МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ - ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ

УТВЕРЖДАЮ

Директор
_____А.Ф. Бутенко

Бутенко Александр Федорович
Подписано цифровой подписью: Бутенко Александр Федорович
Дата: 2024.04.18 16:10:30 +03'00'

«18» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины Б1.В.13«Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

Направление подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль – «Электроснабжение»

Факультет – Энергетический

Кафедра «Электроэнергетика и теплоэнергетика»

Форма обучения –очная, заочная

Квалификация выпускника – бакалавр

Зерноград-2024

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

1.ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от «28» февраля 2018 г. № 144.

2. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «26» ноября 2020 г. № 1456.

3. Учебный план по профилю «Электроснабжение» (год начала подготовки 2024 г.) одобрен Ученым советом Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ. Протокол № 7 от «29» февраля 2024 г.

Рабочая программа учебной дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетика и теплоэнергетика» Протокол № 7 от «12» марта 2024 г.

Зав. кафедройО.Б. Забродина

Рабочая программа учебной дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» рекомендована к использованию в учебном процессе на заседании Методической комиссии по направлениям подготовки 13.03.02 и 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника
Протокол № 5 от «29» марта 2024 г.
.

Председатель методической комиссииО.Б.Забродина

Разработчик:
к.т.н., профессор М.А.Юндин

Содержание

С.

1. Вводная часть……... 4
1.1 Цели освоения учебной дисциплины……..... 4
1.2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП ……..……..... 4
1.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с индикаторами достижения компетенций ……. 4
2.Основная часть……..... 8
2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы……..... 8
2.2. Содержание учебной дисциплины……..... 9
2.2.1.Разделы учебной дисциплины (модуля) виды учебной деятельности и формы контроля…….……. 12
2.2.2. Лабораторный практикум …….. 14
2.2.3. Практические занятия ……. 15
2.3. Самостоятельная работа студента…….. 17
3. Образовательные технологии……. 20
4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины (модуля)……. 22
4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств…… 22
4.2. Примерные темы курсовых работ ……..…… 24
4.3. Примерные темы рефератов …..…… 26
4.4. Тесты текущего контроля …….. 26
4.5. Тесты промежуточного контроля …….. 26
4.6. Варианты заданий для текущего контроля…… 26
4.7. Вопросы к экзамену…..……. …….. 29
5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины ……..…… 30
5.1. Основная литература…… 30
5.2. Дополнительная литература…… 31
5.3. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы …… 32
5.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса ……. 33
5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся ……. 34
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины……..... 34
7. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины 35
Приложение 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации
Приложение 2 Лист переутверждения рабочей программы дисциплины…….37

1.ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Цели освоения учебной дисциплины (модуля)

Теоретическая и практическая подготовка будущих бакалавров в области электроэнергетики и электротехники, которая необходима для системы знаний и практических навыков по эффективному управлению потоками электроэнергии на основе принципов построения релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем.

1.2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Изучение данной дисциплины базируется на освоении студентами следующих дисциплин:

- «Теоретические основы электротехники»;
- «Переходные процессы в электроэнергетических системах»;
- «Электроснабжение»;
- «Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий»;
- «Электрическая часть электростанций и подстанций».

Освоение данной дисциплины необходимо для эффективного участия в научно-исследовательской работе, прохождения тематических практик и выполнения разделов выпускной квалификационной работы.

1.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с индикаторами достижения компетенций

Изучение дисциплины направлено на формирование профессиональных компетенций, необходимых для решения задач профессиональной деятельности и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения	
		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые знания, умения и навыки
УК-2	Способенопределять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы	УК-2.1. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение	Знать: методические и инструктивные документы регламентирующие деятельность релейщика Уметь: формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение Владеть: навыками руководства сложными и опасными работами по сформулированному в рамках поставленной цели проекта плану
		УК-2.2. Выбирает наиболее эффективный способ решения задач, учитывая действующие правовыенормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограни-	Знать: нормативные, правовые документы, регламентирующие деятельность при решении задач по эксплуатации релейной защиты и автоматики Уметь: обеспечивать рациональное расходование ресурсов и материалов

		чения	для эффективного решении задач Владеть: навыками выбора эффективного способа при решении задач по эксплуатации релейной защиты и автоматики в условиях ограничения ресурсов и материалов
УК-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.2. Понимает, как создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	Знать: основные нормативные документы, регламентирующие безопасную эксплуатацию электрооборудования Уметь: классифицировать мероприятия по созданию и поддержанию безопасных условий труда в электроустановках на организационные и технические Владеть: навыками самостоятельного поиска информации о создании и поддержании безопасных условий труда в электроустановках при их эксплуатации
ПК-1	Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования систем электроснабжения объектов	Знать:методы подготовки исходных данных для проектирования устройств релейной защиты и автоматики Уметь: применять справочные материалы, анализировать информацию в области проектирования устройств релейной защиты и автоматики Владеть: навыками сбора и анализа справочных материалов для проектирования устройств релейной защиты и автоматики
		ПК-1.2. Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения объектов	Знать:типовые проектные решения, организующие системы релейной защиты и автоматизации электроснабжения объектов Уметь: применять типовые проектные решения, для системрелейной защиты и автоматизации электроснабжения объектов Владеть: навыками выборатиповых проектных решений, обеспечивающих системырелейной защиты и автоматизации электроснабжения объектов
		ПК-1.3. Обосновывает выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения	Знать:нормативные документы по обоснованию и выбору параметров систем релейной защиты и автоматизации для электроснабжения Уметь: пользоваться нормативными документами при обосновании и вы-

			боре параметров релейной защиты и автоматизации для систем электроснабжения Владеть: навыками применения нормативных документов при обосновании и выборе параметров релейной защиты и автоматизации для систем электроснабжения
		ПК-1.4. Участвует в разработке документации для отдельных разделов проекта электроснабжения объектов	Знать:методы проектирования и разработки документации разделов релейной защиты и автоматизации проектов электроснабжения объектов Уметь: проектировать разделы релейной защиты и автоматизации проектов электроснабжения объектов Владеть: навыками оформления документации разделов релейной защиты и автоматизации проектов электроснабжения объектов
		ПК-1.5. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации системы	Знать:техническую документацию по обслуживанию и эксплуатации систем релейной защиты и автоматизации в проектах электроснабжения объектов Уметь: пользоваться технической документацией по обслуживанию и эксплуатации систем релейной защиты и автоматизации Владеть: пониманием взаимосвязи проектных решений с задачами обслуживания и эксплуатации систем релейной защиты и автоматизации
ПК-2	Готов составлять и оформлять типовую техническую документацию	ПК-2.1. Применяет средства, компьютерных технологий для оформления проектной и рабочей документации систем электроснабжения	Знать:современные компьютерные программы для оформления проектной и рабочей документации по релейной защите и автоматизации систем электроснабжения Уметь: применять современные компьютерные программы при оформлении проектной и рабочей документации по релейной защите и автоматизациисистем электроснабжения Владеть: навыками использования современных компьютерных программ для оформления проектной и рабочей документациипо релейной защите и автоматизации систем электроснабжения

		ПК-2.2. Демонстрирует знание требований к оформлению проектной и рабочей документации иумение выполнять чертежи систем электроснабжения и электротехнических устройств	Знать:типовые требования к оформлению проектной и рабочей документации, правила выполнения чертежей систем электроснабжения и устройств релейной защиты и автоматики Уметь: оформлять проектную и рабочую документацию, выполнять чертежи систем электроснабжения и устройств релейной защиты и автоматики Владеть: навыками оформления проектной и рабочей документации, чертежей систем электроснабжения и устройств релейной защиты и автоматики
ПК-3	Способенопределять параметры элементов системы электроснабжения объектов	ПК-3.8. Способен определять основные параметры устройств релейной защиты и автоматизации систем электроснабжения	Знать:методы анализа и расчета вторичных электрических цепей релейной защиты и автоматизации систем электроснабжения Уметь: практически использовать методы определения основныхпараметроврелейной защиты и автоматизации систем электроснабжения Владеть: навыками определения и оценкиосновныхпараметроврелейной защиты и автоматизации систем электроснабжения
ПК-4	Способен определять режимы работы систем электроснабжения объектов	ПК-4.6. Способен определять режимы работы возобновляемых источников энергии	Знать: методы определения и оценки режимов работывозобновляемых источников энергиидля питания цепей релейной защиты и автоматизации систем электроснабжения Уметь: практически использовать методы определения и оценки режимов работы возобновляемых источников энергиидля питания цепей релейной защиты и автоматизации систем электроснабжения Владеть: навыками определения и оценки режимов работы возобновляемых источников энергиидля питания цепей релейной защиты и автоматизации систем электроснабжения
ПК-5	Способен обеспечивать заданные параметры и режимы систем электроснабжения объ-	ПК-5.4. Демонстрирует знания по обеспечению заданных параметров и режимовработы устройств релейной защиты и автоматизации	Знать:Способы расчета режимов работы системы электроснабжения объектов для обеспечения параметров срабатывания устройств релейной защиты и автоматизации Уметь: практически под конкретные

	ектов		режимы работы системы электроснабжения объектоврассчитывать параметры срабатывания устройств релейной защиты и автоматизации Владеть: навыками обеспечения заданных режимов работы системы электроснабжения объектов при помощи устройств релейной защиты и автоматизации

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Вид работы		Всего часов/ зач. единиц	Семестр №8
Аудиторные занятия (всего)		**108**	**108**
В том числе:			
Лекции (Л)		36	36
Практические занятия (ПЗ)		36	36
Лабораторные работы		36	36
Самостоятельная работа студента(СРС) (всего)		**99**	**99**
В том числе			
Курсовая работа		36	36
Другие виды СРС		63	63
Вид аттестации	Экзамен	**Э**	**Э**
ИТОГО:	часов	**252**	**252**
Общая трудоемкость	зач. единиц	**7**	**7**

Заочная форма обучения

Вид работы		Всего часов/ зач. единиц	Семестр №4	Семестр №5
Аудиторные занятия (всего)		**30**	**4**	**26**
В том числе:				
Лекции (Л)		**8**	**2**	**6**
Практические занятия (ПЗ)		**12**	**2**	**10**
Лабораторные работы		**10**	**-**	**10**
Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)		**213**	**32**	**181**
В том числе				
Курсовой проект (работа)	КП	**-**	**-**	**-**
	КР	**36**	**-**	**36**
Самоподготовка: проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, текущему контролю		**177**	**32**	**145**
СРС в период промежуточной аттестации		**9**	**-**	**9**
Вид промежуточной аттестации: Экзамен (Э)		**Э**	**–**	**Э**
ИТОГО:	часов	**252**	**36**	**216**
общая трудоемкость	зач. единиц	**7**	**1**	**6**

2.2. Содержание учебной дисциплины

Содержание разделов (модулей) учебной дисциплины

№ семе-ме-стра-очн. (з.о.)	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах	Коды индика-торов дости-жения компе-тенций
1	2	3	4
8 (4,5)	Раздел 1. Введение. Структурная схема защиты	Введение. Основные функции защит. Требования к устройствам релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем. Структурная схема релейных защит, назначение основных элементов	ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-4.6
	Раздел 2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей	Повреждения и ненормальные режимы работы системы электроснабжения и ее отдельных элементов. Векторные диаграммы токов и напряжений при коротких замыканиях (КЗ) и однофазных замыканиях на землю в системе электроснабжения	УК-8.2; ПК-1.1; ПК-1.4; ПК-1.5;
	Раздел 3. Измерительные	Трансформаторы напряжения, их назначение и принцип действия. Схемы соединения и погрешно-	ПК-1.1; ПК-1.2;

	преобразователи	сти трансформаторов напряжения, используемых в релейной защите. Трансформаторы тока, их назначение и принцип действия. Схемы соединения и погрешности трансформаторов тока, используемых в релейной защите	ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-3.8
	Раздел 4. Максимальные токовые ступенчатые защиты линий	Максимальная токовая защита и токовая отсечка, принцип их действия. Схемы включения трансформаторов тока и реле: схема полной звезды, схема неполной звезды, схема включения на разность токов двух фаз, схема треугольника, фильтр токов нулевой последовательности. Примеры выполнения схем токовых защит на постоянном и переменном оперативном токах. Расчет параметров, область применения, достоинства и недостатки. Токовые ступенчатые защиты, расчет параметров, область применения. Максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению	УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.8; ПК-5.4
	Раздел 5. Максимальная токовая направленная защита	Назначение, принцип действия, область применения, схемы включения. Реле направления мощности. Недостатки защиты и способы их устранения	УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.8
	Раздел 6. Дистанционная защита линий	Принцип действия, характеристики измерительных органов защиты. Структурная схема защиты. Расчет параметров срабатывания защиты. Область применения, достоинства и недостатки, блокировки защиты	УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.8
	Раздел 7. Дифференциальные защиты линий	Продольная и поперечная дифференциальные токовые защиты. Принцип действия, расчет параметров срабатывания, достоинства и недостатки, область применения защит	УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.3; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.8
	Раздел 8. Защита синхронных генераторов, электродвигателей	Повреждения и ненормальные режимы работы генераторов. Основные защиты генераторов: продольная дифференциальная защита, поперечная дифференциальная защита, защита от замыканий на землю обмотки статора. Защиты от внешних КЗ и ненормальных режимов работы: МТЗ с комбинированным пуском напряжения; МТЗ от перегрузки; токовая защита обратной последовательности; защита от повышения напряжения. Защита цепи возбуждения	УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2;

		от замыканий на землю	ПК-3.8; ПК-5.4
	Раздел 9. Защита трансформаторов и блоков	Особенности выполнения защиты в зависимости от схемы включения и мощности трансформаторов. Принцип действия, расчет параметров срабатывания дифференциальной токовой защиты трансформаторов	УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-3.8; ПК-5.4
	Раздел 10. Защита сборных шин станций и подстанций	Защита от замыканий на землю в сетях напряжением до 35 кВ, работающих с изолированной нейтралью, или заземленной через дугогасящий реактор. Схемы неселективной сигнализации. Защита, реагирующая на емкостной ток. Схемы защит. Расчет параметров срабатывания, область применения защит	УК-2.1; УК-2.1; УК-8.2; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-3.8; ПК-5.4
	Раздел 11. Автоматическое повторное включение (АПВ)	Назначение, классификация и способы пуска устройств АПВ. Основные требования к АПВ. Согласование действия устройств релейной защиты и АПВ. Развитие систем РЗА и АСУ ТП подстанций с использованием технологии на основе протоколов базового стандарта МЭК 61850. Схема устройства АПВ радиальной линии. АПВ линий с двусторонним питанием. АПВ трансформаторов и АПВ шин. АПВ электродвигателей. Использование ВИЭ для питания секционирующих пунктов. Согласование действия АПВ выключателей линии и секционирующих пунктов	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-4.6
	Раздел 12. Автоматическое включение резервного питания и оборудования (АВР)	Классификация устройств АВР. Основные требования к АВР. Пусковые органы напряжения в схемах АВР. Схема АВР радиальной линии, расчет параметров настройки. Согласование действия схемы АВР с релейной защитой и другими устройствами автоматики. Особенности схемы АВР трансформаторов, АВР электродвигателей	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2
	Раздел 13. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)	АЧР как последняя ступень противоаварийной автоматики, действующая на отключение потребителей при значительном дефиците активной мощности. Требования к АЧР. Принципы выполнения устройств АЧР. Категории АЧР. Схема устройства АЧР и частотного АПВ. Согласование действия устройств АВР и АЧР	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2

2.2.1. Разделы (модули) учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

Очная форма обучения

№ семе-ме-стра	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работустудентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости*
		Л	ЛР	ПЗ	СРС	все-го	
1	2	3	4	5	6	7	8
8	Раздел 1. Введение. Структурная схема защиты	2	-	-	4	6	УО-1
	Раздел 2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей	2	4	4	6	16	УО-1
	Раздел 3. Измерительные преобразователи	4	6	4	5	19	УО-1, ПР-2
	Раздел 4. Максимальные токовые ступенчатые защиты линий	4	6	4	6	20	УО-1, ПР-2
	Раздел 5. Максимальная токовая направленная защита	4	2	2	4	12	ПР-2
	Раздел 6. Дистанционная защита линий	2	-	2	4	8	ПР-2
	Раздел 7. Дифференциальные защиты линий	2	4	2	5	13	УО-1, ПР-2
	Раздел 8. Защита синхронных генераторов, электродвигателей	4	4	2	5	15	УО-1, ПР-2
	Раздел 9. Защита трансформаторов и блоков	4	2	4	6	16	УО-1, ПР-2
	Раздел 10. Защита сборных шин станций и подстанций	2	-	2	4	8	УО-1
	Раздел 11. Автоматическое повторное включение (АПВ), развитие систем РЗА и АСУ ТП подстанций с использованием технологии на основе протоколов базового стандарта МЭК 61850.	2	6	4	6	18	УО-1, ПР-2
	Раздел 12. Автоматическое включение резервного питания и оборудования (АВР)	2	2	4	4	12	УО-1, ПР-2
	Раздел 13. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)	2	-	2	4	8	УО-1
	Курсоваяработа	-	-	-	36	36	ПР-5
	Промежуточная аттестация: экзамен					36	УО-4
	Итого	36	36	36	99	252	

Заочная форма обучения

№ семе-ме-стра	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работустудентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости*
		Л	ЛР	ПЗ	СРС	все-го	
1	2	3	4	5	6	7	8
4,5	Раздел 1. Введение. Структурная схема защиты	1	-	-	13	14	УО-1
	Раздел 2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей	1	-	2	13	16	УО-1
	Раздел 3. Измерительные преобразователи	-	2	-	14	16	УО-1, ПР-2
	Раздел 4. Максимальные токовые ступенчатые защиты линий	2	2	2	14	20	УО-1, ПР-2
	Раздел 5. Максимальная токовая направленная защита	-	2	2	14	18	ПР-2
	Раздел 6. Дистанционная защита линий	-	-	-	13	13	ПР-2
	Раздел 7. Дифференциальные защиты линий	-	-	-	13	13	УО-1, ПР-2
	Раздел 8. Защита синхронных генераторов, электродвигателей	-	-	-	14	14	УО-1, ПР-2
	Раздел 9. Защита трансформаторов и блоков	2	2	4	14	22	УО-1, ПР-2
	Раздел 10. Защита сборных шин станций и подстанций	-	-	-	13	13	УО-1
	Раздел 11. Автоматическое повторное включение (АПВ), развитие систем РЗА и АСУ ТП подстанций с использованием технологии на основе протоколов базового стандарта МЭК 61850	2	2	2	14	20	УО-1, ПР-2
	Раздел 12. Автоматическое включение резервного питания и оборудования (АВР)	-	-	-	14	14	УО-1, ПР-2
	Раздел 13. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)	-	-	-	14	14	УО-1
	Курсоваяработа	-	-	-	36	36	ПР-5
	Промежуточная аттестация: экзамен					9	УО-4
	Итого	8	10	12	213	252	

* УО-1 – устный опрос (собеседование); УО-4 – экзамен; ПР-2 – письменная работа (аудиторная); ПР-5 – курсовая работа.

2.2.2. Лабораторный практикум
Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Наименование лабораторных занятий	Всего часов
1	2	3	4
8	Раздел 2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей	Инструктаж по технике безопасности. Распределение бригад. Испытание электромагнитных реле	2
		Защита воздушных линий 0,38 кВ типа ЗТИ-0,4	2
	Раздел 3. Измерительные преобразователи	Изучение схем соединения трансформаторов тока в схемах релейной защиты	4
		Построение векторных диаграмм для различных схем соединения трансформаторов тока и реле	2
	Раздел 4. Максимальные токовые ступенчатые защиты линий	Максимальная токовая защита линий 10 кВ на переменном оперативном токе с зависимой защитной характеристикой	2
		Реле максимального тока	2
		Статические реле тока, напряжения и мощности	2
	Раздел 5. Максимальная токовая направленная защита	Индукционное реле направления мощности	2
	Раздел 7. Дифференциальные защиты линий	Дифференциальное реле серии РНТ	2
		Дифференциальное реле ДЗТ 11	2
	Раздел 8. Защита синхронных генераторов, электродвигателей	Статическое реле времени РВ 01	2
		Статическое реле времени РСВ 13	2
	Раздел 9. Защита трансформаторов и блоков	Дифференциальное реле с БНТ. Промежуточные реле серий РП 16 – РП18	2
	Раздел 11. Автоматическое повторное включение (АПВ)	Автоматическое повторное включение линий напряжением 10 кВ на выключателе ВВВ-10 и ВВ/TEL	6
	Раздел 12. Автоматическое включение резервного питания и оборудования (АВР)	Устройство автоматического включения резерва	2
	Итого		36

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Наименование лабораторных занятий	Всего часов
1	2	3	4

4,5	Раздел 3. Измерительные преобразователи	Изучение схем соединения трансформаторов тока в схемах релейной защиты	1
		Построение векторных диаграмм для различных схем соединения трансформаторов тока и реле	1
	Раздел 4. Максимальные токовые ступенчатые защиты линий	Максимальная токовая защита линий 10 кВ на переменном оперативном токе с зависимой защитной характеристикой	2
	Раздел 5. Максимальная токовая направленная защита	Индукционное реле направления мощности	2
	Раздел 9. Защита трансформаторов и блоков	Дифференциальное реле с насыщающимися трансформаторами.	2
	Раздел 11. Автоматическое повторное включение (АПВ)	Автоматическое повторное включение линий напряжением 10 кВ на выключателе ВВВ-10	2
	Итого		10

2.2.3 Практические занятия

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Наименование практических занятий	Всего часов
1	2	3	4
8	Раздел 2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей	Условия выбора и проверки токовой защиты в сети до 1000 В	2
		Построение векторных диаграмм при различных аварийных режимах в сети с изолированной нейтралью	2
	Раздел 3. Измерительные преобразователи	Расчет коэффициентов схемы реле	2
		Проверка измерительных трансформаторов тока на допустимую погрешность	2
	Раздел 4. Максимальные токовые ступенчатые защиты линий	Расчет токовой отсечки линий	2
		Расчет максимальной токовой защиты линий свыше 1 кВ. Согласование смежных токовых защит на селективность действия	2
	Раздел 5. Максимальная токовая направленная защита	Расчет токовой направленной защиты линий	2
	Раздел 6. Дистанционная защита линий	Дистанционная защита линий	2
	Раздел 7. Дифференциальные защиты линий	Расчет дифференциальной токовой защиты линии	2
	Раздел 8. Защита син-	Расчет токовой направленной защиты линий	2

	хронных генераторов, электродвигателей	Защита асинхронных электродвигателей	2
	Раздел 9. Защита трансформаторов и блоков	Расчет дифференциальной токовой защиты силового трансформатора	4
	Раздел 10. Защита сборных шин станций и подстанций	Релейная защита шин станций и подстанций	2
	Раздел 11. Автоматическое повторное включение (АПВ)	Автоматическое повторное включение линий напряжением 10 кВ с пружинно-грузовыми приводами выключателей	2
		Автоматическое повторное включение линии на базе выключателя ВВ/TEL	2
	Раздел 12. Автоматическое включение резервного питания и оборудования (АВР)	Сетевые АВР в сетях 10 кВ. АВР на питающих подстанциях	2
	Раздел 13. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)	АЧР первой и второй ступени	2
	Итого		36

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Наименование практических занятий	Всего часов
1	2	3	4
4,5	Раздел 2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей	Построение векторных диаграмм при различных аварийных режимах в сети с изолированной нейтралью	2
	Раздел 4. Максимальные токовые ступенчатые защиты линий	Расчет токовой двухступенчатой защиты линий 6-10 кВ	2
	Раздел 5. Максимальная токовая направленная защита	Расчет токовой направленной защиты линий	2
	Раздел 9. Защита трансформаторов и блоков	Расчет дифференциальной токовой защиты силового трансформатора	2
	Раздел 11. Автоматическое повторное включение (АПВ)	Автоматическое повторное включение линий напряжением 10 кВ с пружинно-грузовыми приводами выключателей	2
	Итого		10

2.3. Самостоятельная работа студента

Виды СРС:

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4
8	Раздел 1. Введение. Структурная схема защиты	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 3 часа. Подготовка к текущему контролю – 1 час.	4
	Раздел 2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 2 часа. Подготовка к практическим занятиям – 2 часа. Подготовка к лабораторным занятиям – 1 час. Подготовка к текущему контролю – 1 час.	6
	Раздел 3. Измерительные преобразователи	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 2 часа. Подготовка к лабораторным занятиям – 2 часа. Подготовка к практическим занятиям – 1 часа.	5
	Раздел 4. Максимальные токовые ступенчатые защиты линий	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 1 час. Подготовка к практическим занятиям – 2 часа. Подготовка к лабораторным занятиям – 2 часа. Подготовка к текущему контролю – 1 час.	6
	Раздел 5. Максимальная токовая направленная защита	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 1 час. Подготовка к практическим занятиям – 1 час. Подготовка к лабораторным занятиям – 2 часа. Подготовка к текущему контролю – 1 час.	4
	Раздел 6. Дистанционная защита линий	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 2 часа. Подготовка к практическим занятиям – 1 час. Подготовка к текущему контролю – 1 час.	4
	Раздел 7. Дифференциальные защиты линий	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 1 час.	5

		Подготовка к практическим занятиям – 2 часа. Подготовка к лабораторным занятиям – 2 часа.	
	Раздел 8. Защита синхронных генераторов, электродвигателей	Подготовка к практическим занятиям – 2 часа. Подготовка к практическим занятиям – 1 час. Подготовка к лабораторным занятиям – 2 часа.	5
	Раздел 9. Защита трансформаторов и блоков	Подготовка к практическим занятиям – 2 часа. Подготовка к практическим занятиям – 2 часа. Подготовка к лабораторным занятиям – 2 часа.	6
	Раздел 10. Защита сборных шин станций и подстанций	Подготовка к практическим занятиям – 2 часа. Подготовка к текущему контролю – 2 часа.	4
	Раздел 11. Автоматическое повторное включение (АПВ). Развитие систем РЗА и АСУ ТП подстанций с использованием технологии на основе протоколов базового стандарта МЭК 61850	Подготовка к практическим занятиям – 2 часа. Подготовка к практическим занятиям – 2 часа. Подготовка к лабораторным занятиям – 2 часа.	6
	Раздел 12. Автоматическое включение резервного питания и оборудования (АВР)	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 1 час. Подготовка к практическим занятиям – 1 час. Подготовка к лабораторным занятиям – 2 часа.	4
	Раздел 13. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 2 часа. Подготовка к практическим занятиям – 2 часа.	4
	Разделы 4, 5	Выполнение курсовойработы	36
Итого			99

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4
4,5	Раздел 1. Введение. Структурная схема защиты	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 12 часов. Подготовка к текущему контролю – 1 час.	13

	Раздел 2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 10 часов. Подготовка к лабораторным занятиям – 2 часа. Подготовка к текущему контролю – 1 час.	13
	Раздел 3. Измерительные преобразователи	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 12 часов. Подготовка к практическим занятиям – 2 часа.	14
	Раздел 4. Максимальные токовые ступенчатые защиты линий	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 10 часов. Подготовка к практическим занятиям – 2 часа. Подготовка к лабораторным занятиям – 2 часа.	14
	Раздел 5. Максимальная токовая направленная защита	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 10 часов. Подготовка к практическим занятиям – 2 часа. Подготовка к лабораторным занятиям – 2 часа.	14
	Раздел 6. Дистанционная защита линий	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 11 часов. Подготовка к текущему контролю – 2 часа.	13
	Раздел 7. Дифференциальные защиты линий	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 11 часов. Подготовка к текущему контролю – 2 часа.	13
	Раздел 8. Защита синхронных генераторов, электродвигателей	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 12 часов. Подготовка к текущему контролю – 2 часа.	14
	Раздел 9. Защита трансформаторов и блоков	Подготовка к практическим занятиям – 10 часов. Подготовка к практическим занятиям – 2 часа. Подготовка к лабораторным занятиям – 2 часа.	14
	Раздел 10. Защита сборных шин станций и подстанций	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 11 часов. Подготовка к текущему контролю – 2 часа.	13
	Раздел 11. Автоматическое повторное включение (АПВ). Развитие систем РЗА и АСУ ТП подстанций с использованием технологии на основе протоколов базового стандарта МЭК 61850	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 10 часов. Подготовка к практическим занятиям – 2 часа. Подготовка к лабораторным занятиям – 2 часа.	14

	Раздел 12. Автоматическое включение резервного питания и оборудования (АВР)	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 12 часов. Подготовка к текущему контролю – 2 часа.	14
	Раздел 13. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий – 12 часов. Подготовка к текущему контролю – 2 часа.	14
	Разделы 4, 5	Выполнение курсовойработы	36
Итого			213

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Очная форма обучения

№ семестра	Виды учебной работы	Образовательные технологии (инновационные и интерактивные)	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
1	2	3	4
8	Лекционное занятие № 1	Проблемная лекция, дискуссия	групповое
	Лекционное занятие № 2	Проблемная лекция, дискуссия	групповое
	Лекционное занятие № 4	Проблемная лекция, дискуссия	групповое
	Лекционное занятие № 8	Проблемная лекция, дискуссия	групповое
	Лекционное занятие № 9	Проблемная лекция, дискуссия	групповое
	Лекционное занятие № 11	Проблемная лекция, дискуссия	групповое
	Лекционное занятие № 14	Проблемная лекция, дискуссия	групповое
	Практическое занятие № 1	Решение практико-ориентированных задач	групповое/ индивидуальное
	Практическое занятие № 4	Решение практико-ориентированных задач	групповое/ индивидуальное
	Практическое занятие № 5	Решение практико-ориентированных задач	групповое/ индивидуальное
	Практическое занятие № 6	Решение практико-ориентированных задач	групповое/ индивидуальное
	Практическое занятие № 9	Решение практико-ориентированных задач	групповое/ индивидуальное
	Лабораторное занятие №6, 11	Тренинг	групповое/ индивидуальное

	Лабораторное занятие № 4, 9	Учебный эксперимент	групповое/ индивидуальное
	Лабораторное занятие № 8, 10	Имитация профессиональной деятельности, тренинг	групповое/ индивидуальное
	Лабораторное занятие №15,16	Экскурсия, тренинг	

Занятия в интерактивной форме в объеме:
Лекции – 14 часов;
Практические занятия – 10 часов;
Лабораторные занятия – 12часов.

В исключительных случаях применяется электронное обучение и дистанционные образовательные технологии (ЭО и ДОТ), включая проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Реализация программы дисциплины с использованием ЭО и ДОТ осуществляется по усмотрению ведущего преподавателя с учетом технических возможностей обучающихся с использованием программных средств, обеспечивающих применение элементов ЭО и ДОТ в Институте, путем синхронного и асинхронного взаимодействия, к которым могут относиться:

- электронная информационно-образовательная среда Института;
- групповая голосовая конференция в мессенджерах (Яндекс.Мессенджер, VK Teams);
- групповой чат в мессенджерах Яндекс.Мессенджер, социальной сети ВКонтакте;
- онлайн видеоконференция в Яндекс.Телемост;
- видеозаписи лекций педагогических работников Института, размещённые на различных видеохостингах (например, на каналах преподавателей) и/или облачных хранилищах (например, Яндекс.Диск).

Заочная форма обучения

№ семестра	Видыучебной работы	Образовательные технологии	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
1	2	3	4
4, 5	Лекции №1	Проблемное изложение	групповые
	Практическое занятие №1	Решение практико-ориентированных задач	групповые
	Лекции №2	Проблемное изложение	групповые
	Лабораторные занятия №2-3	Решение практико-ориентированных задач	групповые
	Лабораторные занятия №4-5	Имитация профессиональной деятельности, тренинг	групповые
	Практическое занятие № 2	Решение практико-ориентированных задач	групповые

Занятия в интерактивной форме в объеме:

- Лекции – 4 часа;
- Практические занятия – 4 часа;
- Лабораторные занятия – 8часов.

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1.Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Очная форма обучения

№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт*)	Коды индикаторов достижения компетенций	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Оценочные средства		
				Форма	Количество вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов
8	ТАт-1	ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-4.6	Раздел 1	УО-1	10	-
		УК-8.2; УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.8; ПК-5.4	Раздел 2	ПР-2	1	20
			Раздел 3,4			
	ТАт-2	УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.8	Раздел 5-7	УО-1	10	-
		УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.8; ПК-5.4	Разделы 8, 9	ПР-2	1	20
	ТАт-3	УК-2.1; УК-2.1;	Раздел 10	УО-1	10	-

		ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-3.8; ПК-5.4				
		ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-4.6	Раздел 11-13	ПР-2	1	20
		ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-2.2; ПК-4.6	Курсовой проект	ПР-5	-	22
	ПрАт	Экзамен		УО-4	22	-

Заочная форма обучения

№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт*)	Коды индикаторов достижения компетенций	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Оценочные средства		
				Форма	Количество вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов
4,5	ТАт-1	ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-4.6	Раздел 1	УО-1	10	-
		УК-8.2; УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.8; ПК-5.4	Раздел 2	ПР-2	1	20
			Раздел 3,4			
	ТАт-2	УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.8	Раздел 5-7	УО-1	10	-
		УК-2.1; УК-2.1;	Разделы 8, 9	ПР-2	1	20

		ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.8; ПК-5.4				
	ТАт-3	УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-3.8; ПК-5.4	Раздел 10	УО-1	10	-
		ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-4.6	Раздел 11-13	ПР-2	1	20
		ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-2.2; ПК-4.6	Курсовой проект	ПР-5	-	22
	ПрАт	Экзамен		УО-4	22	-

* ТАт – текущая аттестация, ПрАт – промежуточная аттестация

4.2. Примерные темы курсовых работ

1. Расчет двухступенчатой токовой защиты линии напряжением 10 кВ.

Вариант задания

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет"
Азово-Черноморский инженерный институт - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Донской государственный аграрный университет" в г. Зерноград

кафедра «Электроэнергетика и электротехника»

ЗАДАНИЕ _____
на курсовую работу по дисциплине
«Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

Студенту_____

Рассчитать двухступенчатую токовую защиту линии напряжением 10 кВ по следующим исходным данным.

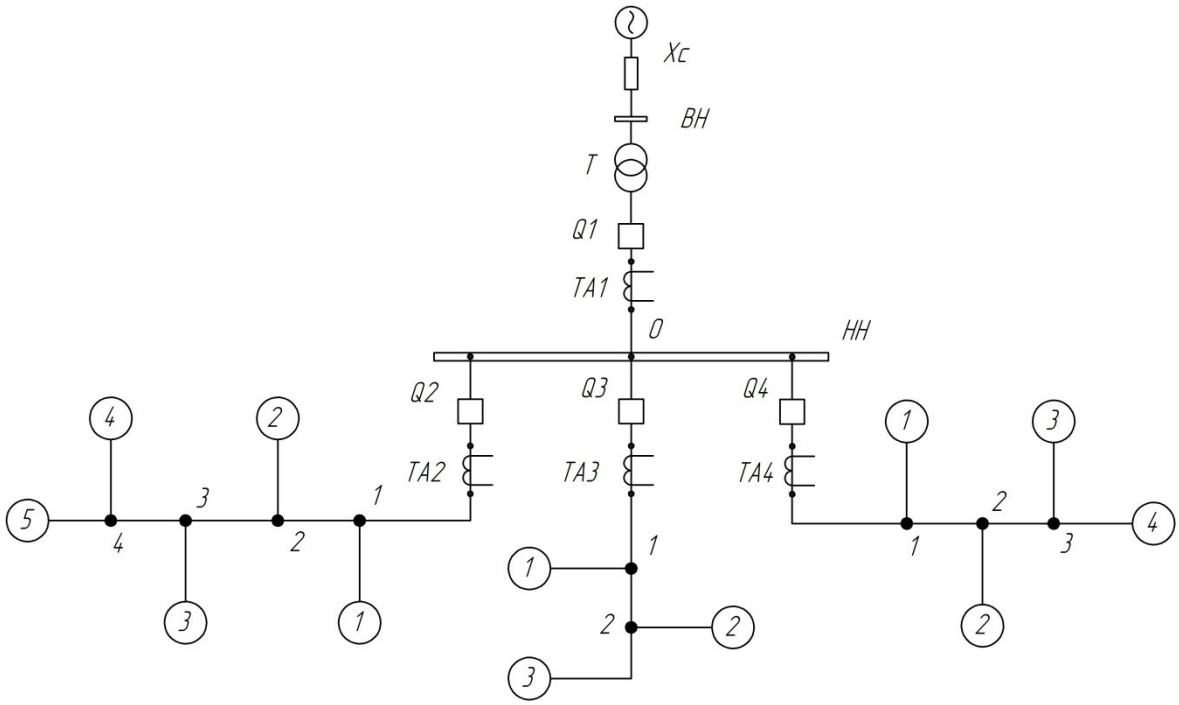


Рисунок 1 – Упрощённая схема защищаемой электрической сети 10 кВ

Таблица 1 – Данные для расчета

	Линия 1					Линия 2			Линия 3			
Номер ТП	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	4
Мощность ТП 10/0,4 кВ	160	160	160	100	100	63	63	40	250	160	100	63
Коэффициент Загрузки ТП	0,5	0,3	0,4	0,7	0,7	0,7	0,75	0,8	0,6	0,4	0,7	0,8
Номер участка	0-1	1-2	2-3	3-4		0-1	1-2		0-1	1-2	2-3	
Длина участков линии, км	4	3	2	2		7	3		6	5	3	
Марка, сечение Провода магистрального участка линии	АС-50					АС-50			А-70			
1. Индуктивное сопротивление системы, приведенное к стороне ВН: $X_{C_{\max}} = 7$ *Ом* $X_{C_{\min}} = 13$ *Ом* 2. Тип трансформатора: ТДН – 16000/110						3. Напряжение КЗ: $U_K = 10,5\%$ 4. Потери КЗ: $\Delta P_K = 85$ кВт 5. Мощность трансформатора: $S_{H.T} = 16$ МВА 6. Тип реле: *РСТ* 7. Оперативный ток: *переменный*						

Руководитель _____

Задание принял к исполнению _____

«_____»_____20 г.

4.3. Примерные темы рефератов (эссе)

Не предусмотрены.

4.4. Тесты текущего контроля

Не предусмотрены

4.4.1.Ключи к тестам

Не предусмотрены

4.5. Тесты промежуточного контроля

Не предусмотрены

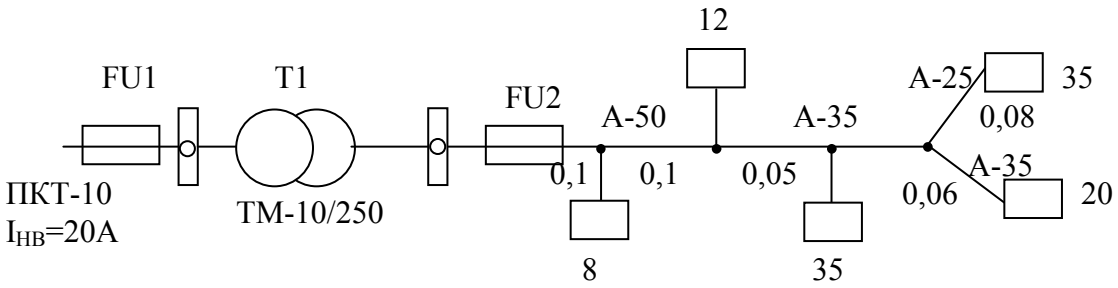
4.5.1.Ключи к тестам

Не предусмотрены

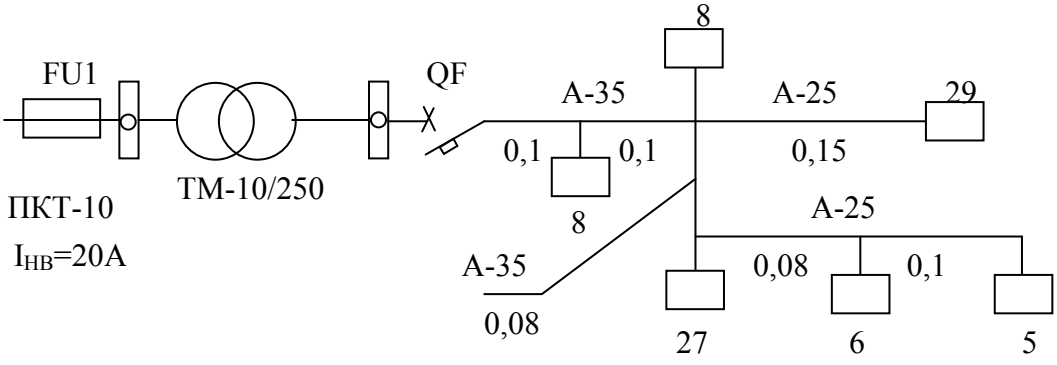
4.6. Варианты заданий для текущего контроля (Тат 1- 3)

Тат 1

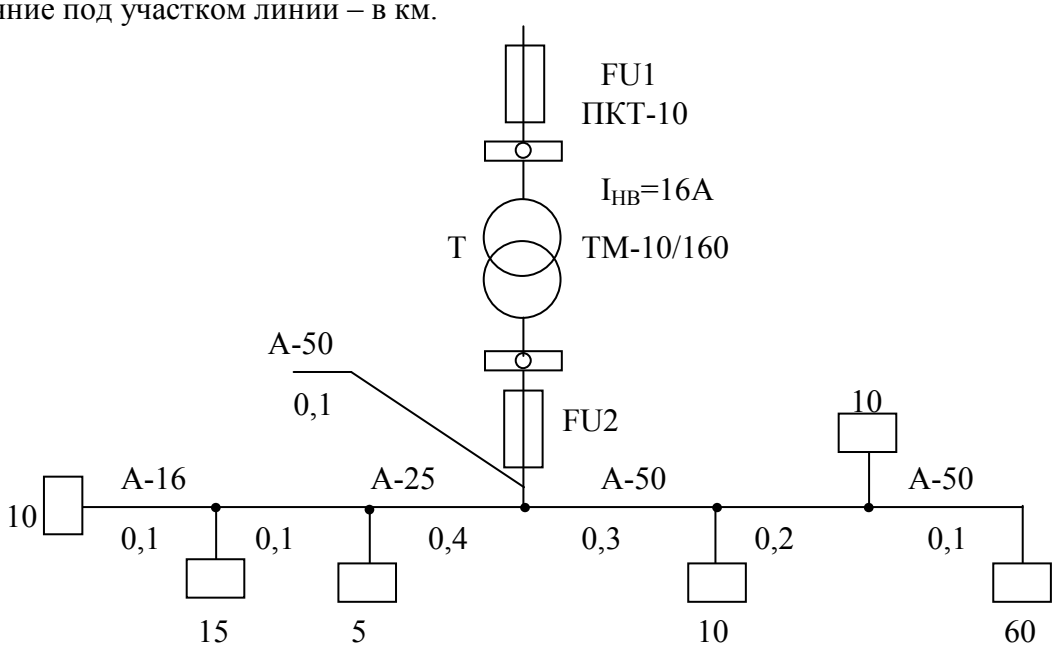
Задание 1. Выбрать и проверить аппарат защиты для ВЛ 0,38 кВ по данным, приведенным на рисунке. Нагрузки разнородные указаны в кВА над прямоугольником, расстояние под участком линии – в км.



Задание 2. Выбрать и проверить аппарат защиты для ВЛ 0,38 кВ по данным, приведенным на рисунке. Нагрузки разнородные указаны в кВА над прямоугольником, расстояние под участком линии – в км.



Задание 3. Выбрать и проверить аппарат защиты для ВЛ 0,38 кВ по данным, приведенным на рисунке. Нагрузки разнородные указаны в кВА над прямоугольником, расстояние под участком линии – в км.

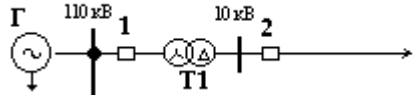


Тат 2

Задание 1. На ЛЭП 2 (см. рис. 1) установлена двухступенчатая токовая защита (ТО и МТЗ).

Произвести расчет токовой ступенчатой защиты № 2:

- Выполнить расчет параметров срабатывания и требуемую проверку чувствительности ступеней защиты № 2.
- На основании выполненных расчетов начертить исполнение (2-х или 3-х релейное) последней ступени защиты 2.



Параметры элементов электрической сети:

ЛЭП: удельное сопротивление x_0= 0,4 Ом/км; r_0=0,58 Ом/км, длина защищаемой линии 18 км;

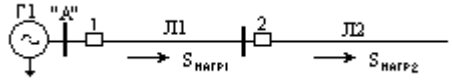
Трансформаторы: $S_{т.ном}$ = 10 МВА; $U_к$ = 7,5 %.

Система: Мощность трехфазного короткого замыкания на шинах "ВН" в максимальном и минимальном (в скобках) режимах в МВА – $S_{кз1}$=1500 (1250).

При расчетах принять: $S_{нагр}$= 1,7 МВА; $К^{I}_{отс}$ = 1,3; $К^{II}_{отс}$ =1,1; $К_{зап}$ = 1,3; $К_в$ = 0,85; трансформаторы тока в схеме защиты № 2 включены по схеме "неполная звезда".

Задание 2. Для смежных максимальных токовых защит:

- Произвести расчет параметров срабатывания и требуемую проверку чувствительности и селективности ступеней защиты.
- На основании выполненных расчетов начертить принципиальные электрические схемы обеих защит.

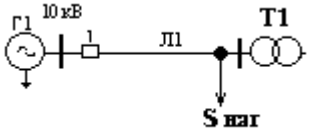


Параметры элементов электрической сети:

ЛЭП: удельное сопротивление x_0= 0,4 Ом/км; r_0=0,4 Ом/км, длина защищаемых ВЛ 10 кВ Л1 – 19 км, Л2 – 17 км;

При расчетах принять: $S_{нагр1}$ = 0,7 МВА; $S_{нагр2}$ = 0,3 МВА; трансформаторы тока в схемах защит № 1 и 2 включены по схеме "неполная звезда" с коэффициентами трансформации 50/5 и 30/5 соответственно; защита 2 реализована на реле РТВ, а защита 1 – на реле РТ85.

Задание 3.Произвести расчет и проверку токовой отсечки. На основании выполненных расчетов начертить принципиальную электрическую схему защиты 1.



При расчетах принять: удельное сопротивление защищаемой линии x_0= 0,4 Ом/км; r_0=0,6 Ом/км, длина защищаемой ВЛ 10 кВ Л1 – 21 км; мощность трансформатора Т1 400 кВА ($u_К$=4,5%); мощность нагрузок $S_{наг}$=0,7 МВА; реле РТМ; коэффициент трансформации трансформаторов тока $К_Т$=20.

Тат 3

Задание 1.Рассчитать дифференциальную защиту с реле ДЗТ 11 двухобмоточного трансформатора ТДНГ-10000/110, имеющего схему Y/Δ, $U_к$,%=13,2% и получающего питание от энергосистемы с параметрами $X_{смин}$=32 Ом, $X_{смакс}$=12 Ом (сопротивления приведены к стороне ВН 121 кВ). Со стороны ВН коэффициент трансформации трансформаторов тока 400/5, а со стороны НН (11 кВ) – 600/5. Диапазон регулирования АРПН ±10%.

Задание 2. Рассчитать дифференциальную защиту с реле РНТ 565 трехобмоточного трансформатора ТДТН-10000/110, имеющего схему Y/Y/Δ, $U_{кВС}$,%=17%, $U_{кВН}$,%=10,5%, $U_{кСН}$,%=6% и получающего питание от энергосистемы с параметрами $X_{смин}$=24 Ом, $X_{смакс}$=9 Ом (сопротивления приведены к стороне ВН 115 кВ). Со стороны ВН коэффициент трансформации трансформаторов тока 300/5, со стороны СН (38,5 кВ) – 400/5, а со стороны НН (11 кВ) – 600/5. Диапазон регулирования АРПН ±16% на стороне ВН и ±5% – на стороне СН.

Задание 3. Рассчитать дифференциальную защиту с реле РНТ 565 двухобмоточного трансформатора ТДЦГ-125000/220, имеющего схему Y/Δ, $U_к$,%=12% и получающего питание от энергосистемы с параметрами $X_{смин}$=17 Ом, $X_{смакс}$=10 Ом (сопротивления приведены к стороне ВН 242 кВ). Со стороны ВН коэффициент трансформации трансформаторов тока 200/5, а со стороны НН (10,5 кВ) – 1000/5. Диапазон регулирования АРПН ±10%.

Задание 4. Рассчитать дифференциальную защиту с реле ДЗТ 11 трехобмоточного трансформатора ТДТН-40000/220, имеющего схему Y/Y/Δ, $U_{кВС}$,%=12,5%, $U_{кВН}$,%=20,5%, $U_{кСН}$,%=7,5% и получающего питание от энергосистемы с параметрами $X_{смин}$=18 Ом, $X_{смакс}$=14 Ом (сопротивления приведены к стороне ВН 230 кВ). Со стороны ВН коэффициент трансформации трансформаторов тока 200/5, со стороны СН (38,5 кВ) – 500/5, а со стороны НН (12,5 кВ) – 1000/5. Диапазон регулирования АРПН ±16% на стороне ВН и ±5% – на стороне СН.

4.7. Вопросы к экзамену

№ вопроса	Вопросы	Коды индикаторов достижения компетенций
1.	Основные виды повреждений и ненормальных режимов работы энергоустановок электроэнергетических систем.	УК-8.2; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-3.8; ПК-4.6
2.	Опасность токов короткого замыкания в электроустановках. Требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты.	
3.	Основные понятия о функциях релейной защиты. Деление на основные, резервные и дополнительные защиты, защиты с абсолютной и относительной селективностью, ближнее и дальнее резервирование. Принципы выполнения защит.	
4.	Измерительные преобразователи (первичные и вторичные) тока. Условия работы трансформаторов тока.	
5.	Измерительные преобразователи напряжения.	
6.	Общие сведения о фильтрах симметричных составляющих.	
7.	Источники оперативного тока. Их назначение и принцип действия. Условные графические и позиционные обозначения в схемах релейной защиты.	
8.	Типы и характеристики защит с относительной селективностью.	УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.8; ПК-5.4
9.	Максимальная токовая защита (МТЗ): назначение, принцип действия, схемы включения.	
10.	Расчет токов срабатывания, выдержек времени и коэффициентов чувствительности МТЗ.	
11.	Схемы включения реле МТЗ и их влияние на коэффициент схемы.	
12.	Токовая отсечка мгновенного действия: назначение, принцип действия, схемы включения.	
13.	Токовая отсечка с выдержкой времени. Общая оценка токовых защит.	
14.	Токовые направленные защиты на линиях с односторонним и двусторонним питанием. Схемы включения реле направления мощности.	
15.	Токовые защиты нулевой последовательности от коротких замыканий на землю. Схемы защит. Расчет токов срабатывания.	
16.	Дистанционные защиты. Структурные схемы защит. Характеристики срабатывания органов сопротивления. Расчет уставок срабатывания, выдержек времени, коэффициентов чувствительности.	УК-2.1; УК-2.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.8; ПК-5.4
17.	Принципы выполнения защит с абсолютной селективностью. Виды дифференциальных защит.	
18.	Поперечная дифференциальная защита. Её расчет и область применения.	
19.	Дифференциально-фазная защита с высокочастотным каналом связи. Структурная схема и принцип действия.	
20.	Основные и дополнительные защиты силовых трансформаторов и автотрансформаторов.	
21.	Принцип действия и схемная реализация продольной дифференциальной защиты трансформатора.	
22.	Принцип действия и схемная реализация газовой защиты силового	

	трансформатора.	
23.	Назначение и принцип действия АПВ линий напряжением 10 кВ.	УК-8.2; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-4.6
24.	Развитие систем РЗА и АСУ ТП подстанций с использованием технологии на основе протоколов базового стандарта МЭК 61850	
25.	Принцип действия указателей поврежденного участка ВЛ.	
26.	Дистанционные измерители расстояния до места короткого замыкания.	
27.	Назначение и принцип действия устройства АРПН.	
28.	Назначение и принцип действия устройства АРКОН.	
29.	Назначение и принцип действия устройства АШФ.	
30.	Назначение и принцип действия устройства АЧР.	

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Основная литература

№ п\п	Наименование	Авторы	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						В библиотеке	На кафедре
1	Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие	Ершов Ю.А. , Халезина О.П., Малеев А.В.	2012, Красноярск: СФУ	Раздел 1-10	8 (4,5)	[Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие /Ю.А. Ершов, [и др.]. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/108575?category=937 Загл. с экрана.	
2	Релейная защита в распределительных электрических сетях. Пособие для практических расчетов	Булычев А.В., Наволочный А.А.	2017, СПб.: Лань,	Раздел 1-10		[Электронный ресурс]: учебное пособие. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/104577?category=937 – Загл. с экрана.	
3	Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем	Киреева Э.А.	2014, М.: Академия	Раздел 1-10		5	-
4	Релейная защита в задачах и упражнениях:	Танфильев О.В., Давыдов В.А., Щеглов А.И.	2015, Новосибирск:	Раздел 2-11		[Электронный ресурс]: учебное пособие. – Элек-	

	учебное пособие		Новосибирский государственный технический университет			трон. дан. – Режим доступа: http:// e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38555 – Загл. с экрана	
5	Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций	Немировский А. Е.	2018 Гриф МО РФ	Раздел 6-10		20	
6	Основы теории электрических аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие.	Акимов Е.Г., Белкин Г.С., Годжелло А.Г., Дегтярь В.Г., Курбатов П.А., Райнин В.Е., Таев И.С., Шоффа В.Н.	2015 Гриф УМО РФ	Раздел 1-10		Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61364 Загл. с экрана.	
7	Релейная защита электроэнергетических систем	Андреев М.В., Рубан Н.Ю., Суворов А.А., Гусев А.С., Сулайманов А.О.	2018, Томский политехнический университет	Раздел 1-13	8 (4,5)	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/113201?category=937 Загл. с экрана.	

5.2. Дополнительная литература

№ п\п	Наименование	Авторы	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						В библиотеке	На кафедре
1	Расчет токов коротких замыканий в Электроэнергетических системах	Александров В.В., Малютин А.А.	2016, М.: Издательство «Флинта»	Раздел 1-10	8 (4,5)	[Электронный ресурс]:– Электрон. дан. – Режим доступа: http:// e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38555 – Загл. с экрана.	
2	Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения	Юндин М.А., Головинов В.В., Моренко С.А.	2012, Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧ-	Раздел 1-13		20	5

			ГАА				
3	Релейная защита электроэнергетических систем. Принципы выполнения защит. Защиты линий электропередач: Учебное пособие	ШелушенинаО.Н., Добросотских И.И., Синельникова С.Н., Ведерников А.С.	2015, Самара: Архитектурно-строительный институт Самарского государственного технического университета	Раздел 1-8		[Электронный ресурс]: учебное пособие. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38555 – Загл. с экрана.	
4	Токовая защита электрооборудования	Юндин М.А.	2011, СПб: Лань	Раздел 3-8		50	10
5	Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматизации в электроэнергетических системах	Богданов А.В., Бондарев А.В.	2016, Оренбург: ОГУ	Раздел 1-13		Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481747 Загл. с экрана.	

5.3.Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы

1. Журналы:

-Вестник аграрной науки Дона (http://ачгаа.рф/zhurnal-vestnik-dona);

-Энергетика и электрооборудование (http://kzenergy.kz/);

-"Электрооборудование: эксплуатация и ремонт" (http://panor.ru/magazines/elektrooborudovanie-ekspluatatsiya-i-remont.html).

2. Университетская библиотека онлайн. Электронно-библиотечная система – https://biblioclub.ru/.

3. Издательство Лань. Электронно-библиотечная система.– https://e.lanbook.com/.

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – http://elibrary.ru.

5. База данных издательства Springer Nature «Российский фонд фундаментальных исследований» – http://www.rfbr.ru.

6. Научная электронная библиотека http://cyberleninka.ru/.

Интернет ресурсы

1.Электронная электротехническая библиотека (http://electrolibrary.info).
2.Министерство науки и высшего образования (http://minobrnauki.gov.ru).
3.Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru).
4.ЭБС «Лань» (http:// www.e.lanbook.com).
5.ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (http://www.biblioclub.ru).
6.Электронный журнал «Новости электротехники» (http://www.news.elteh.ru).
7.Моделирование в электроэнергетике (http://www.simenergy.ru).

Информационные справочные системы и базы данных

1. Информационно-аналитический Портал-энерго (http://www.portal-energo.ru).
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»(http://window.edu.ru).
3. Некоммерческая интернет-версия системы КонсультантПлюс (http://base.consultant.ru/).
4. Информационный портал «Энергетика и промышленность России» - http://www.eprussia.ru/
5. Центральный электротехнический портал - https://elektroportal.ru/page/5

Информационные технологии

Электронная информационная образовательная среда института обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик; формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий по пересылке и получению электронных сообщений.

5.4. Программное обеспечение учебного процесса

1. LibreOffice;
2. Яндекс браузер.

5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п\п	№ семестра	Вид самостоятельной работы	Авторы	Наименование	Год и место издания
1	2	3	4	5	6
1	8 (4,5)	Подготовка к лабораторным работам	Юндин М.А., Головинов В.В., Моренко С.А.	Лабораторный практикум. Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения	2012, АЧГАА
2		Подготовка к практическим занятиям	Юндин М.А.	Токовая защита электрооборудования	2011, СПб: Лань

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Аудитории

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Читальный зал. Аудитория **№ 2-252** - II корпуса для самостоятельной работы. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	Имеется 5 компьютеров, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Internet. Периодические издания по направлению подготовки
Электронный читальный зал. Аудитория **№ 2-170 б** – II корпуса для самостоятельной работы. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	Имеется 10 компьютеров, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Internet, с доступом к электронно-библиотечной системе «Лань» и ЭБС «Университетская библиотека онлайн», СПС «Консультант Плюс: Версия Проф». Ведётся медиатека – имеется 1458 электронных текстов изданий.
1-324 Аудитория для лекций, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория электропитающих систем и электрических сетей. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19.	Лабораторные стенды (10 шт.) с моделями электропитающих систем, и электрических сетей, включающие следующее оборудование: трансформаторы напряжения – НТМИ-10, ЗНОМ-35; НОМ-35, НОМ-10; трансформаторы тока - ТПФМ-10, ТПЛУ-10, ТКЛ-10, ТК-20, ТФНД-35; стенд УПС-62; комплект К-505; разрядники - РТФ-10, GZ-12,7, GZ-0,66, РВН-0,5; предохранители - ПК-10, ПКТ-10, ПН-2, ПР-2, ПСН-10Ю, ПП-А/3. Мультимедийный проектор переносной AcerX1111 Плакатное хозяйство Посадочных мест 18
1-321 – Лаборатория релейной защиты. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19.	Комплект типового учебно-лабораторного оборудования «Электроэнергетика» ЭЭ1-ОРСК-Н-К – 1 шт., типовой комплект лабораторного оборудования «Электроэнергетика» ЭЭ1-НЗ-С-К, а также лабораторные и испытательные стенды (14 шт.) для снятия защитных характеристик реле, стенды с различными, в том числе и современными видами защит, реле и иного оборудования, используемого в электроэнергетических системах автоматики и телемеханики, в том числе УПС-62; ЗТИ-0,4; трансформаторы тока ТПЛ-10; ТК-20; ВАФ-85М; электромагнитные реле типа РТ-40; РТВ-1; РН-53; РП-25; РП-252; РП-255; РУ-21; индукционные реле - РТ-80; РТ-85, полупроводниковые реле, блоки релейной защиты различного типа и назначения, комплект К-505, ЛАТР, конденса-

	торная батарея, вольтметр, модель электрической сети вольтодобавочный трансформатор, ваттметр, амперметры, модель линии с двусторонним питанием, модель нагрузки, статический анализатор качества напряжения (САКН), анализатор несинусоидальности (АН), секундомер; комплект ЗТИ-0,4; стационарное нагрузочное устройство; трансформатор тока; амперметры до 10А; измерительный транс-форматор тока ТПЛМ-10; электромагнит отключения; амперметры до 50А; магнитный пускатель; трансформаторы тока ТК-20; регулятор тока УПВР-1Л; реле типа РСТ; Комплектная защита К313 для ВЛ 10 кВ; Стенд для лабораторной работы «Управление вакуумным выключателем ВВ-TEL с приводом БУ/TEL -100/220-12-03А. Плакатное хозяйство, столы, доска меловая. Посадочных мест 14.
2-349а Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30	Специализированная мебель и оборудование для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.

Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.). Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Курсовая работа	Курсовая работа: изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение практических исследований по данной теме. Инструкция по выполнению требований к оформлению курсовой работы находится в методических указаниях по дисциплине.
Лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ и др.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

Приложение 2

Лист переутверждения рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа одобрена на 202/202 учебный год.

Протокол № заседания кафедры от «» 202 г.

Ведущий преподаватель

Зав. кафедрой