

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
ГГТУ им. П.О. Сухого

_____ О.Д. Асенчик

«02» ____ 12 ____ 2020 г.

Регистрационный № УД-55-94/уч.

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА
СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей
1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)»
1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»

Учебная программа разработана на основе:

– образовательных стандартов высшего образования первой ступени специальностей 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» ОСВО-1-43 01 03-2019 и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» ОСВО-1-43 01 07-2019 и учебными планами учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», регистрационные №№ I 43-1-07/уч. от 06.02.2019, I 43-1-08/уч. от 06.02.2019, I 43-1-53/уч. от 05.04.2019, I 43-1-54/уч. от 05.04.2019.

СОСТАВИТЕЛИ:

А.О. Добродей, заведующий кафедрой «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

Л.И. Евминов, доцент кафедры «Электроснабжение», учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» кандидат технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.В. Шаповалов, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент.

А.В. Бутенко, начальник сектора СРЗА РУП «Гомельэнерго».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 01.10.2020);

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 27.10.2020); УДэф-07-46уч

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 1 от 01.10.2020); УДз-118-18у

Научно-методическим Советом учреждения образования Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого (протокол № 2 от 01.12.2020).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью преподавания учебной дисциплины является формирование у студентов систематических знаний в области релейной защиты и противоаварийной автоматики в системах электроснабжения.

Задачами изучения дисциплины являются:

– приобретение знаний по основам теории, назначению, принципам действия и выполняемым функциям, конструкции и технической реализации средств релейной защиты и противоаварийной автоматики систем электроснабжения;

– приобретение навыков расчета параметров релейной защиты и автоматики, а также расчета параметров аварийных режимов систем электроснабжения, необходимых для расчета уставок и коэффициентов чувствительности;

– приобретение навыков по проведению испытаний и настройки устройств релейной защиты и автоматики;

– ознакомление с наиболее распространенными и перспективными устройствами релейной защиты и автоматики на современной элементной базе, а также с условиями эксплуатации и правилами охраны труда при обслуживании и наладке этих устройств.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

– теорию и принципы действия релейной защиты и автоматики;

– конструкции элементов и систем релейной защиты и автоматики;

– методы расчета параметров срабатывания устройств релейной защиты и автоматики;

уметь:

– выбирать тип релейной защиты и автоматики применительно к конкретному объекту электроэнергетики;

– выполнять расчеты параметров срабатывания устройств релейной защиты и автоматики;

– выбирать уставки срабатывания отдельных реле и комплектных защит;

– координировать развитие энергосистемы и систем релейной защиты и автоматики;

– синхронизировать работу отдельных устройств релейной защиты и автоматики в сложной сети систем электроснабжения;

владеть:

– навыками выбора оптимальных типов устройств релейной защиты и автоматики;

– методами составления и чтения схем релейной защиты и автоматики;

– навыками расчета параметров срабатывания устройств релейной защиты и автоматики;

– навыками анализа эффективности построения систем релейной защиты и автоматики.

Учебная программа разработана на основе компетентностного подхода, учета требований к формированию компетенций специалиста, сформулированных в стандартах высшего образования первой ступени специальностей 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» ОСВО-1-43 01 07-2019 и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» ОСВО-1-43 01 07-2019.

В рамках учебной программы требуются следующие академические, социально-личностные и профессиональные компетенции:

- знать принцип действия и алгоритм функционирования релейной защиты и противоаварийной автоматики и уметь рассчитывать их параметры;
- знать методы и технические средства измерения параметров энергетических установок и систем, основы автоматизации энергетических процессов и технические способы их решения, владеть навыками выбора и методами расчета параметров срабатывания устройств защиты и автоматики;
- уметь применять базовые знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию;
- выявлять причины повреждений элементов энергетического и энерго-технологического оборудования, вести их учет, разрабатывать предложения по их предупреждению;
- подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при проведении наладочных работ в энергоустановках;
- работать с научной, технической и патентной литературой в области энергетики и смежных областях.

Учебная дисциплина «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения» взаимосвязана с такими учебными дисциплинами, как «Математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Электрические аппараты», «Переходные процессы в системах электроснабжения», «Электроснабжение промышленных предприятий».

Теоретические занятия чередуются с лабораторными и практическими занятиями. Используется учебный портал в сети Интернет, мультимедийный проектор, стенды для выполнения лабораторных работ, комплекс электронных тестов, практикум с индивидуальными вариантами заданий. Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами умения работать с научной и технической литературой.

При изучении дисциплины рекомендуется контролируемая самостоятельная работа в виде:

– прохождения электронных тестов после выполнения каждой лабораторной работы;

– решения индивидуальных задач во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием занятий.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная и заочная сокращенная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом университета по специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» составляет 120 часов. Количество аудиторных часов 68 часов. Трудоемкость дисциплины – 3 зачетных единицы.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом университета по специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» составляет 138 часов. Количество аудиторных часов составляет 85 часов: Трудоемкость дисциплины – 3 зачетных единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам для дневной формы специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» составляет 68 часов:

Дневная форма

Курс: 3

Семестр: 6

Лекции: 34 часа

Лабораторные занятия: 17 часов,

Практические занятия: 17 часов

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен в 6 семестре.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам для дневной формы специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» составляет 85 часов. Трудоемкость дисциплины – 3 зачетных единицы.

Дневная форма

Курс: 3

Семестр: 6

Лекции: 34 часа

Лабораторные занятия: 34 часа,

Практические занятия: 17 часов

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен в 6 семестре.

Изучение учебной дисциплины «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения» рассчитано в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой степени по специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» всего в соответствии с учебным планом университета, (заочное обучение 5 лет, 4 курс,) составляет 120 часов,

в том числе 68 часов аудиторных занятий. Трудоемкость дисциплины – 3 зачетных единиц.

Изучение учебной дисциплины «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения» рассчитано в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» всего в соответствии с учебным планом университета, (заочное обучение 4 года, 3 курс,) составляет 120 часов, в том числе – 52 часа аудиторных занятий. Трудоемкость дисциплины – 3 зачетных единицы.

Изучение учебной дисциплины «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения» рассчитано в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» всего в соответствии с учебным планом университета, (заочное обучение 4 года, 3-4 курс,) составляет 138 часов, в том числе – 52 часа аудиторных занятий. Трудоемкость дисциплины – 3 зачетных единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Заочная полная форма (4 курс,) составляет 68 часов аудиторных занятий для дневной форме обучения. Специальность 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)»

Курс: 4

Семестр: 7,8

Лекции: 8 часов

Лабораторные занятия: 4 часа

Практические занятия: 4 часа

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

Тест 8 семестр, экзамен 8 семестр

Заочная сокращённая форма 4 года (3 курс,) составляет 52 часа аудиторных занятий для дневной формы обучения Специальность 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)»

Курс: 3

Семестр: 5,6

Лекции: 4 часа

Лабораторные занятия: 2 часа

Практические занятия: 4 часа

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

Тест 6 семестр, экзамен 6 семестр

Заочная сокращённая форма 4 года (3, 4 курс,) составляет 52 часа аудиторных занятий для дневной формы обучения. Специальность 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»

Курс: 3,4

Семестр: 6,7

Лекции: 4 часа

Лабораторные занятия: 2 часа

Практические занятия: 4 часа

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен 7 семестр

Библиотека ГГТУ им. П.О.Суворова

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение.

Цели и задачи учебной дисциплины. Назначение устройств релейной защиты и автоматики Повреждения и ненормальные режимы в электроэнергетических системах. Основные требования, предъявляемые к устройствам защиты от повреждений и ненормальных режимов. Основные характеристики микропроцессорных устройств. Техническая реализация основных функциональных частей релейной защиты и автоматики. Основные виды релейной защиты и разновидности реле защиты. Разновидности и назначение автоматики. Способы включения реле на ток и напряжение сети.

Описание микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики. Государственные стандарты на графические и позиционные обозначения в схемах релейной защиты и автоматики.

Схемы вторичных соединений. Основные требования к схемам вторичных соединений. Ручное, дистанционное управление и сигнализация.

Тема 2. Измерительные трансформаторы тока и напряжения.

Назначение и принцип действия. Погрешности трансформаторов тока. Схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока. Выбор трансформаторов тока. Трансформаторы напряжения. Назначение ТН, условия их работы в схемах РЗА и принцип действия трансформаторов напряжения. Погрешности трансформаторов напряжения. Схемы соединения обмоток ТН.

Тема 3. Источники оперативного тока.

Назначение и общие требования к источникам оперативного тока. Источники и схемы постоянного оперативного тока. Аккумуляторная батарея. Шкафы постоянного оперативного тока ШОТ. Блоки питания выпрямленным оперативным током. Оперативное питание от предварительно заряженных конденсаторов. Защиты с автономным питанием.

Тема 4. Максимальная токовая защита.

Основные органы максимальной токовой защиты. Схемы включения измерительных органов токовой защиты. Выбор параметров максимальной токовой защиты при включении измерительных органов на полные токи фаз, при включении измерительного органа на ток нулевой последовательности сетей с глухозаземленными нейтральными. Реле токовой защиты. Схемы и общая оценка максимальной токовой защиты. Цифровые комплекты защит.

Тема 5. Токовая отсечка.

Назначение и принцип действия токовой отсечки. Выбор параметров токовых отсечек без выдержки времени и с выдержкой времени (первой и второй ступени токовой защиты). Расширение защищаемой зоны токовой отсечки без выдержки времени. Схемы и область использования токовых отсечек.

чек и токовой защиты со ступенчатой характеристикой выдержкой времени. Общая оценка токовой отсечки.

Тема 6. Максимальная токовая направленная защита.

Требования, принципы выполнения и выбор параметров максимальной токовой направленной защиты. Схемы включения реле направления мощности. Выбор уставок максимальных токовых направленных защит. МТНЗ в кольцевых сетях. Токовые защиты на двух параллельных линиях. Схемы и область использования максимальной токовой направленной защиты.

Тема 7. Защиты линий от однофазных замыканий на землю в сетях с изолированными нейтралями.

Процессы в сетях с изолированными нейтралями при возникновении однофазного замыкания на землю и требования к защите. Принципы выполнения защит от замыкания на землю. Выбор тока срабатывания ненаправленной ЗЗ. Выбор параметров срабатывания направленной ЗЗ. Резистивное заземление нейтрали.

Назначение дуговой защиты. Принцип действия различных устройств дуговой защиты. Устройства дуговой защиты. Рекомендации при монтаже дуговой защиты.

Тема 8. Защита автоматическими выключателями сетей до 1000 В.

Выбор уставок срабатывания автоматических выключателей. Особенности выбора уставок расцепителей автоматов на магистральных линиях, вводах и секционных выключателях.

Тема 9. Общие сведения о защите линий напряжением 110–220 кВ.

Дистанционные защиты. Назначение и принцип действия дистанционных защит. Характеристики выдержки времени дистанционных защит. Принципы выполнения селективной защиты линий с помощью дистанционных защит. Устройство блокировки при качаниях (УБК). Схемы включения дистанционных органов на ток и напряжение. Технические характеристики цифровых защит. Ускорение дистанционных защит по ВЧ каналу.

МТЗ и ТО линий напряжением 110–220 кВ. Токовая защита нулевой последовательности. Высокочастотные каналы связи. Дифференциально-фазная высокочастотная защита линий (ДФЗ). Направленная защита с высокочастотной блокировкой.

Тема 10. Защита синхронных генераторов.

Повреждения и ненормальные режимы синхронных генераторов.

Защита генераторов напряжением до 1000 В. Защита высоковольтных генераторов мощностью более 1 МВт. Продольная дифференциальная защита. Защита от замыкания между витками одной фазы. Защита от сверхтоков внешних КЗ и от перегрузки. Автоматическое включение синхронных гене-

раторов на параллельную работу. Точная и самосинхронизация синхронных генераторов. Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ).

Тема 11. Защита трансформаторов и автотрансформаторов.

Повреждения и ненормальные режимы работы трансформаторов и автотрансформаторов. Присоединение трансформаторов к питающей сети. Общие требования к выполнению защит трансформаторов. Защита трансформаторов плавкими предохранителями. Выбор уставок срабатывания предохранителей.

Дифференциальная защита трансформаторов и автотрансформаторов. Область применения и принцип действия. Особенности, влияющие на выполнение ДЗТ. Выбор уставок дифференциальной защиты трансформатора. Дифференциальная отсечка трансформатора. Дифференциальная защита трансформатора с быстронасыщающимися трансформаторами. Дифференциальная защита трансформатора с торможением.

Тема 12. Газовая защита и токовые защиты трансформаторов и автотрансформаторов.

Газовая защита трансформаторов и автотрансформаторов. Газовая защита переключателя РПН. Защита трансформаторов от сверхтоков при внешних КЗ. МТЗ двухобмоточных понижающих трансформаторов. Выбор уставок МТЗ трансформатора. Максимальная токовая защита с пуском по напряжению. Расстановка защит на трехобмоточных трансформаторах. Токовая отсечка трансформатора. Защита от перегрузки трансформатора. Примеры расстановки цифровых защит на трансформаторах. Автоматическое повторное включение трансформаторов. Автоматическое включение резервного трансформатора. Автоматическая разгрузка трансформаторов. Автоматическое регулирование напряжения трансформаторов. Автоматика охлаждения трансформаторов.

Тема 13. Защита электродвигателей и синхронных компенсаторов.

Повреждения и ненормальные режимы работы электродвигателей и устройства их защиты и автоматики. Защита двигателей от междуфазных КЗ. Защита электродвигателей от перегрузки. Защита от перегрузки с тепловым реле. Защита от перегрузки с токовыми реле. Защита от перегрузки с тепловой характеристикой выдержки времени на цифровом реле. Выбор уставок защиты от перегрузки на основе тепловой модели. Защита двигателей от замыкания на землю. Защита двигателей минимального напряжения. Защиты, применяемые на синхронных двигателях.

Тема 14. Защита и автоматика конденсаторных установок (КУ). Защита сборных шин и выпрямительных установок.

Назначение КУ и виды повреждений конденсаторных установок. Схемы соединений КУ и принцип действия защит КУ. Релейная защита БСК. Выбор аппаратуры для защиты БСК Управление батареями конденсаторов.

Виды повреждений шин. Дифференциальная защита шин. Неполная дифференциальная защита шин. Автоматическое повторное включение шин. Защита выпрямительных установок.

Тема 15. Автоматическое повторное включение.

Назначение АПВ. Классификация АПВ. Основные требования к устройствам АПВ. Электрическое АПВ однократного действия. Выбор уставок однократных АПВ для линий с односторонним питанием. Ускорение защиты до АПВ и после АПВ. Двухкратное АПВ. Разновидности АПВ на линиях с двухсторонним питанием. Однофазные АПВ.

Тема 16. Автоматическое включение резервного питания и оборудования ввод резерва (АВР).

Назначение АВР. Основные требования к устройствам АВР. Принцип действия АВР. Пусковые органы минимального напряжения. Автоматическое включение резерва на подстанциях. Схемы АВР на постоянном и переменном оперативном токе. Расчет уставок АВР.

Тема 17. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР).

Статические характеристики энергосистем и нагрузки. Динамическая частотная характеристика систем и нагрузки. Реле частоты. Назначение и основные принципы выполнения АЧР. Классификация устройств АЧР. Предотвращение ложных отключений потребителей от АЧР при кратковременных понижениях частоты в энергосистеме. Автоматическое включение потребителей после АЧР. Аппаратура, применяемая для АЧР. Схемы АЧР и ЧАПВ.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
1-43 01 03 «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ (ПО ОТРАСЛЯМ)»
(ДНЕВНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	Введение.	2	3	-		Экзамен
2	Измерительные трансформаторы тока и напряжения.	2	-	2		Экзамен, защита л/р, тесты
3	Источники оперативного тока.	2	-	-		Экзамен
4	Максимальная токовая защита.	2	4	4		Экзамен, защита л/р, тесты
5	Токовая отсечка.	2	2	2		Экзамен, защита л/р, тесты
6	Максимальная токовая направленная защита.	2	2	-		Экзамен
7	Защиты линий от однофазных замыканий на землю в сетях с изолированными нейтральными.	2	2	2		Экзамен, защита л/р, тесты
8	Защита автоматическими выключателями сетей до 1000 В.	2	-	3		Экзамен, защита л/р, тесты
9	Общие сведения о защите линий напряжением 110–220 кВ.	2	-	-		Экзамен
10	Защита синхронных генераторов.	2	-	-		Экзамен
11	Защита трансформаторов и автотрансформаторов.	2	-	-		Экзамен
12	Газовая защита и токовые защиты трансформаторов и автотрансформаторов.	2	2	-		Экзамен
13	Защита электродвигателей и синхронных компенсаторов.	2	2	-		Экзамен
14	Защита и автоматика конденсаторных установок (КУ). Защита сборных шин и выпрямительных установок.	2	-	-		Экзамен

15	Автоматическое повторное включение.	2	-	2		Экзамен, защита л/р, тесты
16	Автоматическое включение резервного питания и оборудования ввод резерва (АВР).	2	-	2		Экзамен, защита л/р, тесты
17	Автоматическая частотная разгрузка (АЧР).	2	-	-		Экзамен
	Всего	34	17	17		

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1-43 01 07 «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ»
(ДНЕВНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	Введение.	2	3	-		Экзамен
2	Измерительные трансформаторы тока и напряжения.	2	-	2		Экзамен, защита л/р, тесты
3	Источники оперативного тока.	2	-	-		Экзамен
4	Максимальная токовая защита.	2	4	8		Экзамен, защита л/р, тесты
5	Токовая отсечка.	2	2	2		Экзамен, защита л/р, тесты
6	Максимальная токовая направленная защита.	2	2	-		Экзамен
7	Защиты линий от однофазных замыканий на землю в сетях с изолированными нейтралями.	2	2	4		Экзамен, защита л/р, тесты
8	Защита автоматическими выключателями сетей до 1000 В.	2	-	8		Экзамен, защита л/р, тесты
9	Общие сведения о защите линий напряжением 110–220 кВ.	2	-	-		Экзамен
10	Защита синхронных генераторов.	2	-	-		Экзамен
11	Защита трансформаторов и автотрансформаторов.	2	-	-		Экзамен
12	Газовая защита и токовые защиты трансформаторов и автотрансформаторов.	2	2	-		Экзамен
13	Защита электродвигателей и синхронных компенсаторов.	2	2	2		Экзамен, защита л/р, тесты
14	Защита и автоматика конденсаторных установок (КУ). Защита сборных шин и выпрямительных установок.	2	-	-		Экзамен

15	Автоматическое повторное включение.	2	-	4		Экзамен, защита л/р, тесты
16	Автоматическое включение резервного питания и оборудования ввод резерва (АВР).	2	-	4		Экзамен, защита л/р, тесты
17	Автоматическая частотная разгрузка (АЧР).	2	-	-		Экзамен
	Всего	34	17	34		

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
1-43 01 03 «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ (ПО ОТРАСЛЯМ)»
(ЗАОЧНАЯ ПОЛНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	Введение.	0,5	-	-		Экзамен
2	Измерительные трансформаторы тока и напряжения	0,3	-	-		Экзамен
3	Источники оперативного тока.	0,2	-	-		Экзамен
4	Государственные стандарты на графические и позиционные обозначения в схемах РЗА. Схемы вторичных соединений.	0,3	-	-		Экзамен
5	Основные характеристики микропроцессорных устройств.	0,2	-	-		Экзамен
6	Релейная защита и автоматика линий электропередач в сетях напряжением 6-35 кВ.	2,5	4	4		Экзамен, защита л/р, тесты
7	Защита электрических сетей напряжением до 1кВ	0,3	-	-		Экзамен
8	Защита и автоматика синхронных генераторов.	0,2	-	-		Экзамен
9	Защита трансформаторов и автотрансформаторов.	1,5	-	-		Экзамен
10	Защита и автоматика электродвигателей и синхронных компенсаторов.	0,2	-	-		Экзамен
11	Защита конденсаторных установок, сборных шин и выпрямительных установок.	0,3	-	-		Экзамен
12	Автоматика электрических сетей	1,3	-	-		Экзамен
13	Заключение. Перспективы совершенствования устройств релейной защиты, автоматики и телемеханики на основе новой элементной базы.	0,2	-	-		Экзамен
	Всего	8	4	4		

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
1-43 01 03 «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ (ПО ОТРАСЛЯМ)»
(ЗАОЧНАЯ СОКРАЩЕННАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ)
(4 года)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	Введение.	0,5	-	-		Экзамен
2	Измерительные трансформаторы тока и напряжения	0,3	-	-		Экзамен
3	Источники оперативного тока.	0,2	-	-		Экзамен
4	Государственные стандарты на графические и позиционные обозначения в схемах РЗА. Схемы вторичных соединений. Основные характеристики микропроцессорных устройств.	0,3	-	-		Экзамен
5	Релейная защита и автоматика линий электропередач в сетях напряжением 6-35 кВ.	1	4	2		Экзамен, защита л/р, тесты
6	Защита электрических сетей напряжением до 1кВ	0,2	-	-		Экзамен
7	Защита и автоматика синхронных генераторов.	0,2	-	-		Экзамен
8	Защита трансформаторов и автотрансформаторов.	0,7	-	-		Экзамен
9	Защита и автоматика электродвигателей и синхронных компенсаторов.	0,1	-	-		Экзамен
10	Защита конденсаторных установок, сборных шин и выпрямительных установок	0,1	-	-		Экзамен
11	Автоматика электрических сетей	0,2	-	-		Экзамен
12	Заключение. Перспективы совершенствования устройств релейной защиты, автоматики и телемеханики на основе новой элементной базы.	0,2	-	-		Экзамен
	Всего	4	4	2		

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1-43 01 07 «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ»
(ЗАОЧНАЯ СОКРАЩЕННАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ)
(4 года)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	Введение.	0,5	-	-		Экзамен
2	Измерительные трансформаторы тока и напряжения.	0,3	-	-		Экзамен
3	Источники оперативного тока.	0,2	-	-		Экзамен
4	Государственные стандарты на графические и позиционные обозначения в схемах РЗА. Схемы вторичных соединений. Основные характеристики микропроцессорных устройств.	0,3	-	-		Экзамен
5	Релейная защита и автоматика линий электропередач в сетях напряжением 6-35 кВ.	1	4	2		Экзамен, защита л/р, тесты
6	Защита электрических сетей напряжением до 1кВ	0,2	-	-		Экзамен
7	Защита и автоматика синхронных генераторов.	0,2	-	-		Экзамен
8	Защита трансформаторов и автотрансформаторов.	0,7	-	-		Экзамен
9	Защита и автоматика электродвигателей и синхронных компенсаторов.	0,1	-	-		Экзамен
10	Защита конденсаторных установок, сборных шин и выпрямительных установок.	0,1	-	-		Экзамен
11	Автоматика электрических сетей	0,2	-	-		Экзамен
12	Заключение. Перспективы совершенствования устройств релейной защиты, автоматики и телемеханики на основе новой элементной базы.	0,2	-	-		Экзамен
	Всего	4	4	2		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Евминов, Л.И. Релейная защита: учебное пособие для вузов / Л.И. Евминов, В.В. Курганов; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого». – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2011. – 533 с.
2. Басс, Э.И. Релейная защита электроэнергетических систем / Э.И. Басс, В.Г. Дорогунцев; под ред. А.Ф. Дьякова. – 2-е изд. – Москва: МЭИ, 2006. – 295 с.
3. Евминов, Л.И. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебно-методическое пособие / Л.И. Евминов, Г.И. Селиверстов; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого". – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2016. – 531 с.
4. Шнеерсон, Э.М. Цифровая релейная защита / Э.М. Шнеерсон. – Москва: Энергоатомиздат, 2007. – 548 с.

Дополнительная литература

5. Шабад, М.А. Расчеты релейной защиты и автоматика распределительных сетей. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
6. Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для вузов / В.А. Андреев. – 3-е изд. – Москва: Высшая школа, 1991. – 495 с.

Учебно-методические материалы

7. Евминов Л.И. Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения» для специальностей 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)». – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2011. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by>.
8. Евминов, Л.И. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Электронный ресурс]: практикум по одноименной дисциплине для студентов специальностей 1-43 01 03 "Электроснабжение (по отраслям)", 1-43 01 02 "Электроэнергетические системы и сети" и 1-43 01 07 "Техническая эксплуатация энергооборудования организаций" дневной и заочной форм обучения / Л.И. Евминов, А.О. Добродей; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого". – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2018. – 87 с. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by>.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Электронный курс на учебном портале edu.gstu.by.
2. Комплекс электронных тестов.

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Примерный перечень лабораторных занятий:

1. Промежуточные и указательные реле.
2. Расчет параметров срабатывания цифрового реле МРЗС. Построение карты селективности. Индукционные реле тока. Индукционные реле тока.
3. Трансформаторы тока в схемах релейной защиты.
4. Реле тока и напряжения.
5. Реле времени.
6. Назначение и принцип действия микропроцессорного устройства токовых защит и автоматики присоединений 6-35 кВ типа УЗА-АТ.
7. Максимальная токовая защита.
8. Автоматическое включение резервного питания.
9. Автоматическое повторное включение.
10. Токовая отсечка.
11. Защита двигателей переменного тока с применением цифрового комплекта защит типа БЗ-03. Управление и защита асинхронных двигателей до 1000 В.
12. Защита от замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью.
13. Дуговая защита.
14. Автоматика регулирования напряжения трансформаторов.
15. Релейная защита понижающего трансформатора.
16. Микропроцессорная токовая защита линий 6-10 кВ МТЗ-610 Л.
17. Блок микропроцессорной релейной защиты БМРЗ-КЛ-11
18. Устройство микропроцессорной защиты, автоматики, контроля и управления присоединений 6-35 кВ типа МРЗС-05.
19. Применение микропроцессорного реле МР-700 для защиты отходящей линии и АВР трансформатора.
20. Испытательная система для релейной защиты «Реле-томограф».

Примерный перечень практических занятий:

1. Расчет уставок МТЗ радиальной сети с независимой выдержкой времени. Построение карты селективности.
2. Реклоузеры. Расчет места установки.
3. Расчет уставок защит радиальной сети с зависимой выдержкой времени. Построение карты селективности.
4. Расчет уставок защит от замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью. Расчет параметров резистивного заземления нейтрали и уставок защит от замыканий на землю в сетях с резистивным заземлением нейтрали.
5. Особенности расчета параметров МТНЗ в сетях с двухсторонним питанием и в кольцевых сетях.
6. Расчет уставок защит электродвигателей.
7. Расчет уставок защит трансформаторов.
8. Расчет уставок защит двухтрансформаторной подстанции.

Примерный перечень вопросов для самостоятельной работы:

1. Назначение релейной защиты и автоматики в электроэнергетических системах.
2. Основные требования ТКП к релейной защите от повреждений и ненормальных режимов.
3. Ручное и дистанционное управление и сигнализация. Дистанционное управление контакторами и неревверсивными и реверсивными магнитными пускателями.
4. Источники оперативного тока. Назначение, общие требования. Постоянный оперативный ток. Выпрямленный оперативный ток. Переменный оперативный ток. ШОТ
5. Изображение схем РЗА. Основные требования к схемам защиты.
6. Условия работы трансформаторов тока в схемах РЗА. Методика выбора ТТ для питания схем РЗА. 10 % кратность. Фильтры симметричных составляющих тока.
7. Схемы соединения ТТ и обмоток реле в схемах релейной защиты. Векторные диаграммы токов при различных видах повреждений.
8. Трансформаторы напряжения в схемах РЗА. Схемы включения ТН и схемы соединения обмоток ТН.
9. Достоинства и недостатки микропроцессорных защит.
10. Максимальная токовая защита, принцип действия. Обеспечение селективности МТЗ.
11. Схемы МТЗ с независимыми выдержками времени, выполненными по схемам полной и неполной звезды, область применения, принцип действия.
12. Выбор параметров срабатывания максимальной токовой защиты.
13. Токовая отсечка ЛЭП. Принцип действия, выбор параметров срабатывания.
14. Расширение защищаемой зоны токовой отсечки со ступенчатой характеристикой выдержки времени. Выбор параметров срабатывания.
15. Применение микропроцессорных устройств для защит ЛЭП, выбор параметров срабатывания. Построение карты селективности МТЗ с зависимой характеристикой.
16. Направленные токовые защиты, назначение принцип действия. Выбор параметров срабатывания.
17. Защита кольцевых сетей. Каскадное действие защит.
18. Принцип действия продольной дифференциальной защиты линий. Выбор параметров срабатывания. Расчет тока небаланса, коэффициента чувствительности. Способы повышения чувствительности.
19. Назначение, принцип действия поперечной дифференциальной защиты линий. Выбор параметра срабатывания. Оценка и область применения поперечной дифференциальной защиты линий.
20. Защиты от замыканий на землю, размещение защит от замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью.

21. Резистивное заземление нейтрали в сетях 6, 10, 35 кВ. Назначение. Выбор величины сопротивления заземления нейтрали.
22. Принцип действия дифференциально-фазной высокочастотной защиты ЛЭП.
23. Дистанционная защита ЛЭП, назначение, принцип действия и область применения. Принцип выбора уставок действия защиты.
24. Виды повреждений и ненормальных режимов синхронных генераторов.
25. Защиты низковольтных генераторов мощностью до 1 МВт. Выбор параметров срабатывания.
26. Защиты высоковольтных генераторов. Выбор параметров срабатывания.
27. Виды повреждений и ненормальных режимов трансформаторов.
28. Защита трансформаторов плавкими предохранителями. Область применения. Выбор тока плавкой ставки.
29. Токовые защиты трансформаторов. МТЗ двух и трехобмоточных трансформаторов. Защита от перегрузки. Выбор параметров срабатывания.
30. Принцип действия и особенности дифференциальной токовой защиты трансформаторов. Разновидности схем дифференциальной токовой защиты трансформаторов.
31. Дифференциальная токовая отсечка трансформатора. Принцип действия, пусковые органы, выбор основных параметров.
32. Дифференциальная токовая защита трансформатора с промежуточными быстронасыщающимися трансформаторами. Основные органы, принцип действия, выбор параметров срабатывания.
33. Дифференциальная токовая защита трансформатора с применением реле, имеющих торможение. Основные органы, принцип действия, выбор параметров срабатывания. Принцип действия реле типа ДЗТ.
34. Газовая защита трансформаторов, принцип действия, назначение, область применения.
35. Автоматика трансформаторов. Автоматическое повторное включение, автоматическое включение и отключение одного из параллельно работающих трансформаторов, автоматическое регулирование напряжения трансформаторов.
36. Защита шин, виды повреждений, принцип действия, основные требования, способы выполнения и основные типы защит шин. Токовые защиты шин. Выбор параметров срабатывания.
37. Дифференциальная токовая защита шин. Неполные дифференциальные защиты шин. Выбор параметров срабатывания. Особенности АПВ шин.
38. Требования к защите конденсаторных установок до 1000 В и выше 1000 В. Защита КУ. Выбор параметров срабатывания. Защита конденсаторов плавкими предохранителями, требования к ним.
39. Защита конденсаторной установки высокого напряжения. МТЗ, защита от перегрузки, защита от повышения напряжения. Выбор параметров срабатывания.

40. Виды повреждений и ненормальных режимов работы двигателей переменного тока. Защита двигателей напряжением до 1000 В. Выбор параметров срабатывания.
41. Защита двигателей напряжением выше 1000 В. Выбор параметров срабатывания.
42. Устройства АПВ. Назначение, основные разновидности, требования к устройствам АПВ. Выдержка времени АПВ.
43. Принцип действия АПВ на постоянном оперативном токе с использованием реле типа РПВ. Особенности АПВ ЛЭП с двухсторонним питанием.
44. Устройства АВР, назначение, основные требования.
45. Принцип построения схем АВР. Выбор параметров срабатывания АВР.
46. Автоматическая частотная разгрузка в системах электроснабжения. Назначение, принцип действия. Выбор параметров срабатывания АЧР. Согласованность времени действия АЧР и ЧАПВ.

Примерный перечень контрольных вопросов к экзамену:

1. Назначение релейной защиты и автоматики в электроэнергетических системах.
2. Повреждения и ненормальные режимы в электроэнергетических системах.
3. Основные требования ПУЭ к релейной защите от повреждений и ненормальных режимов.
4. Ручное и дистанционное управление и сигнализация. Дистанционное управление контакторами и неревверсивными и реверсивными магнитными пускателями.
5. Дистанционное управление выключателем с электромагнитным приводом. Сигнализация и блокировка от прыганий.
6. Источники оперативного тока. Назначение, общие требования. Постоянный оперативный ток. Выпрямленный оперативный ток. Переменный оперативный ток. ШОТ
7. Способы включения реле и способы их воздействия на выключатели,
8. Изображение схем РЗА. Основные требования к схемам защиты.
9. Устройства центральной сигнализации. Назначение, принцип действия аварийной, предупреждающей сигнализации.
10. Условия работы трансформаторов тока в схемах РЗА. Методика выбора ТТ для питания схем РЗА. 10% кратность. Фильтры симметричных составляющих тока.
11. Схемы соединения ТТ и обмоток реле в схемах релейной защиты. Векторные диаграммы токов при различных видах повреждений
12. Трансформаторы напряжения в схемах РЗА. Схемы включения ТН и схемы соединения обмоток ТН
13. Достоинства и недостатки микропроцессорных защит.
14. Максимальная токовая защита, принцип действия, Обеспечение селективности МТЗ.

15. Схемы МТЗ с независимыми выдержками времени, выполненными по схемам полной и неполной звезды, область применения, принцип действия.
16. Выбор параметров срабатывания максимальной токовой защиты.
17. Токовая отсечка ЛЭП. Принцип действия, выбор параметров срабатывания.
18. Токовая отсечка линий с двухсторонним питанием. Выбор параметров срабатывания.
19. Расширение защищаемой зоны токовой отсечки со ступенчатой характеристикой выдержки времени. Выбор параметров срабатывания.
20. Схемы токовой отсечки со ступенчатой характеристикой выдержки времени на постоянном оперативном токе. Область применения, выбор параметров срабатывания.
21. Применение микропроцессорных устройств для защит ЛЭП, выбор параметров срабатывания.
22. Построение карты селективности МТЗ с зависимой характеристикой.
23. Направленные токовые защиты, назначение принцип действия. Выбор параметров срабатывания.
24. Защита кольцевых сетей. Каскадное действие защит.
25. Принципиальные схемы МТНЗ на постоянном оперативном токе, схемы МТНЗ с применением микропроцессорных защит.
26. Принцип действия продольной дифференциальной защиты линий. Выбор параметров срабатывания.
27. Расчет тока небаланса продольной дифференциальной защиты, коэффициента чувствительности. Способы повышения коэффициента чувствительности.
28. Назначение, принцип действия поперечной дифференциальной защиты линий. Выбор параметра срабатывания. Оценка и область применения поперечной дифференциальной защиты линий.
29. Защиты от замыканий на землю, размещение защит от замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью.
30. Резистивное заземление нейтрали в сетях 6, 10, 35 кВ. Назначение Выбор величины сопротивления заземления нейтрали.
31. Принцип действия дифференциально-фазной высокочастотной защиты ЛЭП.
32. Дистанционная защита ЛЭП, назначение, принцип действия и область применения. Принцип выбора уставок действия защиты.
33. Виды повреждений и ненормальных режимов синхронных генераторов.
34. Защиты низковольтных генераторов мощностью до 1МВт. Выбор параметров срабатывания.
35. Защиты высоковольтных генераторов. Выбор параметров срабатывания.
36. Виды повреждений и ненормальных режимов трансформаторов.
37. Защита трансформаторов плавкими предохранителями. Область применения. Выбор тока плавкой ставки.

38. Токовые защиты трансформаторов. МТЗ двух и трехобмоточных трансформаторов. Защита от перегрузки. Выбор параметров срабатывания.
39. Токовые защиты обратной и нулевой последовательности трансформаторов. Принцип действия и область применения.
40. Принцип действия и особенности дифференциальной токовой защиты трансформаторов. Разновидности схем дифференциальной токовой защиты трансформаторов.
41. Дифференциальная токовая отсечка трансформатора. Принцип действия, пусковые органы, выбор основных параметров
42. Дифференциальная токовая защита трансформатора с промежуточными быстро насыщающимися трансформаторами. Основные органы, принцип действия, выбор параметров срабатывания с реле типа РНТ-565.
43. Дифференциальная токовая защита трансформатора с применением реле, имеющих торможение. Основные органы, принцип действия, выбор параметров срабатывания. Принцип действия реле типа ДЗТ.
44. Газовая защита трансформаторов, принцип действия, назначение, область применения.
45. Автоматика трансформаторов. Автоматическое повторное включение, автоматическое включение и отключение одного из параллельно работающих трансформаторов, автоматическое регулирование напряжения трансформаторов.
46. Защита шин, виды повреждений, принцип действия, основные требования, способы выполнения и основные типы защит шин. Токовые защиты шин. Выбор параметров срабатывания.
47. Дифференциальная токовая защита шин. Неполные дифференциальные защиты шин. Выбор параметров срабатывания. Особенности АПВ шин.
48. Требования к защите конденсаторных установок до 1000 В и выше 1000 В. Защита КУ. Выбор параметров срабатывания. Защита конденсаторов плавкими предохранителями, требования к ним.
49. Защита конденсаторной установки высокого напряжения. МТЗ, защита от перегрузки, защита от повышения напряжения. Выбор параметров срабатывания.
50. Виды повреждений и ненормальных режимов работы двигателей переменного тока.
51. Защита двигателей напряжением до 1000 В. Выбор параметров срабатывания.
52. Защита двигателей напряжением выше 1000 В. Выбор параметров срабатывания.
53. Устройства АПВ. Назначение, основные разновидности, требования к устройствам АПВ. Выдержка времени АПВ.
54. Принцип действия АПВ на постоянном оперативном токе с использованием реле типа РПВ. Особенности АПВ ЛЭП с двухсторонним питанием.
55. Устройства АВР, назначение, основные требования.
56. Принцип построения схем АВР. Выбор параметров срабатывания АВР.

57. Автоматическая частотная разгрузка в системах электроснабжения. Назначение, принцип действия.
58. Схема включения реле частоты. Выбор параметров срабатывания АЧР. Согласованность времени действия АЧР и ЧАПВ.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу
Производство электроэнергии	«Электроснабжение»	Согласовано	№ 2 от 01.10.2020
Микроэлектронные и микропроцессорные устройства в энергетике	«Электроснабжение»	Согласовано	№ 2 от 01.10.2020