3.1) - составлять и оформлять типовую техническую документацию (ИПКС-3.2) - осуществлять выбор оборудования (ИПКС-3.3)	Владеть: - способностью выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности (ИПКС-3.1) - способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию (ИПКС-3.2) - способностью осуществлять выбор оборудования (ИПКС-3.3)	Тестирование в системе E-learning. (60 вопросов)	Вопросы для устного собеседования. (33вопроса)
ПКС-5. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности *	ИПКС-5.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности. ИПКС-5.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности.	Знать: - постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области (ИПКС-5.1);	Уметь: - планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента в профессиональной деятельности (ИПКС-5.1); - работать на современной электронно-вычислительной техники с объектами профессиональной деятельности (ИПКС-5.2);	Владеть: - методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности (ИПКС-5.1). - навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике (ИПКС-5.2).	Тестирование в системе E-learning. (60 вопросов)	Вопросы для устного собеседования. (33вопроса)

16.020 Специалист по организации эксплуатации воздушных и кабельных муниципальных линий электропередачи
В «Руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту муниципальных линий электропередачи»
Трудовая функция (ПКС-3): В/01.6 Планирование и контроль деятельности по эксплуатации муниципальных линий электропередачи
Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- Разработка проектной, эксплуатационной, технической и технологической рабочей документации

Трудовые умения:

- Контролировать исправное состояние, эффективную и безаварийную работу линий электропередачи

Трудовые знания:

- Технологии производства работ по эксплуатации элементов линий электропередачи

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5зач.ед. 180 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		№ сем 8
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	74	74
1.1.Аудиторная работа,в том числе:	70	70
занятия лекционного типа (Л)	30	30
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	20	20
лабораторные работы (ЛР)	20	20
1.2.Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	106	106
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	106	106
Подготовка к экзамену (контроль)	-	-

Для студентов заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по курсам
		№ курса 4
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	31	31
1.3.Аудиторная работа, в том числе:	26	26
занятия лекционного типа (Л)	12	12
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	8	8
лабораторные работы (ЛР)	6	6
1.4.Внеаудиторная, в том числе	5	5
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	3	3
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	145	145
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	145	145
Подготовка к экзамену (контроль)	4	4

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4-Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
8 семестр									
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3 ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2	Раздел 1. Введение								
	Тема 1.1.Общие сведения о релейной защите Назначение релейной защиты. Развитие техники релейной защиты. Функции релейной защиты и основные требования, предъявляемые к ее свойствам	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 1.2. Принципы организации систем защиты Основные принципы построения защит. Элементы защиты, реле и их разновидности. Способы воздействия защиты на выключатель. Источники оперативного тока	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Раздел 2.Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей и основных электроприемников								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема 2.1. Повреждения в электрических сетях Виды повреждений. Ненормальные режимы работы. Междуфазные короткие замыкания. Однофазные короткие замыкания. Однофазные замыкания на землю. Двойные замыкания на землю. Токи в линии при повреждении на стороне низшего напряжения трансформаторов приемной подстанции.	1,5			5	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Практическая работа № 1 Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей и основных электроприемников			5	5	Подготовка к ПР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Лабораторная работа № 1 Трансформаторы тока		5		5	Подготовка к ЛР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Тема 2.2. Влияние процессов в электрических сетях на построение релейных защит Общие вопросы выполнения защиты линий от К.З. Защиты с относительной и абсо-	0,5				3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- диккаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятельная ра- бота студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	лютной селективностью.								
Раздел 3.Применение основных типов релейных защит. Расчёты и выбор параметров аппаратов									
	Тема 3.1. Максимальные токовые защиты Максимальные токовые защиты. Принцип действия. Способы выполнения максимальных токовых защит. Выдержка времени максимальной токовой защиты и ее ступень. Чувствительность максимальной токовой защиты. Максимальная токовая защита с пуском (блокировкой) от реле минимального напряжения. Максимальная защита на переменном оперативном токе. Общая оценка и область применения максимальной токовой защиты.	2			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Практическая работа № 2 Применение основных типов релейных защит. Расчёты и выбор параметров аппаратов			5	5	Подготовка к ЛР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Лабораторная работа № 2 Аппаратная база релейной защиты		5		5	Подготовка к ЛР [6.1.1.] [6.1.2.]			

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- диккаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятельная ра- бота студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
						[6.1.3.] [6.1.4.]			
	Тема 3.2. Работа трансформаторов тока в схемах релейной защиты Работа трансформаторов тока в схемах релейной защиты. Условия работы трансформаторов тока. Требования к точности работы трансформаторов тока. Схемы соединения трансформаторов тока и цепей тока реле. Выбор трансформаторов тока и допустимой вторичной нагрузки.	2			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Практическая работа № 3 Применение основных типов релейных защит. Расчёты и выбор параметров аппаратов			5	5	Подготовка к ПР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Лабораторная работа № 3 Аппаратная база релейной защиты		5		5	Подготовка к ЛР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Тема 3.3. Токовая отсечка Принцип действия, ток срабатыва-	2			3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная	1	

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- диккаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятельная ра- бота студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	ния, зона действия. Схемы отсечек. Способы расширения зоны, защищаемой отсечкой. Общая оценка и область применения токовых отсечек.					[6.1.2.] [6.1.3.]			
	Практическая работа № 4 Применение основных типов релейных защит. Расчёты и выбор параметров аппаратов			5	5	Подготовка к ПР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Лабораторная работа № 4 Аппаратная база релейной защиты		5		5	Подготовка к ЛР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Тема 3.4. Токовые направленные защиты. Принцип действия. Максимальная токовая направленная защита. Зона каскадного действия и мертвая зона защиты. Первые и вторые ступени токовых направленных защит. Требования, предъявляемые к реле направления мощности. Схемы включения реле направления мощности. Оценка токовой направленной защиты.	1,5			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема 3.5. Защиты от замыканий на землю. Общие сведения. Максимальная защита нулевой последовательности. Токовые направленные защиты нулевой последовательности. Оценка и область применения защиты нулевой последовательности. Токи и напряжения при однофазном замыкании на землю. Основные требования к защите. Принципы выполнения защиты от замыканий на землю. Ток срабатывания и чувствительность защиты, реагирующей на емкостной ток в сети.	2			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 3.6. Дифференциальные токовые защиты линий. Принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты. Ток небаланса. Особенности выполнения продольной дифференциальной защиты линий. Оценка продольной дифференциальной защиты. Поперечная дифференциальная токовая защита. Пусковые органы поперечной дифференциальной защиты. Схемы и область применения поперечных дифференциальных защит.	2			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема 3.7. Защиты синхронных генераторов. Защита от междуфазных коротких замыканий в обмотке статора. Защиты от замыканий между витками одной фазы. Защита от замыканий обмотки статора на корпус. Защита от внешних коротких замыканий и перегрузок. Защита ротора.	2			4	подготовка лекциям к [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 3.8. Защита трансформаторов и автотрансформаторов. Защита от внешних коротких замыканий и защита от перегрузок. Токовая отсечка. Дифференциальная защита и особенности ее применения на трансформаторах. Газовая защита. Особенности защиты трансформаторов без выключателей на стороне высшего напряжения.	2			3	подготовка лекциям к [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 3.9. Защита электродвигателей. Защита асинхронных электродвигателей. Защита от междуфазных коротких замыканий. Защита от однофазных замыканий. Защита от перегрузок. Защита минимального напряжения. Защита синхронных электродвигателей. Защита от асин-	1,5			3	подготовка лекциям к [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	хронного режима.								
	Тема 3.10. Особенности защиты специальных электроустановок Особенности защиты мощных выпрямительных установок. Особенности защиты трансформаторов дуговых электропечных установок. Защита конденсаторных установок. Защита шин и токопроводов.	1,5			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Раздел 4. Резервирование отказов, системная и противоаварийная автоматика								
	Тема 4.1. УРОВ. Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ). Описание, область применения.	1			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 4.2. АПВ. Требования к устройствам, классификация устройств. Влияние на работу АПВ линий с односторонним питанием двигательной нагрузки. Особенности выполнения АПВ на ЛЭП с двухсторонним питанием.	1,5			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 4.3. АВР. Требования к устройствам АВР. Классификация устройств АВР. Схемы АВР на постоянном и переменном оперативном токе. Совместная работа АВР с релейной	1			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	защитой и другими видами автоматики. Селективность АВР. Пуск АВР при отсутствии синхронной нагрузки. Расчёт уставок устройств АВР. Пуск АВР на подстанциях, питающих синхронную нагрузку								
	Тема 4.4. Регулирование напряжения. Способы регулирования напряжения в системах электроснабжения и требования к регуляторам (статизм, зона действия, зона нечувствительности). Автоматическое управление режимами батарей статических конденсаторов. Токовая компенсация у регуляторов напряжения трансформаторов на подстанциях. Требования к точности регулирования напряжения на трансформаторах подстанций. Зона нечувствительности.	2			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 4.5. Противоаварийная автоматика. Основные виды противоаварийной автоматики в энергосистемах и энергообъединениях. АЧР. Регулирующий эффект нагрузки при аварийном снижении частоты. Категории АЧР. Уставки по частоте и вре-	2			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- диккаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятельная ра- бота студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	мени. Мощность нагрузки, присоединяемая к разным категориям АЧР. Последствия снижения частоты в электроэнергетических системах. Допустимые аварийные понижения частоты в ЭЭС.								
	РГР								
	Контрольная								
	Курсовой проект / работа								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	30	20	20	106				
	ИТОГО по дисциплине	30	20	20	106				

Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов заочного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
4 курс									
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3 ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2	Раздел 1. Введение								
	Тема 1.1.Общие сведения о релейной защите Назначение релейной защиты. Развитие техники релейной защиты. Функции релейной защиты и основные требования, предъявляемые к ее свойствам	0,5			3	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 1.2. Принципы организации систем защиты Основные принципы построения защит. Элементы защиты, реле и их разновидности. Способы воздействия защиты на выключатель. Источники оперативного тока	0,5			3	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Раздел 2.Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей и основных электроприемников								
	Тема 2.1. Повреждения в электрических сетях Виды повреждений. Ненормальные режимы работы. Междофазные короткие замыкания. Однофазные короткие замыкания. Однофазные замыкания на землю.	0,5			5	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Двойные замыкания на землю. Токи в линии при повреждении на стороне низшего напряжения трансформаторов приемной подстанции.								
	Практическая работа № 1 Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей и основных электроприемников			2	9	Подготовка к ПР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Лабораторная работа № 1 Трансформаторы тока		1,5		10	Подготовка к ЛР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Тема 2.2.Влияние процессов в электрических сетях на построение релейных защит Общие вопросы выполнения защиты линий от К.З. Защиты с относительной и абсолютной селективностью.	0,5			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная		
	Раздел 3.Применение основных типов релейных защит. Расчёты и выбор параметров аппаратов								
	Тема 3.1. Максимальные токовые защиты Максимальные токовые защиты. Принцип действия. Способы вы-	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- дикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятельная ра- бота студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	полнения максимальных токовых защит. Выдержка времени макси- мальной токовой защиты и ее сту- пень. Чувствительность максимал- ной токовой защиты. Максимальная токовая защита с пуском (блоки- ровкой) от реле минимального напряжения. Максимальная защита на переменном оперативном токе. Общая оценка и область примене- ния максимальной токовой защиты.								
	Практическая работа № 2 Применение основных типов ре- лейных защит. Расчёты и выбор параметров аппаратов			2	10	Подготовка к ПР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Лабораторная работа № 2 Аппаратная база релейной защи- ты		1,5		10	Подготовка к ЛР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Тема 3.2. Работа трансформаторов тока в схемах релейной защи- ты Работа трансформаторов тока в схемах релейной защиты. Условия работы трансформаторов тока. Тре-	0,5			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- дикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятельная ра- бота студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	бования к точности работы транс- форматоров тока. Схемы соедине- ния трансформаторов тока и цепей тока реле. Выбор трансформаторов тока и допустимой вторичной нагрузки.								
	Практическая работа № 3 Применение основных типов ре- лейных защит. Расчёты и выбор параметров аппаратов			2	10	Подготовка к ПР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Лабораторная работа № 3 Аппаратная база релейной защиты		1,5		10	Подготовка к ЛР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Тема 3.3. Токовая отсечка Принцип действия, ток срабаты- вания, зона действия. Схемы отсечек. Способы расширения зоны, защи- щаемой отсечкой. Общая оценка и область применения токовых отсе- чек.	0,5			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Практическая работа № 4 Применение основных типов ре- лейных защит. Расчёты и выбор параметров аппаратов			2	10	Подготовка к ПР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
						[6.1.4.]			
	Лабораторная работа № 4 Аппаратная база релейной защиты		1,5		10	Подготовка к ЛР [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
	Тема 3.4. Токовые направленные защиты. Принцип действия. Максимальная токовая направленная защита. Зона каскадного действия и мертвая зона защиты. Первые и вторые ступени токовых направленных защит. Требования, предъявляемые к реле направления мощности. Схемы включения реле направления мощности. Оценка токовой направленной защиты.	0,5			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 3.5. Защиты от замыканий на землю. Общие сведения. Максимальная защита нулевой последовательности. Токовые направленные защиты нулевой последовательности. Оценка и область применения защиты нулевой последовательности. Токи и напряжения при однофазном за-	0,5			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	мыкании на землю. Основные требования к защите. Принципы выполнения защиты от замыканий на землю. Ток срабатывания и чувствительность защиты, реагирующей на емкостной ток в сети.								
	Тема 3.6. Дифференциальные токовые защиты линий. Принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты. Ток небаланса. Особенности выполнения продольной дифференциальной защиты линий. Оценка продольной дифференциальной защиты. Поперечная дифференциальная токовая защита. Пусковые органы поперечной дифференциальной защиты. Схемы и область применения поперечных дифференциальных защит.	0,5			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 3.7. Защиты синхронных генераторов. Защита от междуфазных коротких замыканий в обмотке статора. Защиты от замыканий между витками одной фазы. Защита от замыканий обмотки статора на корпус. Защита от внешних коротких замыканий и перегрузок. Защита ротора.	0,5			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема 3.8. Защита трансформаторов и автотрансформаторов. Защита от внешних коротких замыканий и защита от перегрузок. Токовая отсечка. Дифференциальная защита и особенности ее применения на трансформаторах. Газовая защита. Особенности защиты трансформаторов без выключателей на стороне высшего напряжения.	1			3	подготовка лекциям к [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 3.9. Защита электродвигателей. Защита асинхронных электродвигателей. Защита от междуфазных коротких замыканий. Защита от однофазных замыканий. Защита от перегрузок. Защита минимального напряжения. Защита синхронных электродвигателей. Защита от асинхронного режима.	0,5			3	подготовка лекциям к [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 3.10. Особенности защиты специальных электроустановок Особенности защиты мощных выпрямительных установок. Особенности защиты трансформаторов дуговых электропечных установок. Защита конденсаторных установок. Защита шин и токопроводов.	0,5			4	подготовка лекциям к [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Раздел 4. Резервирование отказов, системная и противоаварийная автоматика								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема 4.1. УРОВ. Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ). Описание, область применения.	0,5			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 4.2. АПВ. Требования к устройствам, классификация устройств. Влияние на работу АПВ линий с односторонним питанием двигательной нагрузки. Особенности выполнения АПВ на ЛЭП с двухсторонним питанием.	0,5			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 4.3. АВР. Требования к устройствам АВР. Классификация устройств АВР. Схемы АВР на постоянном и переменном оперативном токе. Совместная работа АВР с релейной защитой и другими видами автоматики. Селективность АВР. Пуск АВР при отсутствии синхронной нагрузки. Расчёт уставок устройств АВР. Пуск АВР на подстанциях, питающих синхронную нагрузку	1			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	Тема 4.4. Регулирование напряжения. Способы регулирования напряжения в системах электроснабжения и требования к регуляторам (статизм,	1			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- диккаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятельная ра- бота студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	зона действия, зона нечувствительности). Автоматическое управление режимами батарей статических конденсаторов. Токовая компенса- ция у регуляторов напряжения трансформаторов на подстанциях. Требования к точности регулирова- ния напряжения на трансформато- рах подстанций. Зона нечувстви- тельности.								
	Тема 4.5. Противоаварийная ав- томатика. Основные виды противоаварийной автоматики в энергосистемах и энергообъединениях. АЧР. Регули- рующий эффект нагрузки при ава- рийном снижении частоты. Катего- рии АЧР. Уставки по частоте и вре- мени. Мощность нагрузки, присо- единяемая к разным категориям АЧР. Последствия снижения частоты в электроэнергетических систе- мах. Допустимые аварийные пони- жения частоты в ЭЭС.	1			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная	1	
	РГР								
	Контрольная								
	Курсовой проект / работа								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	12	6	8	145				
	ИТОГО по дисциплине	12	6	8	145				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

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

5.1.1. Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе: https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/379

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

5.1.2 При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе: https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/379

.

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПКС-3.1. Способен выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности ИПКС-3.2. Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию ИПКС-3.3. Способен осуществлять выбор оборудования	Непонимание принципов сбора и анализа данных для обоснования и проектирования элементов релейной защиты Не знает правил оформления технической документации Непонимание принципов выбора оборудования релейной защиты	Фрагментарное знание принципов сбора и анализа данных для обоснования и проектирования элементов релейной защиты Поверхностное знание правил оформления технической документации Частичное знание принципов выбора оборудования релейной защиты	Достаточно хорошее знание принципов сбора и анализа данных для обоснования и проектирования элементов релейной защиты Достаточно хорошее знание правил оформления технической документации Достаточно хорошее знание принципов выбора оборудования релейной защиты	Глубокое знание принципов сбора и анализа данных для обоснования и проектирования элементов релейной защиты Глубокое знание правил оформления технической документации Глубокое знание принципов выбора оборудования релейной защиты
ПКС-5. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПКС-5.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности. ИПКС-5.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности.	Непонимание проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области Не знание цифровые технологии в профессиональной деятельности	Фрагментарное знание проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области Поверхностное знание цифровые технологии в профессиональной деятельности	Достаточно хорошее знание проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области Достаточно хорошее знание цифровые технологии в профессиональной деятельности	Глубокое знание проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области Глубокое знание цифровые технологии в профессиональной деятельности

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

- 6.1.1 Куликов А.Л. Курс лекций Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем. Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
- 6.1.2 Шарыгин М.В., Зуй С.А. Релейная защита и автоматизация : Комплекс учебно-метод.материалов. Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2006. - 76 с.
- 6.1.3. Русина, А.Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник / А.Г. Русина, Т.А. Филиппова. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 400 с. : табл., граф., схем., ил. - (Учебники НГТУ). - Библиогр.: с. 361- 362. - ISBN 978-5-7782-2463-6 [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436047>.
- 6.1.4 Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : Учебник - 6-е изд.,стер. - М. :Выш.шк., 2008.

6.2 Справочно-библиографическая литература.

учебники и учебные пособия

- 6.2.1 Басс Э.И., Дорогунцев В.Г. Релейная защита электроэнергетических систем : Учеб.пособие / Под ред.А.Ф.Дьякова. - 2-е изд.,стер. - М. : Изд.дом МЭИ, 2006. - 296 с.
- 6.2.2. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем :Учеб.пособие для техникумов. - Изд.1998 г.,стер. - М. : Энергоатомиздат, 2007. - 800 с.

6.3 Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 6.3.1. Научно-технический журнал "Интеллектуальная электротехника"
- 6.3.2. Научно-технический журнал "Электроэнергия: Передача и распределение"
- 6.3.3. Научно-технический журнал "Энергобезопасность и энергосбережение"

6.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу:

https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/379

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1 Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	eLIBRARY	https://elibrary.ru/
5	Электронная библиотека НГТУ	https://library.nntu.ru/

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
-	SMath Studio
-	P7-Офис

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.ntnu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети

«Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Ауд. 1321 Лаборатория "Имитационного моделирования, цифровой подстанции, релейной защиты и автоматизации"	1. Отечественный управляющий вычислительный комплекс СМ 1820М; 2. Отечественные промышленные контроллеры серии DCS-2000; 3. Цифровые осциллографы LeCroy WP 735Zi-A, GDA-806S, DC1204B; 4. Испытательных устройств для проверки и наладки устройств релейной защиты и автоматики PETOM-21, PETOM-61, PETOM-61850; 5. Аппаратно-программный комплекс с поддержкой стандарта МЭК 61850 CoDeSys для проведения испытаний и тестирования элементов автоматики; 6. Отечественный вычислительный комплекс "Монокуб-РС", на базе процессора "Эльбрус 2С+" и отечественной операционной системой; 7. Серверное оборудование Xeon E5-2630; 8. Оборудование высокочастотной связи НПП "Модем"; 9. Прототип промышленного образца автоматического локационного искателя мест повреждений (АЛИМП); 10. Терминалы релейной защиты и автоматизации SPAC 801 СЗ, ABB REL511, MiCOM P547; 11. Устройство синхронизации времени ГЛОНАСС. 12. Экспериментальные образцы интеллектуальной релейной защиты электрических сетей - 3 шт. (2 полуконспекта защиты абсолютной селективности (с направленной волновой защитой), терминал резервных защит); 13. Программно-аппаратный комплекс цифровой подстанции (ПАК ЦПС) с поддержкой МЭК 61850 в составе: - 2 устройства нижнего уровня (контроллер нижнего уровня); - 2 устройства среднего уровня. 14. Коммуникационное и отечественное серверное оборудование для организации локальной вычислительной сети ("шины процесса", шины подстанции): - сервер на базе процессора Эльбрус-8C1 1891BM028, 1300 ± 50 МГц - АРМ с MASTER SCADA 4D, Intel® Core™ i5-4460, 8Gb DDR4, 512Gb SDD, Intel HD Graphics, DVD-RW;	Лицензионное: "1. PSCAD, образовательная лицензия на 25 мест, номер лицензии 5312001; 2. Программное обеспечение Model Studio CS Открытые распределительные устройства v.2, учебная сетевая лицензия на 11 рабочих мест, договор от 2014г. 3. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 4. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 5. Dr.Web (с/н B241-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020). 6. Adobe Acrobat Reader DC-Russian" Предоставляемое образовательному учреждению на бесплатной основе в учебных целях: 1. RSCAD, бессрочная некоммерческая лицензия (без права выполнения коммерческих работ) от 21.12.2018г.; 2. Etap, академическая лицензия на 25 шин, номер NNSTUPWRLB, от 22.12.2017г. 3. RastrWin, студенческая лицензия на 60 узлов; 4. MASTER SCADA 4D

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		- Коммутатор управляемый RSPE35 – 3 шт. - Модуль RSPM20 – 6 шт. - Коммутатор управляемый RED25 – 1 шт. - Коммутатор управляемый RSPS25 – 1 шт. 15. Компьютерный класс в составе 8 рабочих мест. 16. Программно-аппаратный комплекс симулятор RTDS (RealTimeDigitalPowerSystemSimulator) на платформе NovaCor; 17. Мультимедийный проектор Nec VT 491. 16. Доска маркерная; 17. Мультимедийный проектор; 18. Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету.	
2	Ауд. 1320 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, Самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска меловая; 2. Мультимедийный проектор; 3. Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету.	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н B24I-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020). 4. Adobe Acrobat Reader DC-Russian

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания в среде E-learning 4G;

При преподавании дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает

возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций, в виде слайдов находятся в свободном доступе на в системе E-learning 4Gi могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4.) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к

мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение лабораторных работ;
- отчет по лабораторным работам;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- экзамен.

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/379

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

1. Общие сведения о релейной защите.
2. Принципы организации систем защиты
3. Повреждения в электрических сетях
4. Влияние процессов в электрических сетях на построение релейных защит
5. Максимальные токовые защиты
6. Работа трансформаторов тока в схемах релейной защиты
7. Токовая отсечка
8. Токовые направленные защиты
9. Защиты от замыканий на землю
10. Дифференциальные токовые защиты линий
11. Защиты синхронных генераторов
12. Защита трансформаторов и автотрансформаторов
13. Защита электродвигателей
14. Особенности защиты специальных электроустановок
15. Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)
16. Требования к устройствам, классификация устройств. Влияние на работу АПВ линий с односторонним питанием двигательной нагрузки. Особенности выполнения АПВ на ЛЭП с двухсторонним питанием.
17. Требования к устройствам АВР. Классификация устройств АВР. Схемы АВР на постоянном и переменном оперативном токе. Совместная работа АВР с релейной защитой и другими видами автоматики.
18. Селективность АВР. Пуск АВР при отсутствии синхронной нагрузки. Расчёт уставок устройств АВР. Пуск АВР на подстанциях, питающих синхронную нагрузку
19. Способы регулирования напряжения в системах электроснабжения и требования к регуляторам (статизм, зона действия, зона нечувствительности).
20. Автоматическое управление режимами батарей статических конденсаторов. Токовая компенсация у регуляторов напряжения трансформаторов на подстанциях.
21. Требования к точности регулирования напряжения на трансформаторах подстанций. Зона нечувствительности.

22. Противоаварийная автоматика
23. Основные виды противоаварийной автоматики в энергосистемах и энергообъединениях. АЧР. Регулирующий эффект нагрузки при аварийном снижении частоты.
24. Категории АЧР. Уставки по частоте и времени. Мощность нагрузки, присоединяемая к разным категориям АЧР.
25. Последствия снижения частоты в электроэнергетических системах. Допустимые аварийные понижения частоты в ЭЭС.

Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
60	15	20

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО E-Learning 4G

