

Северский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Электрооборудования и автоматизации технологических процессов»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 5 от 28.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Электроснабжение

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
5	5	180	32	16	16	32	116	Экз., КР
Итого	5	180	32	16	16	32	116	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программы «Электроснабжение».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) **знать:**

3.1 роль и значение устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) в обеспечении устойчивой, бесперебойной работы электроэнергетической системы;

3.2 принципы действия устройств РЗА и методику выбора их параметров срабатывания;

3.3 принципы согласования действия устройств релейной защиты и устройств автоматики электроэнергетической системы;

3.4 принципы выполнения устройств релейной защиты на различной элементной базе (электромеханической, полупроводниковой, микропроцессорной);

3.5 влияние элементной базы на техническое совершенство и надежность устройств РЗА.

2) **уметь:**

У.1 выбирать оптимальные решения по построению устройств РЗА для защиты оборудования электроэнергетических систем;

У.2 использовать современную компьютерную технику и программное обеспечение для проектирования устройств РЗА.

3) **владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

В.1 практическими навыками расчета, согласования и настройки параметров срабатывания устройств РЗА;

В.2 навыками анализа причин возникновения аварийных ситуаций в электроэнергетических системах и результатов работы устройств РЗА.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» являются:

изучение студентами основных устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем, методов их выбора и расчета параметров настройки, подходов, используемых при анализе работы устройств релейной защиты и автоматики в нормальном и аварийных режимах электроэнергетических систем с учетом устойчивости, экономичности и надежности их функционирования.

Основными задачами дисциплины являются:

овладеть методиками составления схем устройств релейной защиты и автоматики;

овладеть основами проведения расчётов устройств релейной защиты и автоматики электро-энергетических систем;

познакомить с методами выбора параметров настройки, подходов, используемых при анализе работы устройств релейной защиты и автоматики.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» (Б1.В.ОД.1.3) - Профессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
тип задач профессиональной деятельности: проектный			
Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования. Анализировать техническое задание на предпроектное обследование объекта капитального строительства, для системы электроснабжения. Определять характеристики объекта капитального строительства. Подготовить материал для отчета по результатам обследования.	Объекты капитального строительства. Электрические станции и подстанции. Электроэнергетические системы и сети. Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов. Установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные материалы, системы защиты от молнии и перенапряжений, средства обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, высоковольтные электротехнологии. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем. Энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии.	ПК-2 Способен проводить обоснование проектных решений	З-ПК-2 Знать: нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы объектов профессиональной деятельности, допустимые перегрузки по току и температурам; технические характеристики, конструктивные особенности основного оборудования У-ПК-2 Уметь: оперативно принимать и реализовывать решения (в рамках должностных обязанностей); производить анализ проектной документации и выдавать замечания и предложения В-ПК-2 Владеть: навыками обоснования принятых решений на основании требований нормативной документации
тип задач профессиональной деятельности: эксплуатационный			
Обеспечение контроля выполнения режимных	Электрические станции и подстанции.	ПК-3.1 Способен решать производственные задачи по	З-ПК-3.1 Знать: методы определения и поиска

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
оперативных переключений в распределительных устройствах релейной защиты и противоаварийной автоматики, а также проверка технического состояния и остаточного ресурса объектов профессиональной деятельности	Системы электроснабжения городов, и промышленных предприятий. Установки высокого напряжения различного назначения, системы защиты от молнии и перенапряжений, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем.	эксплуатации, техническому обслуживанию устройств и комплексов релейной защиты	неисправностей в устройствах и комплексах РЗА, признаки повреждений обслуживаемого оборудования, методы и способы проверки и настройки устройств РЗА. У-ПК-3.1 Уметь: определять места повреждений и выбирать методы восстановления работоспособности оборудования, проводить анализ статистики отказов оборудования. В-ПК-3.1 Владеть: навыками работы с современными устройствами и комплексами релейной защиты и противоаварийной автоматики, методами выявления дефектов, определения причин неисправности, определять пригодность аппаратуры к дальнейшей эксплуатации.

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программе «Электроснабжение».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в **зачетных единицах – 5, 180 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 5**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Введение»
- **раздел 2** – «Релейная защита и автоматика линий электропередачи»

– **раздел 3** – «Релейная защита и автоматика электрооборудования»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
5 семестр (18 недель)								
1	Введение	8	2	4	10	6/ЛР1, 3/Зд1	6/Т1	12
2	Релейная защита и автоматика линий электропередачи	8	6	4	20	10/ЛР2, 5/Зд2, 7/Зд3, 9/Зд4	10/КР1	23
3	Релейная защита и автоматика электрооборудования	16	8	8	26	14/ЛР3, 18/ЛР4, 13/Зд5, 17/Зд6	18/ПЗ1	25
	Курсовая работа				24			
	Экзамен				36			40
Итого за 5 семестр:		32	16	16	116			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать: нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы объектов профессиональной деятельности, допустимые перегрузки по току и температурам; технические характеристики, конструктивные особенности основного оборудования (З-ПК-2)	1, 2, 3	Зд1, Т1, Зд2, Зд3, Зд4, КР1, Зд5, Зд6, ПЗ1, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
– Уметь: оперативно принимать и реализовывать решения (в рамках должностных обязанностей); производить анализ проектной документации и выдавать замечания и предложения (У-ПК-2)	2	ЛР2
– Владеть: навыками обоснования принятых решений на основании требований нормативной документации (В-ПК-2)	1, 2, 3	Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Курсовая работа
– Знать: методы определения и поиска неисправностей в устройствах и комплексах РЗА, признаки повреждений обслуживаемого оборудования, методы и способы проверки и настройки устройств РЗА. (З-ПК-3.1)	1, 2, 3	Т1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ПЗ1, Экзамен (5 сем.)

– Уметь: определять места повреждений и выбирать методы восстановления работоспособности оборудования, проводить анализ статистики отказов оборудования. (У-ПК-3.1)	1	ЛР1
– Владеть: навыками работы с современными устройствами и комплексами релейной защиты и противоаварийной автоматики, методами выявления дефектов, определения причин неисправности, определять пригодность аппаратуры к дальнейшей эксплуатации. (В-ПК-3.1)	1, 2, 3	ЛР1, ЛР2, КР1, ЛР3, ЛР4

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Введение	
1.1 Общие понятия о РЗА. Назначение и структура устройств РЗА, основные требования к устройствам РЗА и основные принципы построения защит	2
1.2 Измерительные преобразователи и источники оперативного питания. Первичные преобразователи тока и напряжения; принцип работы ТТ и ТН, схемы соединения обмоток трансформаторов тока и напряжения с обмоткой реле, источники оперативного постоянного и переменного тока	2
1.3 Реле и комплекты защит. Функциональное назначение и классификация реле, электромагнитные реле тока и напряжения, индукционные реле, реле направления мощности, реле времени, промежуточные и указательные реле, магнитоэлектрические реле, поляризованные реле, компоненты и структура электронных и микропроцессорных реле	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	8
Раздел 2 Релейная защита и автоматика линий электропередачи	
2.1 Токовые и токовые направленные защиты ЛЭП. Структура, принципы работы, схемы реализации ступенчатых токовых защит (ТО мгновенного действия, ТО с выдержкой времени, МТЗ, токовые защиты с пуском по напряжению); токовые направленные защиты (назначение, особенности и принцип работы)	2
2.2 Защита от замыканий на землю. Техническая реализация РЗ в сетях с глухозаземленной нейтралью (ТНЗ нулевой последовательности, ТО нулевой последовательности); техническая реализация РЗ от замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью	2
2.3 Дистанционная защита. Назначение и принцип действия, структура ДЗ и характеристики реле сопротивления, блокировка от качаний	1

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
2.4 Дифференциальная защита ЛЭП. Продольная дифференциальная защита (принцип действия, структура, токи небаланса), поперечная диф. защита (принцип действия, структура, особенности); направленная поперечная диф. защита	2
2.5 Высокочастотные защиты. Назначение и виды ВЧ-защит; направленная защита с ВЧ-блокировкой; дифференциально-фазная ВЧ-защита	1
<i>Итого по разделу 2:</i>	8
Раздел 3 Релейная защита и автоматика электрооборудования	
3.1 РЗА силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Виды повреждений и ненормальных режимов работы силовых трансформаторов, виды защит и требования к ним; РЗ от внутренних повреждений; РЗ от сверхтоков при внешних КЗ; защиты от перегрузки; РЗ нулевой последовательности; резервирование защит и автоматика силовых трансформаторов	4
3.2 РЗА синхронных генераторов. Виды повреждений и ненормальных режимов работы генераторов. Основные требования к релейной защите; Защиты от внутренних повреждений; Защиты от сверхтоков при внешних коротких замыканиях; Защиты от перегрузки; Защита синхронных компенсаторов	2
3.3 РЗА электродвигателей. Виды повреждений и ненормальных режимов работы электродвигателей. Основные требования к релейной защите; Защиты от внутренних повреждений; Защиты от сверхтоков при внешних коротких замыканиях; Защиты от перегрузки и понижения напряжения; Защита низковольтных электродвигателей (<1000 В); Защита синхронных электродвигателей ;	2
3.4 РЗ шин станций и подстанций. Назначение и особенности защиты шин; Дифференциальная защита шин; Дифференциальная защита шин с торможением; Защита шин 6-10 кВ	2
3.5 РЗА специальных электроустановок. Релейная защита и автоматика конденсаторных установок; особенности защиты и автоматики электропечных установок; особенности защиты и автоматики полупроводниковых преобразовательных агрегатов	2
3.6 Устройства автоматики систем электроснабжения. АПВ, АВР, АЧР и ЧАПВ, АРН и автоматическое регулирования РМ в ЭЭС; резервирование отказов действия РЗ и выключателей	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	16
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	32

5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Введение	
1.1 Исследование работы основных электромагнитных реле и измерительных преобразователей.	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
Раздел 2 Релейная защита и автоматика линий электропередачи	
2.1 Реализация РЗ ЛЭП на основе программируемого микроконтроллера.	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	4
Раздел 3 Релейная защита и автоматика электрооборудования	
3.1 Моделирование дифференциальной защиты силового трансформатора на основе программируемого микроконтроллера.	4
3.2 Моделирование работы средств автоматики на основе программируемого микроконтроллера.	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	8
Всего по лабораторному практикуму дисциплины:	16

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Введение	
1.1 Расчет токов КЗ в системе электроснабжения и выбор уставок электромагнитных реле тока.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	2
Раздел 2 Релейная защита и автоматика линий электропередачи	
2.1 Расчет параметров токовых ступенчатых защит линий электропередачи.	2
2.2 Расчет параметров дистанционных защит.	2
2.3 Расчет параметров и выбор элементов дифференциальных защит ЛЭП.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	6
Раздел 3 Релейная защита и автоматика электрооборудования	
3.1 Выбор типа и расчет параметров РЗ силовых трансформаторов.	4
3.2 Выбор типа и расчет параметров РЗ генераторов и электродвигателей.	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	8
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	16

5.5 Курсовое проектирование

В соответствии с рабочим учебным планом предусмотрено выполнить: Курсовая работа (5 семестр).

Курсовая работа включает в себя следующие этапы:

1. Расчет ТКЗ в ЭС напряжением до и выше 1 кВ;
2. Выбор первичного оборудования РЗ (ТТ и ТН);
3. Обоснование и выбор устройств РЗ (для ЛЭП, силовых трансформаторов, электродвигателей), расчет уставок и построение карты селективности защит;
4. Составление принципиальной схемы РЗ и спецификации на выбранное оборудование.

6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Обучение на основе опыта, Исследовательский метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Поисковый метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: Опережающая самостоятельная работа, Проектный метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 32 час.

7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ПК-2	З-ПК-2	Зд1, Т1, Зд2, Зд3, Зд4, КР1, Зд5, Зд6, ПЗ1, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
ПК-2	У-ПК-2	ЛР2
ПК-2	В-ПК-2	Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Курсовая работа
ПК-3.1	З-ПК-3.1	Т1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ПЗ1, Экзамен (5 сем.)
ПК-3.1	У-ПК-3.1	ЛР1
ПК-3.1	В-ПК-3.1	ЛР1, ЛР2, КР1, ЛР3, ЛР4

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

Аттестация в 5 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
ЛР1	Лабораторная работа	5	3
Зд1	Задание (задача)	5	3
Т1	Тестирование	2	1.2
ЛР2	Лабораторная работа	5	3
Зд2	Задание (задача)	5	3
Зд3	Задание (задача)	5	3
Зд4	Задание (задача)	5	3
КР1	Контрольная работа	3	1.8
ЛР3	Лабораторная работа	5	3
ЛР4	Лабораторная работа	5	3
Зд5	Задание (задача)	5	3
Зд6	Задание (задача)	5	3
ПЗ1	Промежуточный зачет	5	3
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Экзамен		40	24
Итого:		100	60

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Экзамена (5 семестр):

1 Назначение и виды устройств релейной защиты, сетевой, противоаварийной и режимной автоматики.

2 Требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты. Структурная схема и основные блоки устройств релейной защиты.

- 3 Разновидности защит с абсолютной и относительной селективностью, принцип выполнения, алгоритм работы
- 4 Устройство, назначение и принцип действия электромагнитных реле тока и напряжения.
- 5 Устройство, назначение и принцип действия электромагнитных реле времени, промежуточных и указательных реле.
- 6 Устройство, назначение и принцип действия индукционных реле тока и направления мощности.
- 7 Реализация токовых реле на электронных и микропроцессорных элементах.
- 8 Первичные измерительные преобразователи тока и напряжения: классификация, назначение и основные функции.
- 9 Трансформаторы тока в схемах релейной защиты. Принцип действия, погрешности. Схемы соединения трансформаторов тока и обмоток реле.
- 10 Устройство и особенности применения активных трансформаторов тока, трансреакторов и катушек Роговского в качестве первичных преобразователей в устройствах релейной защиты. Достоинства и недостатки по сравнению с традиционными электромагнитными трансформаторами тока.
- 11 Трансформаторы напряжения в схемах релейной защиты. Принцип действия, погрешности. Схемы соединения трансформаторов напряжения и обмоток реле.
- 12 Устройство и особенности применения активных трансформаторов напряжения, емкостных и резистивных делителей в качестве первичных преобразователей в устройствах релейной защиты. Достоинства и недостатки по сравнению с традиционными электромагнитными трансформаторами напряжения.
- 13 Источники постоянного и переменного оперативного тока для питания устройств релейной защиты. Основные схемы питания оперативных цепей РЗ.
- 14 Алгоритм проверки трансформаторов тока и напряжения на соответствие классу точности.
- 15 Максимальные токовые защиты. Принцип действия, расчет параметров, пример схемы выполнения.
- 16 Токовые ступенчатые защиты. Принцип действия, выполнение, расчет параметров.
- 17 Максимальные токовые защиты с пуском по напряжению. Принцип действия, расчет параметров, схемное выполнение.
- 18 Максимальные токовые направленные защиты. Принцип действия, выполнение, расчет параметров.
- 19 Продольная дифференциальная токовая защита. Принцип действия, выполнение, расчет параметров.
- 20 Поперечная дифференциальная токовая защита. Принцип действия, выполнение, расчет параметров.
- 21 Направленная поперечная дифференциальная токовая защита. Принцип действия, выполнение, расчет параметров.
- 22 Дистанционные защиты. Принцип действия, выполнение, расчет параметров.
- 23 Высокочастотные защиты. Принцип действия, выполнение, расчет параметров.
- 24 Релейная защита ЛЭП напряжением 6-10 кВ от замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью.
- 25 Релейная защита ЛЭП напряжением 6-10 кВ от замыканий на землю в сетях с компенсированной нейтралью.
- 26 Принцип действия дифференциальной защиты трансформаторов.
- 27 Релейная защита трансформаторов от сверхтоков при внешних коротких замыканиях.
- 28 Защита трансформаторов от внутренних повреждений.

- 29 Виды повреждений и ненормальных режимов работы синхронных генераторов. Виды релейной защиты от повреждений в обмотке статора.
- 30 Виды повреждений и ненормальных режимов работы синхронных генераторов. Виды релейной защиты от повреждений в обмотке ротора.
- 31 Виды повреждений и ненормальных режимов работы синхронных генераторов. Виды релейной защиты от ненормальных режимов.
- 32 Повреждения, ненормальные режимы работы и принципы выполнения релейной защиты асинхронных электродвигателей напряжением более 1000В.
- 33 Повреждения, ненормальные режимы работы и принципы выполнения релейной защиты синхронных электродвигателей напряжением более 1000В.
- 34 Повреждения, ненормальные режимы работы и особенности выполнения релейной защиты синхронных компенсаторов.
- 35 Принципы выполнения релейной защиты элементов подстанций: шин и токопроводов.
- 36 Повреждения, ненормальные режимы работы и принципы выполнения релейной защиты конденсаторных установок.
- 37 Принципы выполнения релейной защиты трансформаторов электропечных установок.
- 38 Повреждения, ненормальные режимы работы и принципы выполнения релейной защиты полупроводниковых преобразовательных агрегатов.
- 39 Назначение и принципы выполнения УРОВ.
- 40 Назначение, классификация и расчет параметров схем АПВ.
- 41 Согласование действия релейной защиты и АПВ. Ускорение действия защиты до АПВ
- 42 Согласование действия релейной защиты и АПВ. Ускорение действия защиты после АПВ.
- 43 Согласование действия релейной защиты и АПВ. Выполнение АПВ на линиях с ответвлениями.
- 44 Особенности выполнения устройств АПВ на линиях с двухсторонним питанием. Несинхронное АПВ.
- 45 Особенности выполнения устройств АПВ на линиях с двухсторонним питанием. АПВ с ожиданием синхронизма.
- 46 Назначение и классификация устройств АВР. Требования, предъявляемые к схемам АВР.
- 47 Выполнение пусковых органов АВР на реле минимального напряжения.
- 48 Выполнение пусковых органов АВР на реле минимального тока и реле минимального напряжения.
- 49 Выполнение пусковых органов АВР на реле минимального тока и реле частоты
- 50 АЧР. Назначение, классификация, требования, предъявляемые к схемам АЧР.
- 51 Работа АЧР при возникновении дефицита активной мощности в энергосистеме.
- 52 Включение генераторов на параллельную работу. Самосинхронизация.
- 53 Включение генераторов на параллельную работу. Точная синхронизация.
- 54 Принципы регулирования напряжения в электроэнергетической сети.
- 55 Автоматический регулятор напряжения трансформаторов.
- 56 Автоматическое регулирование мощности конденсаторных батарей.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Агафонов А. И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие / А. И. Агафонов, Т. Ю. Бростилова, Н. Б. Джазовский - Москва: Инфра-Инженерия, 2020 - 300 с.

Л1.2 Киреева Э. А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Текст]: учебник для среднего профессионального образования / Э. А. Киреева, С. А. Цырук - Москва: Академия, 2014 - 287 с.

Л1.3 Куксин А. В. Релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие / А. В. Куксин - Москва: Инфра-Инженерия, 2021 - 200 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Дрозд В.В. под ред. Релейная защита и автоматика в электрических сетях / В.В. под ред. Дрозд - Москва: Энергия, 2012 - 632 с.

Л2.2 Дьяков А.Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие / Дьяков А.Ф.; Овчаренко Н.И. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2010 - 336 с.

Л2.3 Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем / Ю. А. Ершов, О. П. Халезина, А. В. Малеев и др. - Красноярск: Сибирский Федеральный Университет, 2012 - 68 с.

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: помечать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурис). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

Практические занятия. Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

Лабораторные работы. Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

1) название работы;

2) цель работы;

3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;

4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;

5) расчет искомой величины и ее значение;

6) расчет ошибки измерения;

7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;

8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, практических, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (5 семестр), Курсовая работа (5 семестр)

В течение 5 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену, КР по дисциплине. Студент на Экзамене, КР должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): Д.Ю. Давыдов