

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

УТВЕРЖДАЮ
Декан агроинженерного факультета
Оробинский В.И.
«24» июня 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.05 Релейная защита и автоматизация
систем электроснабжения

Направление подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Направленность (профиль) "Электроснабжение"

Квалификация выпускника – магистр

Факультет – Агроинженерный

Кафедра электротехники и автоматики

Разработчик рабочей программы:

доцент, кандидат технических наук, Филонов Сергей Александрович

Воронеж – 2021 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, утвержденным приказом Министра образования и науки Российской Федерации от 26 июля 2017 года № 709.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры электротехники и автоматики (протокол №12 от 23 июня 2021 г.)

Заведующий кафедрой _____



подпись

Афоничев Д.Н.

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол №10 от 24 июня 2021 г.).

Председатель методической комиссии _____



подпись

Костиков О.М.

Рецензент рабочей программы инженер по РЗА филиала ПАО «МРСК Центра» - «Липецкэнерго» Панов Михаил Николаевич

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель дисциплины

Формирование знаний по основам релейной защиты и автоматики электрических систем и систем электроснабжения.

1.2. Задачи дисциплины

Дать теоретические основы принципов действия релейной защиты и автоматики; привить знания и навыки по современному использованию релейной защиты и автоматики в электрических системах и системах электроснабжения; изучить методы расчёта уставок для устройств релейной защиты.

1.3. Предмет дисциплины

Устройство и применение средств релейной защиты, и средств автоматизации систем электроснабжения.

1.4. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина Б1.В.05 Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплинам блока 1 «Дисциплины».

1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами

Дисциплина Б1.В.05 Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения связана с дисциплинами Б1.В.04 «Электрические системы и сети», Б1.В.01 «Проектирование систем электроснабжения».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция		Индикатор достижения компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
ПК-4	Способен обеспечить эффективное использование и надежную работу систем электроснабжения и электроприемников сельскохозяйственных потребителей	36	Автоматизированные системы управления электроснабжением
		38	Технические средства релейной защиты систем электроснабжения
		39	Порядок установки, апробации и наладки технических средств, оборудования для автоматизированного контроля и управления на электроустановках
		У3	Выбирать технические средства, оборудование, программное обеспечение для автоматизированного управления электроснабжением
		У4	Выбирать технические средства релейной защиты систем электроснабжения
		Н4	Обоснования уставок устройств защиты электроустановок

3. Объём дисциплины и виды работ

3.1. Очная форма обучения

Показатели	Семестр	Всего
	3	
Общая трудоёмкость дисциплины, з.е. / ч	3 / 108	3 / 108
Общая контактная работа, ч	42,15	42,15
Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч	65,85	65,85
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)	42,15	42,15
лекции	14	14
практические занятия	28	28
из них в форме практической подготовки	8	8
лабораторные работы		
из них в форме практической подготовки		
индивидуальные консультации при выполнении курсового проекта		
индивидуальные консультации при выполнении курсовой работы		
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	57	57
Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч)	0,15	0,15
групповые консультации		
курсовая работа		
курсовый проект		
экзамен		
зачет с оценкой		
зачет	0,15	0,15
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (часы)	8,85	8,85
выполнение курсового проекта		
выполнение курсовой работы		
подготовка к экзамену		
подготовка к зачету с оценкой		
подготовка к зачету	8,85	8,85
Форма промежуточной аттестации (зачёт (зачет с оценкой), экзамен, защита курсового проекта (работы))	зачёт	зачёт

3.2. Заочная форма обучения

Показатели	Семестр	Всего
	3	
Общая трудоёмкость дисциплины, з.е. / ч	3 / 108	3 / 108
Общая контактная работа, ч	10,15	10,15
Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч	97,85	97,85
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)	10,15	10,15
лекции	4	4
практические занятия	6	6
из них в форме практической подготовки	6	6
лабораторные работы		
из них в форме практической подготовки		
индивидуальные консультации при выполнении курсового проекта		
индивидуальные консультации при выполнении курсовой работы		
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	89	89
Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч.	0,15	0,15

(ч)		
групповые консультации		
курсовая работа		
курсовой проект		
экзамен		
зачет с оценкой		
зачет	0,15	0,15
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (часы)	8,85	8,85
выполнение курсового проекта		
выполнение курсовой работы		
подготовка к экзамену		
подготовка к зачету с оценкой		
подготовка к зачету	8,85	8,85
Форма промежуточной аттестации (зачёт (зачет с оценкой), экзамен, защита курсового проекта (работы))	зачёт	зачёт

4. Содержание дисциплины

4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

Практическая подготовка по дисциплине включает в себя проведение практических занятий на профильных предприятиях (организациях): ООО «Электрики-Тербуны», филиал ПАО «Россети Центр» – «Воронежэнерго», филиал ПАО «Россети Центр» – «Липецкэнерго» с использованием их материально-технической базы в объеме, указанном в таблицах 3.1.и 3.2.

Раздел 1. Назначение устройств релейной защиты.

Подраздел 1.1 Назначение устройства защиты и автоматики и телемеханизации: их элементы и функциональные части.

Технико-экономическая необходимость автоматизации управления единым процессом производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии. Повреждения и ненормальные режимы в системах электроснабжения. Источники оперативного тока. Постоянный и переменный оперативный ток. Источники постоянного оперативного тока. Аккумуляторные батареи. Источники переменного тока (оперативного). Схемы с реле прямого действия. Схемы с дешунтированием электромагнитов отключения выключателей. Выпрямительные блоки питания. Использование энергии предварительно заряженных конденсаторов. Источники оперативного тока для полупроводниковых защит.

Подраздел 1.2 Основные требования, предъявляемые к релейной защите.

Основные требования, предъявляемые к устройствам защиты, автоматики и телемеханики, их основные принципы действия. Линейные и нелинейные измерительные преобразователи. Первичные измерительные преобразователи тока и напряжения. Маркировка концов обмоток, векторные диаграммы и условия работы трансформаторов тока и напряжения. Реакторы и трансформаторы. Магнитные усилители. Насыщающиеся трансформаторы тока. Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения.

Подраздел 1.3 Элементы устройств защиты и автоматики. Принцип действия и выполнение электромагнитных реле.

Первичные реле прямого действия. Вторичные реле тока и напряжения прямого и косвенного действия. Электромагнитные логические реле, указательные реле. Индукционные измерительные реле тока, направление мощности, сопротивления, частоты. Поляризованные и магнитоэлектрические реле. Плавкие предохранители и электротепловые реле. Микроэлектронная элементная база. Элементы логических операций. Схемы сравнения. Использование аналоговых микросхем. Области использования операционных уси-

лителей: инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, дифференциальный усилитель, ноль-орган, компаратор, дифференцирующие и интегрирующие схемы, выпрямители. Использование логических интегральных микросхем. Микропроцессорная база.

Раздел 2. Защита электрических сетей

Подраздел 2.1 Токовые защиты линий электропередач.

Защиты сетей напряжением до 1000 В. Назначение и выполнение защиты сетей напряжением до 1000 В. Плавкие предохранители, выбор параметров, их чувствительность и селективность. Расцепители автоматических выключателей, их чувствительность и селективность. Защиты от однофазных коротких замыканий на землю в четырехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью. Устройства автоматического включения резерва в сетях напряжением до 1000 В. Токовые защиты линий электропередач. Виды повреждений и ненормальных режимов работы линий. Соотношение токов и напряжений с двух сторон силового трансформатора в случае возникновения повреждений на одной из них: максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени. Выбор параметров срабатывания и проверки чувствительности. Схемы включения измерительных органов токов защиты: трехфазная схема с соединением трансформаторов тока и реле в полную звезду, двухфазная двух- и трехрелейная с соединением трансформаторов тока и реле в неполную звезду, двухфазная однорелейная схема с соединением трансформаторов тока в неполный треугольник и включением реле на разность токов двух фаз, трехфазная трехрелейная схема соединения трансформаторов тока в треугольник, а обмоток реле в звезду. Выполнение максимальной токовой защиты на переменном оперативном токе с независимой, ограниченно зависимой выдержкой времени. Токовые отсечки без выдержки времени и с выдержкой времени. Ступенчатая токовая защита. Неселективные токовые защиты в сочетании с АПВ. Токовая защита нулевой последовательности для сетей с глухозаземленными нейтралью. Максимальная токовая направленная защита. Принцип действия. Выбор параметров срабатывания. Схема включения реле направления мощности. Токовая направленная отсечка. Схемы включения обмоток трансформаторов напряжения и реле.

Подраздел 2.1 Защиты от замыканий на землю.

Защиты от замыканий на землю. Защиты от замыкания на землю в сетях с изолированными или заземленными через дугогасящие реакторы нейтралью: общая сигнализация от замыкания на землю, токовая защита нулевой последовательности, направленная защита нулевой последовательности. Дистанционные защиты. Дистанционная защита. Принцип выполнения. Выбор параметров срабатывания защиты со ступенчатой характеристикой. Дифференциальные защиты. Продольная и поперечная дифференциальные токовые защиты. Принципы их действия. Направленная дифференциальная токовая защита параллельных линий.

Раздел 3. Автоматизация систем электроснабжения

Подраздел 3.1 Автоматическое включение резервного питания.

Осуществление схем электроснабжения потребителей с односторонним питанием с целью снижения уровней токов коротких замыканий, упрощения релейной защиты, осуществления заданного режима по напряжению. Осуществление автоматического включения резерва /АВР/ с целью повышения надежности энергоснабжения потребителей в схемах с односторонним питанием. Общие принципы построения схем АВР. Назначение пусковых органов минимального напряжения и схемы их выполнения. Пусковой орган с реле частоты. Обеспечение однократности действия АВР. Ускорение действия релейной защиты после неуспешного АВР. Примеры схем АВР для сетей разного напряжения.

Подраздел 3.2 Автоматическое повторное включение.

Целесообразность применения устройств автоматического повторного включения /АПВ/ на линиях электропередачи. Трехфазное АПВ линий с односторонним питанием. АПВ на воздушных, кабельных и смешанных линиях. Однократность действия АПВ. Определение выдержки времени АПВ, АПВ линий, питающих подстанции без выключа-

телей на стороне высшего напряжения. Особенности совместной работы АПВ и релейной защиты на линиях электропередачи. АПВ двукратного действия на линиях с односторонним питанием, АПВ шин и трансформаторов. Электрические схемы АПВ на постоянном и переменном оперативном токе.

Подраздел 3.3 Автоматическая частотная разгрузка.

Назначение автоматической частотной разгрузки /АЧР/. Схемы устройств АЧР с использованием реле частоты. Автоматическое повторное включение после автоматической частотной разгрузки /АПВ - ЧАПВ/. Делительные защиты на заводских электростанциях.

Подраздел 3.4 Автоматическое регулирование напряжения.

Влияние напряжения на качество электроэнергии. Способы изменения напряжения на шинах у потребителя. Автоматическое регулирование возбуждения синхронных машин. Устройство компаундирования и электромагнитный корректор напряжения. Назначение автоматического регулирования возбуждения синхронных машин. Форсировка возбуждения синхронных машин, схемы гашения поля синхронных машин. Стабилизация напряжения на подстанциях с нагрузкой переменной, обуславливающей быстрые и глубокие колебания напряжения, с помощью синхронных компенсаторов, оснащенных тиристорной системой возбуждения и АРВ сильного действия. Синхронизация генераторов. Автоматическое регулирование напряжения на подстанциях: изменение коэффициента трансформации под нагрузкой, отключение и включение батарей статических конденсаторов. Автоматическое отключение и включение трансформатора для уменьшения потерь энергии.

Практическая подготовка по дисциплине включает в себя проведение практических занятий на профильных предприятиях (организациях): филиал ПАО «Россети Центр» – «Воронежэнерго», филиал ПАО «Россети Центр» – «Липецкэнерго», с использованием их материально-технической базы, а также в лабораториях 221мод., 226мjl. и на учебном полигоне кафедры электротехники и автоматики в объеме указанном в таблицах 3.1.и 3.2.

4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы при подготовке к занятиям по подразделам

4.2.1. Очная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	лекции	ЛЗ	ПЗ	
Раздел 1. Назначение устройств релейной защиты.	4		10	13
Подраздел 1.1 Назначение устройства защиты и автоматики и телемеханизации: их элементы и функциональные части.	1		2	6
Подраздел 1.2 Основные требования, предъявляемые к релейной защите.	1		4	4
Подраздел 1.3 Элементы устройств защиты и автоматики. Принцип действия и выполнение электромагнитных реле.	2		4	3
Раздел 2. Защита электрических сетей	4		8	12
Подраздел 2.1 Токовые защиты линий электропередач.	2		4	6
Подраздел 2.2 Защиты от замыканий на землю.	2		4	6
Раздел 3. Автоматизация систем электроснабжения	6		10	32
Подраздел 3.1 Автоматическое включение резервного питания.	2		2	8
Подраздел 3.2 Автоматическое повторное включение.	2		2	8
Подраздел 3.3 Автоматическая частотная разгрузка.	1		2	8
Подраздел 3.4 Автоматическое регулирование напряжения.	1		4	8
Всего	14		28	57

4.2.2. Заочная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	лекции	ЛЗ	ПЗ	
Раздел 1. Назначение устройств релейной защиты.	1		2	20
Подраздел 1.1 Назначение устройства защиты и автоматики и телемеханизации: их элементы и функциональные части.	0,5		-	10
Подраздел 1.2 Основные требования, предъявляемые к релейной защите.	0,25		-	10
Подраздел 1.3 Элементы устройств защиты и автоматики. Принцип действия и выполнение электромагнитных реле.	0,25		4	-
Раздел 2. Защита электрических сетей	1		2	21
Подраздел 2.1 Токовые защиты линий электропередач.	0,5		1	11
Подраздел 2.2 Защиты от замыканий на землю.	0,5		1	10
Раздел 3. Автоматизация систем электроснабжения	2		2	48
Подраздел 3.1 Автоматическое включение резервного питания.	0,5		-	12
Подраздел 3.2 Автоматическое повторное включение.	0,5		-	12
Подраздел 3.3 Автоматическая частотная разгрузка.	0,5		-	12
Подраздел 3.4 Автоматическое регулирование напряжения.	0,5		2	12
Всего	4		6	89

4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
Подраздел 1.1 Назначение устройства защиты и автоматики и телемеханизации: их элементы и функциональные части.			11	10
1.	Источники оперативного тока. Элементы устройств защиты и автоматики	1. Цыгулев, Николай Иосифович. Релейная защита и автоматика энергетических систем : учебное пособие / Н. И. Цыгулев, В. Р. Проус ; Донской государственный технический университет .— Ростов-на-Дону : Издательский центр Донского государственного технического университета, 2016 .— 137 с. : ил .— Библиогр.: с. 13-16 . 2. Булычев А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях: пособие для практических расчётов / А.В. Булычев, А.А. Наволочный. – М.: ЭНАС, 2011, с.6-10.	11	10

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
<i>Подраздел 1.2 Основные требования, предъявляемые к релейной защите.</i>			6	10
2.	Линейные и нелинейные измерительные преобразователи.	1. Цыгулев, Николай Иосифович. Релейная защита и автоматика энергетических систем : учебное пособие / Н. И. Цыгулев, В. Р. Проус ; Донской государственный технический университет .— Ростов-на-Дону : Издательский центр Донского государственного технического университета, 2016 .— 137 с. : ил .— Библиогр.: с. 17-22 2. Булычев А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях: пособие для практических расчётов / А.В. Булычев, А.А. Наволочный. – М.: ЭНАС, 2011, с.10-16.	6	10
<i>Подраздел 2.1 Токовые защиты линий электропередач.</i>			6	11
3.	Защиты сетей напряжением до 1000 В. Токовые защиты линий электропередач.	1. Цыгулев, Николай Иосифович. Релейная защита и автоматика энергетических систем : учебное пособие / Н. И. Цыгулев, В. Р. Проус ; Донской государственный технический университет .— Ростов-на-Дону : Издательский центр Донского государственного технического университета, 2016 .— 137 с. : ил .— Библиогр.: с. 31-42 2. Булычев А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях: пособие для практических расчётов / А.В. Булычев, А.А. Наволочный. – М.: ЭНАС, 2011, с.43-55.	6	11
<i>Подраздел 2.2 Защиты от замыканий на землю.</i>			6	10
4.	Защиты от замыканий на землю. Дистанционные защиты. Дифференциальные защиты	1. Цыгулев, Николай Иосифович. Релейная защита и автоматика энергетических систем : учебное пособие / Н. И. Цыгулев, В. Р. Проус ; Донской государственный технический университет .— Ростов-на-Дону : Издательский центр Донского государственного технического университета, 2016 .— 137 с. : ил .— Библиогр.: с. 43-62 2. Булычев А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях: пособие для практических	6	10

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
		расчётов / А.В. Булычев, А.А. Наволочный. – М.: ЭНАС, 2011, с.56-70.		
<i>Подраздел 3.1 Автоматическое включение резервного питания.</i>			8	12
5.	Автоматическое включение резервного питания.	1. Цыгулев, Николай Иосифович. Релейная защита и автоматика энергетических систем : учебное пособие / Н. И. Цыгулев, В. Р. Проус ; Донской государственный технический университет .— Ростов-на-Дону : Издательский центр Донского государственного технического университета, 2016 .— 137 с. : ил .— Библиогр.: с. 73-82 2. Булычев А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях: пособие для практических расчётов / А.В. Булычев, А.А. Наволочный. – М.: ЭНАС, 2011, с.17-25.	8	12
<i>Подраздел 3.2 Автоматическое повторное включение.</i>			8	12
6.	Автоматическое повторное включение.	1. Цыгулев, Николай Иосифович. Релейная защита и автоматика энергетических систем : учебное пособие / Н. И. Цыгулев, В. Р. Проус ; Донской государственный технический университет .— Ростов-на-Дону : Издательский центр Донского государственного технического университета, 2016 .— 137 с. : ил .— Библиогр.: с. 83-88 2. Булычев А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях: пособие для практических расчётов / А.В. Булычев, А.А. Наволочный. – М.: ЭНАС, 2011, с.25-30.	8	12
<i>Подраздел 3.3 Автоматическая частотная разгрузка.</i>			6	12
7.	Автоматическая частотная разгрузка.	1. Цыгулев, Николай Иосифович. Релейная защита и автоматика энергетических систем : учебное пособие / Н. И. Цыгулев, В. Р. Проус ; Донской государственный технический университет .— Ростов-на-Дону : Издательский центр Донского государственного технического университета, 2016 .— 137 с. : ил .— Библиогр.: с. 89-100	6	12

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
		2. Булычев А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях: пособие для практических расчётов / А.В. Булычев, А.А. Наволочный. – М.: ЭНАС, 2011, с.31-35.		
<i>Подраздел 3.4 Автоматическое регулирование напряжения.</i>			6	12
8.	Автоматическое регулирование напряжения.	1. Цыгулев, Николай Иосифович. Релейная защита и автоматика энергетических систем : учебное пособие / Н. И. Цыгулев, В. Р. Проус ; Донской государственный технический университет .— Ростов-на-Дону : Издательский центр Донского государственного технического университета, 2016 .— 137 с. : ил .— Библиогр.: с. 101-109 2. Булычев А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях: пособие для практических расчётов / А.В. Булычев, А.А. Наволочный. – М.: ЭНАС, 2011, с.36-42.	6	12
Всего			57	89

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля

5.1. Этапы формирования компетенций

Подраздел дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции
Подраздел 1.1 Назначение устройства защиты и автоматики и телемеханизации: их элементы и функциональные части.	ПК-4	38
Подраздел 1.2 Основные требования, предъявляемые к релейной защите.	ПК-4	39
Подраздел 1.3 Элементы устройств защиты и автоматики. Принцип действия и выполнение электромагнитных реле.	ПК-4	38
		39
		У3
Подраздел 2.1 Токовые защиты линий электропередач.	ПК-4	38
		У4
		Н4
Подраздел 2.2 Защиты от замыканий на землю.	ПК-4	38
		У3
		Н4
Раздел 3. Автоматизация систем электроснабжения Подраздел 3.1 Автоматическое включение резервного питания. Подраздел 3.2 Автоматическое повторное включение. Подраздел 3.3 Автоматическая частотная разгрузка. Подраздел 3.4 Автоматическое регулирование напряжения.	ПК-4	36
		У4

5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

5.2.1. Шкалы оценивания достижения компетенций

Вид оценки	Оценки	
Академическая оценка по 2-х балльной шкале	не зачетно	зачтено

5.2.2. Критерии оценивания достижения компетенций

Критерии оценки на зачете

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Обучающийся выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя отличное знание освоенного материала и умение самостоятельно решать сложные задачи дисциплины

Зачтено, продвинутый	Обучающийся выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя хорошее знание освоенного материала и умение самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины
Зачтено, пороговый	Обучающийся выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя знание основ освоенного материала и умение решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя
Не зачтено, компетенция не освоена	Обучающийся выполнил не все задания, предусмотренные рабочей программой или не отчитался об их выполнении, не подтверждает знание освоенного материала и не умеет решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя

Критерии оценки тестов

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Содержание правильных ответов в тесте не менее 90%
Хорошо, продвинутый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 75%
Удовлетворительно, пороговый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 50%
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Содержание правильных ответов в тесте менее 50%

Критерии оценки устного опроса

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Обучающийся демонстрирует уверенное знание материала, четко выражает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу, приводя соответствующие примеры
Зачтено, продвинутый	Обучающийся демонстрирует уверенное знание материала, но допускает отдельные погрешности в ответе
Зачтено, пороговый	Обучающийся демонстрирует существенные пробелы в знаниях материала, допускает ошибки в ответах
Не зачтено, компетенция не освоена	Обучающийся демонстрирует незнание материала, допускает грубые ошибки в ответах

Критерии оценки решения задач

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Обучающийся уверенно знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает ошибок при ее выполнении.
Зачтено, продвинутый	Обучающийся в целом знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает грубых ошибок при ее выполнении.

Зачтено, пороговый	Обучающийся в целом знает методику и алгоритм решения задачи, допускает ошибок при ее выполнении, но способен исправить их при помощи преподавателя.
Не зачтено, компетенция не освоена	Обучающийся не знает методику и алгоритм решения задачи, допускает грубые ошибки при ее выполнении, не способен исправить их при помощи преподавателя.

5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

5.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5.3.1.1. Вопросы к экзамену

Не предусмотрен

5.3.1.2. Задачи к зачёту

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1.	Найдите ток срабатывания МТЗ от перегрузки трансформатора.	ПК-4	39,Н4
2.	Найдите ток срабатывания дифференциальной токовой защиты трансформатора.	ПК-4	39,Н4
3.	Найдите ток срабатывания токовой отсечки трансформатора.	ПК-4	39,Н4
4.	Найдите ток срабатывания МТЗ трансформатора на стороне ВН?	ПК-4	39,Н4
5.	Найдите ток срабатывания дифференциальной токовой отсечки трансформатора?	ПК-4	39,Н4
6.	Как определяется защита от сверхтока перегрузки?	ПК-4	38
7.	Как определяется уставка защиты от междуфазных к. з.?	ПК-4	Н4
8.	Найдите коэффициент трансформации трансформатора тока.	ПК-4	38

5.3.1.3. Вопросы к зачету с оценкой

Не предусмотрены

5.3.1.4. Вопросы к зачету

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1.	Повреждения и ненормальные режимы элементов электроэнергетической системы.	ПК-4	39
2.	Назначение устройств релейной защиты. Требования к устройствам релейной защиты.	ПК-4	38
3.	Принципы построения устройств релейной защиты.	ПК-4	38
4.	Основные элементы устройств релейной защиты.	ПК-4	38
5.	Оперативный ток. Назначение. Источники.	ПК-4	38
6.	Защита электрических цепей плавкими предохранителями. Выбор и согласование плавких вставок. Преимущества и недостатки. Область применения.	ПК-4	Н4

№	Содержание	Компетенция	ИДК
7.	Обеспечение селективности при защите участков электрической сети плавкими предохранителями.	ПК-4	38
8.	Защита электрических сетей автоматическими выключателями.	ПК-4	38
9.	Электромеханические реле времени, промежуточные, указательные.	ПК-4	38
10.	Способы устранения вибрации электромагнитных реле, работающих на переменном токе.	ПК-4	38
11.	Схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока и катушек реле. Коэффициент схемы.	ПК-4	38
12.	Фильтры тока и напряжения нулевой последовательности.	ПК-4	38
13.	Фильтр напряжения обратной последовательности.	ПК-4	38
14.	Фильтр тока обратной последовательности.	ПК-4	38
15.	Максимальная токовая защита. Выбор уставок по току и времени. Схема МТЗ.	ПК-4	Н4
16.	Токовая отсечка. Выбор уставок. Схема отсечки.	ПК-4	Н4
17.	Токовая отсечка с выдержкой времени. Токовая трехступенчатая защита.	ПК-4	У4
18.	Способы повышения чувствительности токовых защит.	ПК-4	У4
19.	МТЗ с пуском по напряжению.	ПК-4	У4
20.	МТЗ на линиях с двусторонним питанием.	ПК-4	У3
21.	Реле направления мощности.	ПК-4	У3
22.	Особенности работы токовых защит в кольцевых сетях.	ПК-4	У3
23.	Дистанционные защиты. Область применения. Принцип работы.	ПК-4	38
24.	Выбор уставок дистанционной защиты.	ПК-4	Н4
25.	Принцип выполнения реле сопротивления.	ПК-4	38
26.	Поперечная дифференциальная защита параллельных линий.	ПК-4	38
27.	Направленная поперечная дифференциальная защита параллельных линий.	ПК-4	38
28.	Продольная дифференциальная защита элементов электрической сети: принципы организации защиты.	ПК-4	38
29.	Способы повышения чувствительности продольной дифференциальной защиты.	ПК-4	39
30.	Реле с торможением – назначение и принцип работы.	ПК-4	39
31.	Дифференциальное реле с магнитным торможением.	ПК-4	38
32.	Работа сети с изолированной нейтралью в режиме замыкания фазы на землю.	ПК-4	У4
33.	Принципы организации защиты от замыканий на землю.	ПК-4	У4
34.	Трансформаторы тока нулевой последовательности. ТНП с подмагничиванием.	ПК-4	У3
35.	Повреждения и ненормальные режимы генераторов.	ПК-4	38
36.	Основные защиты генераторов. Принципы действия защит.	ПК-4	38
37.	Односистемная поперечная дифференциальная защита статора генератора.	ПК-4	38
38.	Резервные защиты статора генератора.	ПК-4	38
39.	Защита ротора генератора.	ПК-4	38
40.	Повреждения и ненормальные режимы силовых трансформаторов.	ПК-4	38
41.	Продольная дифференциальная защита трансформаторов.	ПК-4	38
42.	Дифференциальная защита трансформаторов на реле с торможением.	ПК-4	38

№	Содержание	Компетенция	ИДК
	ем.		
43.	Выбор места включения тормозной обмотки.	ПК-4	У3
44.	Газовая защита масляных трансформаторов.	ПК-4	39
45.	Резервные защиты трансформатора.	ПК-4	39
46.	Автоматическое повторное включение. Обоснование применения, основные требования, их реализация в схеме.	ПК-4	36
47.	Противоаварийная автоматика.	ПК-4	36
48.	Автоматический ввод резерва. Обоснование применения, основные требования и реализация в схеме.	ПК-4	36
49.	Автоматическая частотная разгрузка. Область применения, основные требования.	ПК-4	36
50.	Делительная автоматика (АПХ, АЛАР). Область применения. Назначение.	ПК-4	У4
51.	Понятие электрического центра системы.	ПК-4	У3

5.3.1.5. Перечень тем курсовых проектов (работ)

Не предусмотрен

5.3.1.6. Вопросы к защите курсового проекта (работы)

Не предусмотрены

5.3.2. Оценочные материалы текущего контроля

5.3.2.1. Вопросы тестов

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1.	Назначение релейной защиты и автоматики? 1) выявлять и отключать от энергосистемы возникающие повреждения на защищаемом участке; 2) наблюдать за короткими замыканиями на поврежденном участке; 3) сигнализировать о выходе из строя защищаемого элемента; 4) определить поврежденную опору ЛЭП; 5) передавать по радио о повреждении.	ПК-4	38
2.	Какой коэффициент схемы имеет схемы соединения ТТ в треугольник, а обмотка реле в звезду? 1) $\sqrt{3}$; 2) 1.0; 3) 1.5; 4) 2.0; 5) 3.0.	ПК-4	39
3.	Какую величину должен иметь коэффициент чувствительности дифференциальной защиты трансформатора? 1) 2.0; 2) 1.8; 3) 1.2; 4) 1.5; 5) 3.0.	ПК-4	39

№	Содержание	Компетенция	ИДК
4.	Какой коэффициент схемы имеет схема соединения ТТ в полную звезду? 1) 1.0; 2) 1.5; 3) 2.0; 4) $\sqrt{3}$; 5) $\sqrt{2}$.	ПК-4	39
5.	Какой коэффициент схемы имеет схема соединения ТТ в неполную звезду? 1) 1.0; 2) $\sqrt{2}$; 3) $\sqrt{3}$; 4) 1.5; 5) 2.0.	ПК-4	39
6.	Какой коэффициент схемы имеет схема соединения ТТ на разность токов двух фаз с одним реле? 1) $\sqrt{3}$; 2) 1.0; 3) $\sqrt{2}$; 4) 1.5; 5) 2.0.	ПК-4	39
7.	Какую чувствительность должна иметь МТЗ линий при повреждении в основной зоне? 1) 1.5; 2) 1.8; 3) 1.2; 4) 1.75; 5) 2.0.	ПК-4	39
8.	Какие повреждения могут возникать на линиях электропередачи 110 кВ и выше? 1) 3-х фазное; 2-х фазное; однофазное и 2-х фазное на землю, короткие замыкания; 2) атмосферные перенапряжения; 3) коронирование проводов; 4) коммутационные повреждения; 5) тряска проводов.	ПК-4	36
9.	Требования, предъявляемые к релейной защите? 1) обеспечивать селективность, обеспечивать быстродействие, чувствительность и надежность; 2) как можно медленнее отключать повреждения; 3) передавать сведения о наличии повреждений; 4) фиксировать повреждения; 5) определить величину тока повреждения.	ПК-4	38
10.	Основные принципы действия защиты? 1) на электрическом принципе с использованием для действия токов и напряжений защищаемых элементов; 2) на механическом принципе; 3) с использованием космических аппаратов;	ПК-4	38

№	Содержание	Компетенция	ИДК
	4) с использованием воды; 5) с использованием азота.		
11.	К скольким принципам относятся защиты по способам обеспечения селективности? 1) к двум основным принципам; 2) к четырем принципам; 3) к шести принципам; 4) к десяти принципам; 5) к одной группе.	ПК-4	38
12.	Назовите защиты, обладающие относительной селективностью? 1) к этой группе относятся токовые и дистанционные защиты; 2) газовые защиты; 3) защиты, выполненные на светодиодах; 4) защиты, выполненные на оптоволокне; 5) защиты, выполненные на принципе давления.	ПК-4	38
13.	Защиты, обладающие абсолютной селективностью? 1) дифференциальные продольные; дифференциальные поперечные; дифференциальные фазные защиты; 2) повышения температуры масла трансформаторов; 3) МТЗ трансформаторов; 4) защита от перегрузки; 5) защита от снижения уровня масла.	ПК-4	38
14.	Из каких органов состоит релейная защита? 1) каждое устройство защиты и его схема подразделяются на две части: измерительную и логическую; 2) из органов сигнализации и информации; 3) каждое устройство состоит из красной и зеленой линии и табло; 4) из указательных реле; 5) из приемников и передатчиков.	ПК-4	38
15.	Что является признаком появления к.з.? 1) возрастание тока, понижение напряжения и уменьшение сопротивления защищаемого участка; 2) повышение температуры масла; 3) появления дыма в месте повреждения; 4) увеличение частоты; 5) снижение частоты.	ПК-4	39
16.	Какая часть схемы защиты является главной? 1) измерительная часть; 2) логическая часть; 3) космическая часть; 4) ракетная часть; 5) планетарная часть.	ПК-4	39
17.	Назначение оперативного тока в релейной защите? 1) питание оперативных цепей и особенно тех ее элементов, от которых зависит отключение повреждений линий и оборудования; 2) обеспечение питания ламп освещения;	ПК-4	38

№	Содержание	Компетенция	ИДК
	3) обеспечение работы радиостанций; 4) обеспечение сварочных работ; 5) освещение подстанций.		
18.	Что является источниками оперативного тока? 1) аккумуляторные батареи 110-220 В, трансформаторы тока, трансформаторы напряжения и ТСН; 2) ветряная мельница; 3) источники солнечной энергии; 4) морской прилив; 5) газ метан.	ПК-4	38
19.	Что является источником постоянного оперативного тока? 1) аккумуляторные батареи СК, СН, VARTA blok и шкафы оперативного тока ШОТ-01; 2) тиристоры и варисторы; 3) источники лунного света; 4) солнечная активность; 5) ядерная реакция.	ПК-4	38
20.	Где должны быть подключены ТСН на подстанциях с переменным оперативным током без выключателей на стороне ВН? 1) на ошиновке между силовым трансформатором и выключателем ввода стороны НН; 2) на шинах НН; 3) на стороне ВН; 4) на стороне СН; 5) на орбите.	ПК-4	39
21.	Где должен быть подключен ТСН на подстанциях с постоянным оперативным током? 1) на шинах НН; 2) на стороне ВН; 3) на стороне СН; 4) на ошиновке силового трансформатора ст. НН; 5) за забором.	ПК-4	39
22.	Где должен быть подключен ТСН на подстанциях 6-35 кВ с выключателями на стороне ВН при наличии переменного оперативного тока? 1) на вводах питающих линий; 2) на шинах НН; 3) на стене РУ; 4) на заборе; 5) на крыше.	ПК-4	39
23.	Как должны подключаться силовые выпрямители УКП для обеспечения питания включения выключателей с электромагнитным приводом? 1) параллельно на постоянном токе; 2) раздельно на постоянном токе; 3) включением одного выпрямителя с другим в резерве; 4) с отключением одного ТСН; 5) никак.	ПК-4	39

№	Содержание	Компетенция	ИДК
24.	Как обозначаются токовые реле во вторичных схемах? 1) КА; 2) РЗ; 3) НЗ; 4) КV; 5) КН.	ПК-4	38
25.	В каком режиме должен работать трансформатор тока; 1) в режиме короткого замыкания; 2) в режиме холостого хода; 3) в режиме сопротивления нагрузки равной ∞ ; 4) в режиме замыкания на землю; 5) в режиме постоянной подзарядки.	ПК-4	38
26.	Можно ли раскорачивать токовые цепи? 1) нельзя; 2) можно кратковременно; 3) можно через большое сопротивление; 4) можно принимая защитные средства; 5) можно изолированным инструментом.	ПК-4	39
27.	Какие повреждения могут возникать на линиях электропередачи 6-10-35 кВ? 1) 2-х фазные; 3-х фазные и двойные на землю; 2) 4-х фазные; 3) феррорезонансные к.з.; 4) антирезонансные к.з.; 5) однофазные к.з.	ПК-4	39
28.	Какие схемы соединения трансформаторов тока применяются для защиты линий 6-10-35 кВ? 1) неполная звезда; 2) треугольник; 3) на разность токов двух фаз; 4) полная звезда; 5) фильтр токов нулевой последовательности.	ПК-4	У4
29.	На какой ток выполняются вторичные обмотки трансформаторов тока? 1) на 5 А или 1 А; 2) на 10 А; 3) на 15 А; 4) на 6 А; 5) на 20 А.	ПК-4	38
30.	Каково обозначение выводов ТТ? 1) начало Л1; U1 и конец Л2; U2; 2) начало, конец; 3) начало N, X; конец M, Z; 4) начало A, C; конец B, Y; 5) начало H, n; конец K, C.	ПК-4	38

№	Содержание	Компетенция	ИДК
31.	Чем обуславливается ток замыкания на землю в сети 6-10-35 кВ? 1) ёмкостью электрически связанной сети; 2) индуктивностью сети; 3) сечением проводов линии; 4) маркой проводов; 5) материалом проводов.	ПК-4	У4
32.	Каким отношением определяется коэффициент схемы соединения? 1) $k_{cx} = \frac{I_E}{I_\Phi}$; 2) $k_{cx} = \frac{I_{K3}}{I_{c3}}$; 3) $k_{cx} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{HOM}}{I_{c3}}$; 4) $k_{cx} = \frac{U}{I}$; 5) $k_{cx} = \frac{3 \cdot U_\Phi}{I_{K3}}$.	ПК-4	У3
33.	Для чего осуществляется заземление первичной обмотки трансформаторов напряжения, соединенных в звезду с двумя вторичными обмотками? 1) для возможности измерения фазных напряжений и осуществления контроля изоляции сети; 2) по условиям безопасности персонала; 3) для крепления ТН к конструкции; 4) для красоты; 5) для передачи напряжения в землю.	ПК-4	У3
34.	Как называется заземление нейтрали трансформатора напряжения ЗНОМ 35 кВ? 1) рабочее заземление; 2) защитное заземление; 3) заземление крепления; 4) токопровод; 5) молниеотвод.	ПК-4	38
35.	Для чего заземляются вторичные обмотки трансформаторов напряжения? 1) для обеспечения защиты персонала и изоляции приборов на случай пробоя изоляции первичной обмотки на вторичную; 2) для обеспечения измерения фазных напряжений; 3) для измерения линейных напряжений; 4) для контроля изоляции; 5) для сигнализации.	ПК-4	38
36.	Почему нельзя прокладывать цепи напряжения от ТН до щита управления в разных кабелях? 1) при прокладке фаз от ТН в разных кабелях увеличивается индуктивность кабеля в связи с нарушением симметрии магнитных потоков различных фаз, что вызывает падение напряжения; 2) при прокладке в разных кабелях увеличивается ёмкостное сопротивление кабеля; 3) увеличивается продольная составляющая активного сопро-	ПК-4	38

№	Содержание	Компетенция	ИДК
	тивления; 4) увеличивается ударный ток; 5) увеличивается напряжение.		
37.	Каково назначение МТЗ линий? 1) для защиты линии полностью и резервирования смежной линии; 2) для защиты линии от атмосферных осадков; 3) для передачи сигнала на диспетчерский пункт; 4) для качества защит; 5) для связи со спутником.	ПК-4	38
38.	Чем отличается ТО от МТЗ? 1) ТО обеспечивает селективность выбором тока срабатывания, а МТЗ временем срабатывания; 2) ничем; 3) стоимостью устройства; 4) качеством реле; 5) надежностью.	ПК-4	38
39.	Какой коэффициент чувствительности токовой отсечки ЛЭП? 1) 1.5; 2) 1.7; 3) 2.0; 4) 3.0; 5) 1.2.	ПК-4	38
40.	Какой коэффициент чувствительности МТЗ линии в зоне основного действия? 1) 1.5; 2) 1.2; 3) 2.0; 4) 3.0; 5) 1.1.	ПК-4	38
41.	Какой коэффициент чувствительности МТЗ линии в зоне резервного действия? 1) 1.2; 2) 2.0; 3) 1.8; 4) 1.1; 5) 1.5.	ПК-4	38
42.	Какой минимальный коэффициент чувствительности должна иметь дифференциальная защита трансформатора? 1) 2.0; 2) 1.2; 3) 3.0; 4) 1.0; 5) 1.5.	ПК-4	39
43.	Какая схема соединения трансформаторов тока применяется для выполнения дифференциальной защиты силовых трансформаторов со схемой Y/Δ на стороне ВН? 1) треугольник;	ПК-4	39

№	Содержание	Компетенция	ИДК
	2) на разность токов двух фаз; 3) неполная звезда; 4) открытый треугольник; 5) фильтр токов нулевой последовательности.		
44.	На каких трансформаторах выполняется дифференциальная защита обязательно? 1) на трансформаторах 6300 кВА; 2) на трансформаторах 250 кВА; 3) на трансформаторах 630 кВА; 4) на трансформаторах плавильных печей; 5) на трансформаторах телевизоров.	ПК-4	39
45.	По каким условиям выбирается ток срабатывания дифференциальной защиты трансформатора с реле ДЗТ-11? 1) по условию отстройки от тока броска намагничивания; 2) по условию отстройки от тока небаланса; 3) по условию отстройки от тока к. з. на стороне НН; 4) по условию отстройки от ударного тока к.з.; 5) по условию ухода масла из трансформатора.	ПК-4	39
46.	На каких реле выполняется газовая защита основного бака силового трансформатора 25 МВА? 1) РТЗ-80; 2) ПГЗ; 3) РГЧЗ; ВГ-80/Q; 4) ПТЗ-23; 5) РТЗ-50.	ПК-4	39
47.	На каких реле выполняется газовая защита основного бака силового трансформатора 10000 кВА? 1) РТЗ-50; 2) РГЧЗ-66; 3) РТЗ-80; 4) ПГЗ-23; 5) РТЗ-25.	ПК-4	39
48.	На каких реле выполняется газовая защита бака РПН силового трансформатора 25 МВА? 1) РТЗ-25; URF25; RS-1000; 2) РТЗ-80; 3) РТЗ-50; 4) РГЧЗ-66; 5) ПГЗ-23.	ПК-4	39
49.	Какой коэффициент чувствительности должна иметь ТО силового трансформатора? 1) 2.0; 2) 1.1; 3) 1.2; 4) 1.0; 5) 1.5.	ПК-4	39

№	Содержание	Компетенция	ИДК
50.	Какой коэффициент надежности принимается при выборе уставки токовой отсечки ЛЭП? 1) $k_{н} = 1,2 - 1,3$; 2) $k_{н} = 1,0$; 3) $k_{н} = 2,0$; 4) $k_{н} = 1,5$; 5) $k_{н} = 1,8$.	ПК-4	У4
51.	Какая уставка перегрева масла трансформаторов устанавливается на термо-реле согласно ПТЭ? 1) 90 °С; 2) 50 °С; 3) 120 °С; 4) 65 °С; 5) 100 °С.	ПК-4	У4
52.	По какому выражению выбирается уставка токовой отсечки блока линия-трансформатор? 1) $I_{сз} = 1,4 \cdot I_{кз макс}^{(3)}$ на стороне НН; 2) $I_{сз} = 1,1 \cdot I_{кз}^{(3)}$; 3) $I_{сз} = 1,2 \cdot I_{ном}$; 4) $I_{сз} = 2,0 \cdot I_{ном}$; 5) $I_{сз} = 1,5 \cdot I_{кз мин}^{(2)}$.	ПК-4	У4
53.	Какая зона действия дифференциальной защиты трансформатора? 1) зона, ограниченная трансформаторами тока на стороне ВН и НН трансформатора; 2) зона, ограниченная шинами ВН и НН; 3) зона, охватывающая шины НН; 4) зона, охватывающая шины СН; 5) зона, охватывающая обмотки ВН.	ПК-4	У4
54.	Какой коэффициент чувствительности должна иметь дифференциальная защита трансформатора? 1) 2.0; 2) 1.1; 3) 1.7; 4) 2.5.	ПК-4	У4
55.	Какими реле выполняются газовая защита баков РПН трансформаторов? 1) струйное реле URF25, РТЗ-25; 2) реле РТ40; 3) ДЗТ-11; 4) РНТ; 5) ПГЗ.	ПК-4	У4
56.	Назовите основные защиты силового трансформатора? 1) дифференциальная защита и газовая защита; 2) защита от замыкания на землю; 3) защита от перегрева; 4) защита от перегрузки;	ПК-4	У4

№	Содержание	Компетенция	ИДК
	5) защита от снижения уровня масла.		
57.	Для чего устанавливается МТЗ на стороне НН трансформатора? 1) для защиты шин НН от к.з. и для резервирования релейной защиты элементов, подключенных к шинам НН; 2) для защиты трансформатора от перегрузки; 3) для учета электроэнергии; 4) для сигнализации; 5) для регистрации повреждений.	ПК-4	У3
58.	Для чего устанавливается защита от токов обусловленных внешним к.з.? 1) для защиты трансформатора от сквозных к.з. в случае отказа МТЗ стороны НН и для резервирования основных защит трансформатора; 2) для информации оперативного персонала о наличии внешнего к.з.; 3) для защиты трансформатора от ухода масла из бака трансформатора; 4) для регистрации повреждений; 5) для записи токов к.з..	ПК-4	У3
59.	По какому выражению определяется ток срабатывания МТЗ от перегрузки трансформатора? 1) $I_{\text{сз}} = \frac{k_{\text{Н}}}{k_{\text{В}}} \cdot I_{\text{ном}}$; 2) $I_{\text{сз}} = k_{\text{м}} \cdot I_{\text{нз макс}}^{(3)}$; 3) $I_{\text{сз}} = \frac{k_{\text{Н}} \cdot k_{\text{сеп}}}{k_{\text{В}}} \cdot I_{\text{раб макс}}$; 4) $I_{\text{сз}} = \frac{k_{\text{сеп}}}{k_{\text{Н}}} \cdot I_{\text{ном}}$; 5) $I_{\text{сз}} = k_{\text{В}} \cdot I_{\text{ном}}$.	ПК-4	У3
60.	Где размещается защита от перегрузки на трансформаторе с расщепленной обмоткой стороны НН? 1) на стороне НН1 и НН2 трансформатора; 2) на стороне ВН; 3) на шинах 10 кВ; 4) в нейтрали трансформатора; 5) в выхлопной трубе трансформатора.	ПК-4	У3
61.	На каких фазах устанавливается реле защиты от перегрузки? 1) на одной из фаз; 2) на фазах А; В и С; 3) в нуле схемы трансформаторов тока; 4) в маслопроводе; 5) не устанавливается совсем.	ПК-4	У3
62.	По каким условиям выбирается ток срабатывания токовой отсечки трансформатора с реле РТ-40? 1) по условию отстройки от максимального тока короткого замыкания на шинах НН; 2) по условию от броска тока намагничивания трансформатора; 3) по условию отстройки от тока небаланса;	ПК-4	У4

№	Содержание	Компетенция	ИДК
	4) по условию отстройки от минимального тока к.з.; 5) по условию отстройки от максимального тока нагрузки.		
63.	Какие классы точности имеют трансформаторы тока? 1) 0.2; 0.5; 1.0; 3.0; 2) 0.1; 1.5; 10; 17; 3) 0.05; 0.07; 0.15; 4) 0.02; 0.6; 0.8; 5) 1; 2; 3; 5.	ПК-4	У4
64.	В каком режиме должен работать трансформатор напряжения? 1) в режиме холостого хода; 2) в режиме короткого замыкания; 3) в режиме перегруза; 4) в режиме недогрузки; 5) в нормальном режиме.	ПК-4	39
65.	На каком принципе работает дифференциальная защита трансформатора? 1) на принципе сравнения величины токов на стороне ВН и НН; 2) на принципе сравнения частот токов по концам защищаемого элемента; 3) на принципе сравнения фаз по концам защищаемого трансформатора; 4) на принципе сравнения напряжений; 5) на принципе сравнения мощности.	ПК-4	39
66.	По какому выражению определяется ток срабатывания МТЗ силового трансформатора? 1) $I_{сз} = \frac{k_H \cdot k_{сзп}}{k_E} \cdot I_{раб макс};$ 2) $I_{сз} = k_H \cdot I_{кз макс}^{(3)};$ 3) $I_{сз} = \frac{k_H}{k_E} \cdot I_{кз макс}^{(3)};$ 4) $I_{сз} = 1.3 \cdot I_{ном};$ 5) $I_{сз} = 1.1 \cdot I_{кз мин}^{(2)}.$	ПК-4	39
67.	Какой коэффициент надежности применяется при выборе тока срабатывания дифференциальной защиты с реле РНТ от броска намагничивания? 1) 1.0-1.3; 2) 1.5-1.7; 3) 0.7-0.8; 4) 2.0-2.5; 5) 1.5-1.9.	ПК-4	39
68.	По какому выражению определяется коэффициент чувствительности? 1) $k_{ч} = \frac{I_{кз мин}}{I_{сз}};$ 2) $k_{ч} = \frac{I_{сз}}{I_{ном}};$ 3) $k_{ч} = \frac{I_{кз макс}}{I_{ном}};$ 4) $k_{ч} = \frac{I_{кз}^{(1)}}{I_{ном}};$	ПК-4	39

№	Содержание	Компетенция	ИДК
	5) $k_{\text{н}} = \frac{I_{\text{ном}}}{I_{\text{тт}}}$.		
69.	По какому условию определяется уставка МТЗ трансформатора стороны ВН? 1) по условию несрабатывания на отключение при послеаварийных перегрузках; 2) по условию согласования поток с МТЗ стороны НН; 2) по условию согласования с дифференциальной защитой; 3) по условию согласования с токовой отсечкой; 4) по условию согласования с газовой защитой; 5) по условию согласования с защитой от перегрузки.	ПК-4	Н4
70.	Какой коэффициент надежности применяется при выборе тока срабатывания МТЗ трансформатора? 1) 1.1-1.2; 2) 1.5-1.6; 3) 1.6-1.8; 4) 2.0-2.5; 5) 1.8-1.9.	ПК-4	Н4
71.	По каким условиям выбирается уставка тока срабатывания дифференциальной защиты трансформатора с реле РНТ-565? 1) по условию от броска намагничивания; 2) по условию от тока небаланса при сквозном к.з.; 2) по условию отстройки от $I_{\text{нз макс}}^{(3)}$; 3) по условию отстройки от $U_{\text{макс}}$; 4) по условию отстройки от повышения частоты; 5) по условию отстройки от понижения частоты.	ПК-4	Н4
72.	Какой коэффициент надежности применяется при выборе тока срабатывания дифференциальной защиты с реле РНТ от броска намагничивания? 1) 1.0-1.3; 2) 1.5-1.7; 3) 0.7-0.8; 4) 2.0-2.5; 5) 1.6-1.9.	ПК-4	У4
73.	Какой коэффициент надежности применяется при выборе тока срабатывания дифференциальной защиты с реле РНТ от тока небаланса? 1) 1.3; 2) 1.1; 3) 1.0; 4) 1.5; 5) 1.6.	ПК-4	У4
74.	Какой коэффициент надежности применяется при выборе тока срабатывания дифференциальной защиты с реле ДЗТ-11 от броска тока намагничивания? 1) $k_{\text{н}} = 1,2 - 1,5$; 2) $k_{\text{н}} = 1,0 - 1,1$; 3) $k_{\text{н}} = 1,6 - 1,8$;	ПК-4	У4

№	Содержание	Компетенция	ИДК
	4) $k_H = 2,0 - 2,5$; 5) $k_H = 2,5 - 3,0$.		
75.	Назовите коэффициент чувствительности пускового органа по напряжению комбинированной отсечки? 1) 1.5; 2) 2.0; 3) 0.8; 4) 1.2; 5) 0.9.	ПК-4	У4
76.	На каких трансформаторах устанавливается специальная токовая защита нулевой последовательности? 1) на трансформаторах с группой соединения Y/Y_0 ; 2) на трансформаторах с группой соединения Y/Δ ; 3) на трансформаторах с группой соединения Δ/Δ ; 4) на трансформаторах с группой соединения Y/Y ; 5) на автотрансформаторах.	ПК-4	У4
77.	По какому выражению определяется уставка по току комбинированной токовой отсечки блока линия-трансформатор? 1) $I_{cs} = \frac{I_{кз\text{ мин}}^{(2)}}{k_H}$; 2) $I_{cs} = 1,4 \cdot I_{кз}^{(3)}$; 3) $I_{cs} = k_{cs} \cdot I_{ном}$; 4) $I_{cs} = k_H \cdot I_{ном}$; 5) $I_{cs} = k_H \cdot I_{ном}$.	ПК-4	Н4
78.	По какому выражению определяется напряжение срабатывания блока линии-трансформатор? 1) $U_{cs} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{cs} \cdot (z_L + z_T)}{k_H}$; 2) $U_{cs} = k_H \cdot I_{cs}$; 3) $U_{cs} = k_H \cdot U_{ост}$; 4) $U_{cs} = k_{csn} \cdot U_{ном}$; 5) $U_{cs} = k_H \cdot I_{кз}$.	ПК-4	У3
79.	По какому выражению определяется остаточное напряжение? 1) $U_{ост}^{(3)} = \sqrt{3} \cdot I_{cs} \cdot (z_L + z_T)$; 2) $U_{ост} = 1,0 \cdot I_{cs} \cdot (z_L + z_T)$; 3) $U_{ост} = 1,5 \cdot I_{cs} \cdot (z_L + z_T)$; 4) $U_{ост} = 1,3 \cdot I_{cs} \cdot (z_L + z_T)$; 5) $U_{ост} = 1,4 \cdot I_{cs} \cdot (z_L + z_T)$.	ПК-4	У3
80.	По какому выражению определяется уставка защита от повышения напряжения? 1) $U_{cs} = 1,1 \cdot U_{ном}$; 2) $U_{cs} = 1,3 \cdot U_H$; 3) $U_{cs} = 0,5 \cdot U_{ном}$; 4) $U_{cs} = 2 \cdot U_{ном}$; 5) $U_{cs} = 0,75 \cdot U_{ном}$.	ПК-4	Н4

№	Содержание	Компетенция	ИДК
81.	В каких режимах работают нейтрали трансформаторов напряжением 110-750 кВ? 1) в режиме эффективного заземления нейтралей; 2) в режиме изолированной нейтрали; 3) в режиме резистивного заземления нейтралей; 4) в режиме с компенсированными нейтралями; 5) в режиме глухого заземления нейтралей.	ПК-4	Н4
82.	По какому выражению определяется уставка токовой отсечки блока линия-трансформатор? 1) $I_{сз} = 1.4 \cdot I_{кз \text{ макс наст. НН}}^{(3)}$; 2) $I_{сз} = \frac{k_H}{k_E} \cdot I_{кз \text{ макс}}^{(3)}$; 3) $I_{сз} = 2.0 \cdot I_{кз \text{ макс}}^{(3)}$; 4) $I_{сз} = 3.0 \cdot I_{ном}$; 5) $I_{сз} = 1.5 \cdot I_{ном}$.	ПК-4	Н4
83.	В каком режиме работает аккумуляторная батарея? 1) в режиме постоянного подзаряда; 2) в режиме заряд-разряд; 3) в режиме тренировочного разряда; 4) в режиме холостого хода; 5) в режиме короткого замыкания.	ПК-4	38
84.	Где должны включаться ТСН на подстанциях 6-10-35 кВ с выключателями на стороне ВН? 1) на шинах низшего напряжения; 2) на питающих линиях стороны ВН; 3) на ошиновке между трансформатором и выключателем стороны НН; 4) на территории здания подстанции.	ПК-4	38
85.	Как обозначается на схемах реле напряжения? 1) KV; 2) KT; 3) KH; 4) KW; 5) KVZ.	ПК-4	38
86.	Как обозначается на схемах реле времени? 1) KT; 2) KV; 3) KL; 4) KM; 5) KH.	ПК-4	38
87.	Как обозначается трансформатор тока на электрических схемах? 1) TA; 2) PA; 3) PV; 4) PK; 5) TV.	ПК-4	38

№	Содержание	Компетенция	ИДК
88.	Как обозначается на схемах короткозамыкатель? 1) QK; 2) QS; 3) QF; 4) PK; 5) SQ.	ПК-4	38
89.	Как определяется коэффициент трансформации трансформатора тока? 1) $n_{тт} = \frac{I_{нном}}{I_{вном}}$; 2) $n_{тт} = \frac{I_{расмакс}}{I_{вном}}$; 3) $n_{тт} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_1}{I_{нном}}$; 4) $n_{тт} = \frac{0.87 \cdot I_{вз}}{I_{нном}}$; 5) $n_{тт} = \frac{I_{вн}}{0.8 \cdot I_1}$.	ПК-4	38
90.	Как определяется коэффициент схемы при симметричных режимах? 1) $k_{сх}^{(3)} = \frac{I_p}{I_\phi}$; 2) $k_{сх}^{(3)} = \frac{I_H}{I_\phi}$; 3) $k_{сх}^{(3)} = \frac{I_{кз}}{n_{тт}}$; 4) $k_{сх}^{(3)} = \frac{I_\phi}{I_p}$; 5) $k_{сх}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{I_p}$.	ПК-4	38
91.	Какое напряжение на вторичной обмотке трансформатора напряжения типа НОЛ? 1) 100 В; 2) 120 В; 3) 200 В; 4) 87 В; 5) 75 В.	ПК-4	39
92.	Какие трансформаторы напряжения являются антирезонансные? 1) НАМИТ, НАМИ; 2) ЗНОЛ; 3) ЗНОМ; 4) НОЛ, НОМ; 5) НТМИ.	ПК-4	39
93.	Какие трансформаторы служат только для измерения междофазных напряжений? 1) НОЛ, НОМ; 2) НТМИ; 3) ЗНОЛ, НТМК; 4) ЗНОМ; 5) НАМИ.	ПК-4	39

№	Содержание	Компетенция	ИДК
94.	Какие защиты предусматриваются для защиты конденсаторной установки? 1) защита от междуфазных к.з., защита от перегрузки, защита от повышения напряжения; 2) защита от однофазных к.з., защита от утечки масла, защита от переохлаждения банок; 3) защита от понижения напряжения; 4) защита от нагрева; 5) защита от атмосферных перенапряжений.	ПК-4	У4
95.	По какому выражению определяется уставка защиты от междуфазных к. з.? 1) $I_{сз} = k_{бр} \cdot I_{ном}$; 2) $I_{сз} = k_n \cdot I_{нз}$; 3) $I_{сз} = k_c \cdot I_{раб макс}$; 4) $I_{сз} = k_n \cdot I_{защ.на землю}$; 5) $I_{сз} = \frac{I_{ка}}{n_{тт}}$.	ПК-4	Н4
96.	По какому выражению определяется защита от сверхтока перегрузки? 1) $I_{сз} = \frac{k_{отс}}{k_E I_H} = 1.3 \cdot I_{ном}$; 2) $I_{сз} = 1.5 \cdot I_H$; 3) $I_{сз} = 2.0 \cdot I_{ном}$; 4) $I_{сз} = 1.0 \cdot I_{сз}$; 5) $I_{сз} = 1.8 \cdot I_{сз}$.	ПК-4	У3
97.	Назовите режимы заземления нейтрали автотрансформатора? 1) с глухозаземленной нейтралью; 2) с изолированной нейтралью; 3) с резистивной нейтралью; 4) с компенсированной нейтралью; 5) с разрядником в нейтрали.	ПК-4	39
98.	В каком режиме работают нейтрали трансформаторов в сети 110 кВ и выше? 1) с эффективным заземлением нейтрали; 2) с изолированной нейтралью; 3) с компенсированной нейтралью; 4) с резистивным заземлением нейтрали; 5) с глухим заземлением нейтрали.	ПК-4	39
99.	По какому выражению определяется напряжения срабатывания реле напряжения РН-54/160 МТЗ с блокировкой напряжения по напряжению линий? 1) $U_{сз} = \frac{0.9 \cdot U_H}{k_H \cdot k_E}$; 2) $U_{сз} = \frac{U_{ср.в.в.в.}}{k_H}$; 3) $U_{сз} = \frac{U_{отс.}}{k_H \cdot k_E}$; 4) $U_{сз} = 1.3 \cdot U_H$; 5) $U_{сз} = 1.5 \cdot U_{отс.}$	ПК-4	39

№	Содержание	Компетенция	ИДК
100.	Какой коэффициент надежности принимается при выборе напряжения срабатывания РН-54/160? 1) 1.2; 2) 0.8; 3) 2.0; 4) 1.5; 5) 1.7.	ПК-4	39
101.	Какой коэффициент возврата принимается при выборе напряжения срабатывания МТЗ с блокировкой по напряжению? 1) 1.2; 2) 0.8; 3) 1.6; 4) 1.1; 5) 0.9.	ПК-4	39
102.	Назовите величины коэффициента самозапуска при расчете МТЗ линии при наличии общепромышленной нагрузки? 1) 4-5; 2) 1.5-2; 3) 1.1-1.3; 4) 1.4-2.0; 5) 0.9-1.0.	ПК-4	39
103.	Назовите величины коэффициента чувствительности токовой отсечки силового трансформатора? 1) 1.0-1.2; 2) 2.0; 3) 0.8-0.9; 4) 1.2; 5) 1.5.	ПК-4	39
104.	Как действует защита от понижения уровня масла в баке РПН? 1) действует на сигнал; 2) действует на отключение трансформатора; 3) действует через спутник на информационную систему; 4) действует на отключение подстанции; 5) действует на локальную сеть.	ПК-4	39
105.	Какие трансформаторы напряжения используются для контроля изоляции сети 6-10-35 кВ? 1) НПМИТ, ЗНОЛ, ЗНОМ, НАМИ; 2) НТМК; 3) НОС, ТПФМ, ТПЛ; 4) НОЛ; 5) ТПК.	ПК-4	39
106.	На какие повреждения реагирует дифференциальная защита трансформаторов 35/10 кВ? 1) на междуфазные короткие замыкания; 2) на однофазные замыкания; 3) на 4-х фазные к.з.; 4) на уход масла из трансформатора;	ПК-4	39

№	Содержание	Компетенция	ИДК
	5) на появление к.з.		
107.	На какие виды повреждений реагирует газовая защита основного бака трансформатора? 1) на повреждения, связанные с выделением газа, и с уходом масла ниже уровня установки газового реле; 2) на снижение изоляции обмоток трансформатора; 3) на повреждение юбок изоляторов стороны НН трансформатора; 4) на к.з. ошиновки ВН; 5) на обрыв проводов ЛЭП.	ПК-4	39
108.	Какое падение напряжения допускается в цепях напряжения расчётных счётчиков? 1) не более 1%; 2) не более 0.25%; 3) не более 0.5%; 4) не более 3%; 5) не более 0.75%.	ПК-4	39
109.	Назовите допустимую величину потери напряжения от ТН до счетчиков технического учета? 1) не более 5%; 2) не более 1.5%; 3) не более 10.1%; 4) не более 0.5%; 5) не более 3%.	ПК-4	36
110.	Назовите допустимую величину падения напряжения для релейной защиты? 1) не более 0.5%; 2) не более 3%; 3) не более 5%; 4) не более 0.1%; 5) не более 1.5%.	ПК-4	36
111.	Трансформаторы, оборудованные устройствами газовой защиты, должны быть установлены так, чтобы крышка имела подъем по напряжению к газовому реле: 1) не менее 1%; 2) не менее 0.5%; 3) не менее 0.1%; 4) не менее 4%; 5) не менее 2%.	ПК-4	39
112.	Трансформаторы, оборудованные устройствами газовой защиты, должны быть установлены так, чтобы маслопровод к расширителю имел подъем по напряжению к газовому реле: 1) не менее 2%; 2) не менее 1%; 3) не менее 0.5%; 4) не менее 4%; 5) не менее 6%.	ПК-4	39

№	Содержание	Компетенция	ИДК
113.	Какая величина тока дешунтирования допустима для реле РТ-85? 1) не более 150 А; 2) не более 100 А; 3) не более 300 А; 4) не менее 200 А; 5) не менее 75 А.	ПК-4	39
114.	По какому выражению определяется номинальный ток трансформатора? 1) $I_{ном} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}{S_{ном}}$; 2) $I_{ном} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_H}$; 3) $I_{ном} = \frac{U_{ср}^2}{\sqrt{3} \cdot X_{тр}}$; 4) $I_{ном} = \frac{U_{ном}}{S_{ном}}$; 5) $I_{ном} = \frac{U_{ном}}{X_{ном}}$.	ПК-4	39
115.	По какому выражению определяется сопротивление трансформатора? 1) $X_{тр} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_H}$; 2) $X_{тр} = \frac{U_{к\%} \cdot U_{ср}^2}{100 \cdot S_{ном}}$; 3) $X_{тр} = \frac{U_{к\%} \cdot S_{ном}}{100 \cdot U_{ср}}$; 4) $X_{тр} = \frac{U_{ном}}{I_{ном}}$; 5) $X_{тр} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}$.	ПК-4	39
116.	Какой коэффициент чувствительности должна иметь дифференциальная защита трансформатора? 1) не менее 1.1; 2) не менее 2.0; 3) не менее 1.7; 4) не менее 4.5; 5) не менее 3.0.	ПК-4	39
117.	Какой коэффициент схемы имеет схема соединения трансформаторов тока и обмоток реле в полную звезду? 1) 1.0; 2) $\sqrt{3}$; 3) 0.5; 4) 2.0; 5) 1.5.	ПК-4	39
118.	Какой коэффициент схемы имеет схема соединения ТТ в треугольник, обмоток реле в звезду? 1) $\sqrt{3}$; 2) 1; 3) 1.5; 4) 2.5; 5) 1.3.	ПК-4	39

№	Содержание	Компетенция	ИДК
119.	Можно ли применять схему соединения ТТ на разность токов 2-х фаз с одним реле для защиты силовых трансформаторов с соединением обмоток Y/Δ? 1) нет; 2) да; 3) ограничено; 4) на усмотрение главного инженера; 5) если другого выхода нет.	ПК-4	39
120.	Какой коэффициент схемы имеет схема соединения ТТ и обмоток реле в неполную звезду? 1) 2; 2) 1; 3) $\sqrt{3}$; 4) 3; 5) 1.5.	ПК-4	39
121.	Какой коэффициент схемы имеет схема соединения ТТ и одного реле на разность токов 2-х фаз? 1) 1; 2) $\sqrt{3}$; 3) 2; 4) 1.78; 5) 2.05.	ПК-4	39
122.	По каким параметрам выбирается трансформатор тока? 1) по габаритам; 2) по току нагрузки и номинальному напряжению; 3) по угловой погрешности; 4) по красоте; 5) по необходимости.	ПК-4	У4
123.	Какой тип реле применяется для дифференциальной защиты с торможением? 1) ДЗТ-11; 2) РТ-40; 3) РНТ-565; 4) РВМ-12; 5) РП-341.	ПК-4	У4
124.	Какие реле применяются для пуска по напряжению в схеме МТЗ с комбинированным пуском по напряжению? 1) РНФ-1м и РН-54/160; 2) РН-54/160 и РТ-40; 3) РН-53 и РН-140; 4) РТ-40; 5) РН-1.	ПК-4	У4
125.	Какие коэффициенты надежности применяются при определении тока срабатывания дифференциальной защиты с реле РНТ-565 для определения тока срабатывания по условию отстройки? 1) 1.3; 2) 1.1; 3) 1.0;	ПК-4	У3

№	Содержание	Компетенция	ИДК
	4) 1.8; 5) 2.0.		
126.	По каким условиям выбирается ток срабатывания дифференциальной токовой отсечки трансформатора? 1) $I_{сз} = 1.3 \cdot I_{кз макс}^{(3)}$, $I_{сз} = 1.6 \cdot I_{кз}^{(3)}$; 2) $I_{сз} = 1.3 \cdot I_{нб.расч}$ и $I_{сз} = 3 \div 4 \cdot I_{ном}$; 3) $I_{сз} = \frac{k_n \cdot k_{сзп}}{k_E} \cdot I_{раб.макс}$; 4) $I_{сз} = 1.5 \cdot I_{ном}$; 5) $I_{сз} = 2.0 \cdot I_{кз}^{(3)}$.	ПК-4	У3
127.	По каким выражением выбирается ток срабатывания токовой отсечки трансформатора? 1) $I_{сз} = k_n \cdot I_{ном}$; 2) $I_{сз} = k_n \cdot I_{кз макс наст.НН}^{(3)}$; 3) $I_{сз} = k_n \cdot I_{нб.расч}$; 4) $I_{сз} = k_n \cdot I_{кз}^{(1)}$; 5) $I_{сз} = \frac{I_{ном}}{n_{тт}}$.	ПК-4	У3
128.	По каким условиям выбирается ток срабатывания МТЗ трансформатора на стороне ВН? 1) $I_{сз} = k_n \cdot I_{кз макс}^{(3)}$; 2) $I_{сз} = \frac{k_n \cdot k_{сзп}}{k_E} \cdot I_{раб.макс}$, $I_{сз} = k_{нс} \cdot I_{сз пред}$; 3) $I_{сз} = k_n \cdot I_{нб.расч}$, $I_{сз} = k_{сзп} \cdot I_{раб.макс}$; 4) $I_{сз} = 6.0 \cdot I_{ном}$; 5) $I_{сз} = k_n \cdot I_{кз}^{(3)}$.	ПК-4	У3
129.	По каким условиям выбирается ток срабатывания дифференциальной токовой защиты трансформатора с реле РНТ-565? 1) $I_{сз} = 1.3 \cdot I_{нб.расч}$, $I_{сз} = 1 \div 1.3 \cdot I_{ном}$; 2) $I_{сз} = 1.4 \cdot I_{кз макс}^{(3)}$; 3) $I_{сз} = k_{сзп} \cdot I_{ном}$; 4) $I_{сз} = 5.0 \cdot I_{ном}$; 5) $I_{сз} = 1.1 \cdot I_{кз}^{(3)}$.	ПК-4	У3
130.	Назовите величины коэффициента чувствительности дифференциальной защиты трансформатора? 1) не менее 2; 2) не менее 1; 3) не менее 1.7; 4) не менее 6.0; 5) не менее 1.85.	ПК-4	У3
131.	Чем отличается ТО от МТЗ? 1) обеспечением селективности; 2) обеспечением выявлением к.з.; 3) обеспечением сигнализации; 4) обеспечением фиксации повреждений; 5) количеством реле.	ПК-4	У4

№	Содержание	Компетенция	ИДК
132.	Какие схемы пусковых органов МТЗ применяются при ЛЭП 110 кВ и выше? 1) на разность токов двух фаз с одним реле; 2) полная звезда с тремя реле; 3) неполная звезда с двумя реле; 4) на разность токов 3-х фаз; 5) фильтр токов нулевой последовательности.	ПК-4	У4
133.	Назовите коэффициенты схемы для схемы соединения ТТ в треугольник? 1) 1.0; 2) $\sqrt{3}$; 3) 1.5; 4) 3.0; 5) 4.25.	ПК-4	У4
134.	Какие схемы пусковых органов МТЗ применяются для ЛЭП 6-10-35 кВ? 1) полная звезда с тремя реле; 2) неполная звезда с тремя реле; 3) треугольник с тремя реле; 4) фильтр токов нулевой последовательности; 5) разомкнутый треугольник.	ПК-4	У4
135.	Какой коэффициент чувствительности токовой отсечки ЛЭП? 1) 1.5; 2) 1.7; 3) 2.0; 4) 1.85; 5) 2.5.	ПК-4	У4
136.	Какой коэффициент чувствительности МТЗ линии в зоне основного действия? 1) 1.5; 2) 1.2; 3) 2.0; 4) 6.0; 5) 5.5.	ПК-4	У4
137.	Какой коэффициент чувствительности МТЗ линии в зоне резервного действия? 1) 1.2; 2) 2.0; 3) 1.8; 4) 1.0; 5) 3.0.	ПК-4	У4
138.	Какая зона действия дифференциальной защиты трансформатора? 1) зона, ограниченная шинами ВН и НН; 2) зона, ограниченная трансформаторами тока на стороне ВН и НН трансформатора; 3) зона, охватывающая шины НН; 4) зона, охватывающая ввода ВН;	ПК-4	У3

№	Содержание	Компетенция	ИДК
	5) зона, ограниченная изоляторами.		
139.	Какой коэффициент чувствительности должна иметь дифференциальная защита трансформатора? 1) 1.1; 2) 2.0; 3) 1.7; 4) 2.5; 5) 1.65.	ПК-4	У3
140.	Какими реле выполняется газовая защита баков РПН трансформаторов; 1) реле РТ-40; 2) струйное реле URF 25, РТЗ-25; 3) ДЗТ-11; 4) РТЧ-66; 5) РНТ.	ПК-4	У3
141.	По какому выражению определяется ток срабатывания МТЗ от перегрузки трансформатора? 1) $I_{сз} = k_H \cdot I_{нз макс}^{(3)}$; 2) $I_{сз} = \frac{k_H}{k_B} \cdot I_{ном}$; 3) $I_{сз} = \frac{k_H \cdot k_{сеп}}{k_B} \cdot I_{раб макс}$; 4) $I_{сз} = k_H \cdot I_{ном}$; 5) $I_{сз} = k_H \cdot I_{нз}$.	ПК-4	У3
142.	Где размещается защита от перегрузки на трансформаторе с расщепленной обмоткой стороны НН? 1) на стороне ВН; 2) на стороне НН1 и НН2 трансформатора; 3) на шинах 10 кВ; 4) на шинах ВН; 5) на проходных изоляторах.	ПК-4	У3
143.	На каких фазах устанавливаются реле защиты от перегрузки? 1) на фазах А, В и С; 2) на одной из фаз; 3) в нуле схемы трансформаторов тока; 4) на четвертой фазе; 5) на разомкнутом.	ПК-4	У3
144.	По какому выражению определяется ток МТЗ силового трансформатора? 1) $I_{сз} = k_H \cdot I_{нз макс}^{(3)}$; 2) $I_{сз} = \frac{k_H \cdot k_{сеп}}{k_B} \cdot I_{раб макс}$; 3) $I_{сз} = \frac{k_H}{k_B} \cdot I_{нз макс}^{(1)}$; 4) $I_{сз} = k_B \cdot I_{ном}$; 5) $I_{сз} = k_H \cdot I_{ном}$.	ПК-4	У4

№	Содержание	Компетенция	ИДК
145.	По какому выражению определяется коэффициент чувствительности? 1) $k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{сз}}}{I_{\text{ном}}}$; 2) $k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{сз}}^{(2)}}{I_{\text{сз}}}$; 3) $k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{сз макс}}}{I_{\text{ном}}}$; 4) $k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{ном}}}{n_{\text{тт}}}$; 5) $k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{н}}}{I_{\text{сз}}}$.	ПК-4	У4
146.	Какой коэффициент надежности применяется при выборе тока срабатывания дифференциальной защиты с реле РНТ от броска намагничивания? 1) 1.5-1.7; 2) 1.0-1.3; 3) 0.7-0.8; 4) 2.0-2.3; 5) 1.8-1.95.	ПК-4	У4
147.	По какому выражению определяется напряжение срабатывания реле напряжения РН-54/160 МТЗ с блокировкой по напряжению линии? 1) $U_{\text{сз}} = \frac{0.9 \cdot U_{\text{н}}}{k_{\text{н}} \cdot k_{\text{в}}}$; 2) $U_{\text{сз}} = \frac{U_{\text{ср сред}}}{k_{\text{н}}}$; 3) $U_{\text{сз}} = \frac{U_{\text{отт}}}{k_{\text{н}} \cdot k_{\text{в}}}$; 4) $U_{\text{сз}} = \frac{1.1 \cdot U_{\text{ном}}}{k_{\text{н}} \cdot k_{\text{в}}}$; 5) $U_{\text{сз}} = \frac{U_{\text{ном}}}{U_{\text{отт}}}$.	ПК-4	У4
148.	Какой коэффициент надежности принимается при выборе напряжения срабатывания РН-54/160? 1) 1.2; 2) 0.8; 3) 2.0; 4) 1.8; 5) 1.7.	ПК-4	У3
149.	Какой коэффициент возврата принимается при выборе напряжения срабатывания МТЗ с блокировкой по напряжению? 1) 1.2; 2) 0.8; 3) 1.6; 4) 0.9; 5) 1.85.	ПК-4	У3
150.	Назовите величину коэффициента самозапуска при расчете МТЗ линии при наличии общепромышленной нагрузки? 1) 1.0-1.2; 2) 2.0; 3) 1.1-1.3;	ПК-4	У3

№	Содержание	Компетенция	ИДК
	4) 3,0-3.5; 5) 1.7-1.9.		
151.	Назовите величину коэффициента чувствительности токовой отсечки силового трансформатора? 1) 1.0-1.2; 2) 2.0; 3) 0.8-0.9; 4) 4.0; 5) 3.5.	ПК-4	У3
152.	Как действует защита от понижения уровня масла в баке РПН? 1) действует на сигнал; 2) действует на отключение трансформатора; 3) действует через спутник на информационную систему; 4) действует через модем диспетчеру; 5) действует через радио.	ПК-4	У3
153	Какой коэффициент схемы имеет схема соединения трансформатора тока в треугольник, а обмотка реле в звезду?	ПК-4	36
154	Токовые и дистанционные защиты обладают селективностью	ПК-4	36
155	Каждое устройство защиты и его схема подразделяются на две части: и логическую части;	ПК-4	36
156	Как обозначаются токовые реле во вторичных схемах?	ПК-4	36

5.3.2.2. Вопросы для устного опроса

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1.	Назовите линейные и нелинейные измерительные преобразователи	ПК-4	38
2.	Назовите источники оперативного тока	ПК-4	38
3.	Назовите элементы устройств защиты и автоматики	ПК-4	39
4.	Проанализируйте защиту сетей напряжением до 1000 В	ПК-4	39
5.	Проанализируйте токовые защиты линий электропередач	ПК-4	39
6.	Назовите дистанционные защиты	ПК-4	У4
7.	Назовите дифференциальные защиты	ПК-4	У4
8.	Назначение автоматического включения резервного питания	ПК-4	36
9.	Назначение автоматического повторного включения	ПК-4	36
10.	Назначение автоматической частотной разгрузки	ПК-4	36
11.	Назначение автоматического регулирования напряжения	ПК-4	36

№	Содержание	Компетенция	ИДК
12.	Назначение фильтров симметричных составляющих	ПК-4	36
13.	Назовите основные понятия и принципы построения РЗА	ПК-4	36
14.	Приведите схемы управления коммутационной аппаратурой	ПК-4	У3
15.	Назовите основные виды релейных защит высоковольтных сетей	ПК-4	У4
16.	Как осуществляется проверка автоматизированного управления в системах электроснабжения	ПК-4	Н4
17.	Как осуществляется автоматическое регулирование параметров режима энергосистем	ПК-4	У4
18.	Назовите основные виды релейных защит высоковольтных сетей	ПК-4	36

5.3.2.3. Задачи для проверки умений и навыков

1.	Как выполняется высокочастотная обвязка воздушных линий электропередач	ПК-4	У3
2.	Как осуществляется защита синхронных генераторов	ПК-4	У4
3.	Как выполняется защита от замыканий на землю	ПК-4	У4
4.	Как выполняется защита трансформаторов и автотрансформаторов	ПК-4	У4
5.	Как выполняется защита электродвигателей	ПК-4	У4
6.	Как выполняется защита шин и токопроводов	ПК-4	У4
7.	Как выполняются высокочастотные защиты	ПК-4	У4
8.	Как выполняются токовые защиты в низковольтных сетях	ПК-4	У4
9.	Проанализируйте повреждения и ненормальные режимы работы генераторов и трансформаторов	ПК-4	Н4

5.3.2.4. Перечень тем рефератов, контрольных, расчетно-графических работ

Не предусмотрены

5.3.2.5. Вопросы для контрольной (расчетно-графической) работы

Не предусмотрены

5.4. Система оценивания достижения компетенций

5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

Компетенция ПК-5 Способен обеспечить эффективное использование и надежную работу систем электроснабжения и электроприемников сельскохозяйственных потребителей					
Индикаторы достижения компетенции ПК-5		Номера вопросов и задач			
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к зачёту	вопросы к зачету	вопросы по курсовому проекту (работе)
36	Автоматизированные системы управления электроснабжением	-	-	46-49	-
38	Технические средства релейной защиты систем электроснабжения	-	6, 8	2-5; 7-14; 23; 25-28; 35-42.	-

39	Порядок установки, апробации и наладки технических средств, оборудования для автоматизированного контроля и управления на электроустановках	-	1-5	1; 29-30; 44-45.	-
У3	Выбирать технические средства, оборудование, программное обеспечение для автоматизированного управления электроснабжением	-	-	20-22; 34; 43;51	-
У4	Выбирать технические средства релейной защиты систем электроснабжения	-	-	17-19; 32-33; 50	-
Н4	Обоснования уставок устройств защиты электроустановок	-	1-5, 7	6; 15-16; 24	-

5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

Компетенция				
Индикаторы достижения компетенции ПК-5		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
36	Автоматизированные системы управления электроснабжением	8; 109-110 , 153-156	8-13; 18	-
38	Технические средства релейной защиты систем электроснабжения	1; 9-14; 17-19; 24-25; 29-30; 34-41; 83-90.	1-2	-
39	Порядок установки, апробации и наладки технических средств, оборудования для автоматизированного контроля и управления на электроустановках	2-7; 15-16; 20-23; 26-27; 42-49; 64-68; 91-93; 97-108; 111-121.	3-5	-
У3	Выбирать технические средства, оборудование, программное обеспечение для автоматизированного управления электроснабжением	32-33; 57-61; 78-79; 96; 125-130; 138-143; 148-152.	14	1
У4	Выбирать технические средства релейной защиты систем электроснабжения	28; 31; 50-56; 62-63; 72-76; 94; 122-124; 131-137; 144-147.	6-7; 15;17	2-8
Н4	Обоснования уставок устройств защиты электроустановок	69-71; 77; 80-82; 95.	16	9

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

№	Библиографическое описание	Тип издания	Вид учебной литературы
1.	Цыгулев, Николай Иосифович. Релейная защита и автоматика энергетических систем : учебное пособие / Н. И. Цыгулев, В. Р. Проус // Донской государственный технический университет. — Ростов-на-Дону : Издательский центр Донского государственного технического университета, 2016 — 137с.	Учебное	Основная
2.	Ершов, Ю.А. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие / Ю.А. Ершов, О.П. Халезина, А.В. Малеев, Д.П. Перехватов // Сибирский Федеральный Университет, 2012 – 68с. http://znanium.com/go.php?id=492157	Учебное	Дополнительна
3.	Применение и техническое обслуживание микропроцессорных устройств на электростанциях и в электросетях / сост.: А.П.Кузнецов, В.Ю. Лукоянов; под ред. Б.А. Алексеева. ч.1-4.- М. : Изд-во НИЦ ЭНАС, 2001 – 120с.	Учебное	Дополнительная
4.	Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине "Теоретические основы электротехники" студентам специальности 110302 - "Электрификация и автоматизация сельского хозяйства" / Воронеж. гос. аграр. ун-т ; [сост. : П. О. Гуков, С. А. Филонов] - Воронеж: ВГАУ, 2009 - 55 с. [ЦИТ 1921R]	Методическая	
5.	Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: ВГАУ, 1998-	Периодическое	

6.2. Ресурсы сети Интернет

6.2.1. Электронные библиотечные системы

№	Название	Размещение
1	Лань	https://e.lanbook.com
2	ZNANIUM.COM	http://znanium.com/
3	ЮРАЙТ	http://www.biblio-online.ru/
4	IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
5	E-library	https://elibrary.ru/
6	Электронная библиотека ВГАУ	http://library.vsau.ru/

6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

№	Название	Адрес доступа
1	Единая межведомственная информационно-статистическая система	https://fedstat.ru/
2	Портал открытых данных РФ	https://data.gov.ru/

3	Портал государственных услуг	https://www.gosuslugi.ru/
4	Справочная правовая система Гарант	http://www.consultant.ru/
5	Справочная правовая система Консультант Плюс	http://ivo.garant.ru
6	Профессиональные справочные системы «Кодекс»	https://техэксперт.сайт/sistema-kodeks
7	СТРОЙКонсультант	http://www.stroykonsultant.ru/
8	Аграрная российская информационная система	http://www.aris.ru/
9	Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям	http://agris.fao.org/

6.2.3. Сайты и информационные порталы

№	Название	Размещение
1	Все ГОСТы	http://vsegost.com/
2	Российское хозяйство. Сельхозтехника.	http://rushoz.ru/selhoztehnika/
3	TECHSERVER.ru: Ваш путеводитель в мире техники	http://techserver.ru/

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13а, а.205
Учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, презентационное оборудование, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13, а.218
Лаборатория, учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, лабораторное оборудование, коммутатор, контроллеры, принтер лазерный, регулятор, экран переносной, измеритель ПИД-регулятор, преобразователь интерфейса, принтер Samsung, регулятор,	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13а, а.230

эмулятор печи Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13, а.219 (с16 до 20 ч.)
Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13, а.321 (с16 до 20 ч.)
Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина д.1, а.232а (с16 до 20 ч.)

7.2. Программное обеспечение

7.2.1. Программное обеспечение общего назначения

№	Название	Размещение
1	Операционные системы MS Windows / Linux	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Пакеты офисных приложений Office MS Windows / OpenOffice	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Браузеры Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Антивирусная программа DrWeb ES	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа-архиватор 7-Zip	ПК в локальной сети ВГАУ
7	Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic	ПК в локальной сети ВГАУ
8	Платформа онлайн-обучения eLearning server	ПК в локальной сети ВГАУ
9	Система компьютерного тестирования AST Test	ПК в локальной сети ВГАУ

7.2.2. Специализированное программное обеспечение

№	Название	Размещение
1	Веб-ориентированное офисное программное обеспечение Google Docs	https://docs.google.com
2	Векторный графический редактор InkScape (альтернатива CorelDraw) (free)	ПК в локальной сети ВГАУ

№	Название	Размещение
3	Визуальный ЯП для моделирования динамических систем VisSim	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Пакет разработки ПО для контроллеров LOGO! Soft Comfort Demo	https://new.siemens.com/global/en.html
5	ППП для решения задач технических вычислений Matlab 6.1/SciLab	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа автоматизированного проектирования папоCAD Электро	ПК на кафедре Электротехники
7	Программа проектирования освещения DIALux	ПК на кафедре БЖД
8	Программа проектирования систем энергораспределения SIMARIS design	ПК в локальной сети ВГАУ
9	Система компьютерной алгебры Mathcad	ПК в локальной сети ВГАУ
10	Среда программирования FreePascal	ПК в локальной сети ВГАУ

8. Междисциплинарные связи

Дисциплина, с которой необходимо согласование	Кафедра, на которой преподается дисциплина	ФИО заведующего кафедрой
Б1.В.04 «Электрические системы и сети»	Кафедра электротехники и автоматики	Афоничев Д.Н.
Б1.В.01 «Проектирование систем электроснабжения»	Кафедра электротехники и автоматики	Афоничев Д.Н.

Приложение 1
Лист периодических проверок рабочей программы
и информация о внесенных изменениях

Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность	Дата	Потребность в корректировке ука- занием соответству- ющих разделов рабо- чей программы	Информация о внесенных изменениях
Афоничев Д.Н., заведующий кафедрой электротехники и автоматики	13.05.2022	Да Рабочая программа актуализирована для 2022/23 учебного года	Скорректированы: п.3, табл. 3.1, 3.2.; п. 4.2, табл.4.2.1, 4.2.2; п. 7.2, табл. 7.2.1, 7.2.2
Афоничев Д.Н., заведующий кафедрой электротехники и автоматики	20.06.2023	Да Рабочая программа актуализирована для 2023/2024 учебного года	Скорректированы: п. 5.3.2.1, п. 5.4.2, п. 7.1
Афоничев Д.Н., заведующий кафедрой электротехники и автоматики	05.06.2024	Да Рабочая программа актуализирована на 2024/2025 учебный год	Скорректированы часы по практической подготовке (п. 3.1, 3.2, п. 4.1)
Афоничев Д.Н., заведующий кафедрой электротехники и автоматики	17.06.2025	Нет Рабочая программа актуализирована на 2025/2026 учебный год	—