

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
 «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
 Институт политехнический
 Кафедра энергетики и транспорта

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИПТ

С.Б. Сапожков

«_____» _____ 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
 учебной дисциплины (модуля)
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

по всем направлению подготовки бакалавриата
 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
 направленность (профиль) – Промышленная электроэнергетика

СОГЛАСОВАНО
 Начальник отдела обеспечения
 деятельности политехнического института

 О.В. Ушакова

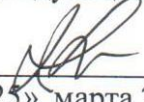
«_____» _____ 2021 г.

Разработал
 Д.т.н., профессор

 И.В. Швецов

«25» марта 2021 г.

Принято на заседании кафедры
 Протокол № 7 от « 25 » марта 2021 г.
 Заведующий кафедрой

 И.В. Швецов
 «25» марта 2021 г.

1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины (модуля)

Целями дисциплины являются: изучение принципов действия отдельных устройств и систем релейной защиты (РЗ) типовых электроэнергетических объектов; изучение методики проектирования систем РЗ электроэнергетических объектов.

Задачи учебной дисциплины (модуля):

- а) показать взаимосвязь фундаментальных физических законов электромагнитного поля с процессами и явлениями, протекающими в силовых электронных системах и устройствах;
- б) сформировать набор общекультурных и профессиональных компетенций необходимых для дальнейшего применения полученных знаний практической и учебной деятельности;
- в) сформировать навыки применения полученных знаний и методов для решения вопросов проектирования и разработки силовых электронных устройств, систем и т. п.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Курс “Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем” является вводным в широкий круг проблем в системах электроснабжения (СЭС) и управления ими. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания, полученные при освоении дисциплин математического и естественного цикла. Для освоения дисциплины студент должен обладать знаниями из следующих дисциплин: высшая математика, физика (в объеме базового курса для данного направления подготовки), теоретические основы электротехники, электротехническое и конструкционное материаловедение, электрические и электронные аппараты, электрический привод

В результате изучения дисциплины студенты должны приобретать знания, умения и опыт, достаточные для изучения специальных дисциплин и дальнейшей работы на производстве.

3. Требования к результатам освоения учебной дисциплины (модуля)

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины (модуля):

- УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
- ПК-1. Способен демонстрировать навыки обслуживания технологического оборудования, проводить оценку технического состояния и остаточного ресурса и профилактический осмотр оборудования.

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций. В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать особенности систематизации информации, полученной из разных источников и методы ее критического анализа	Уметь выявлять системные связи и отношения между изучаемыми явлениями, процессами, практиками и определять противоречия, возникающие в данных связях и отношениях; применять системный подход в интеллектуальной деятельности	Владеть навыками анализа и синтеза научной информации; навыками логической аргументации выводов и суждений в решении профессиональных задач

ПК-1. Способен демонстрировать навыки обслуживания технологического оборудования, проводить оценку технического состояния и остаточного ресурса и профилактический осмотр оборудования	Знать схемы и основное электротехническое и коммутационное оборудование электрических станций и подстанций	Уметь применять и эксплуатировать электрооборудование электрических станций и подстанций; составить электрическую схему распределительного устройства	Владеть навыками проектирования и эксплуатации электрической части электростанций и подстанций, методиками расчета режимов работы оборудования
--	--	---	--

4 Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля)

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		6 семестр (в зависимости от содержания учебного плана)
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	70	70
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ)	---	---
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	110	110
5. Промежуточная аттестация (экзамен) (АЧ)	36	36

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для заочной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		5 семестр (в зависимости от содержания учебного плана)
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	20	20
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ)	---	---
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	160	160
5. Промежуточная аттестация (экзамен) (АЧ)	36	36

4.2 Содержание и структура разделов учебной дисциплины (модуля)

Раздел №1 Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия

1.1 Технические характеристики защит с абсолютной селективностью

1.2 Структура комплекса защит электроэнергетического объекта с учетом обеспечения ближнего и дальнего резервирования

1.3 Принципы действия защит с абсолютной селективностью: дифференциальные токовые защиты, дифференциально-фазные защиты, фильтровые направленные защиты, продольные токовые защиты, логическая защита шин

Раздел №2 Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов

2.1 Трансформатор, как объект релейной защиты, требования к защитами. Основные защиты трансформатора

2.1 Газовая защита. Принцип действия дифференциальных защит трансформаторов

2.2 Трехфазная схема дифференциальной токовой защиты двухобмоточного трансформатора, векторные диаграммы токов в цепях циркуляции при внешних несимметричных коротких замыканиях

2.3 Причины появления тока небаланса

2.4 Отстройка от тока небаланса и бросков тока намагничивания

2.5 Дифференциальные защиты цепей низкого напряжения

2.6 Дифференциальные защиты шин и ошиновки, их расчет

Раздел №3 Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов

3.1 Назначение резервных защит

3.2 Принцип действия, выполнение и расчет токовой защиты обратной последовательности

3.3 Варианты выполнения дистанционных защит трансформатора, методика расчета параметров срабатывания при защите автотрансформатора

3.4 Токовые защиты цепей низкого напряжения трансформатора. Защиты от перегрузки

3.5 Действие резервных защит на исполнительные органы при срабатывании

3.6 Комплекс защит трансформатора и автотрансформатора, состав защит

Раздел №4 Основные защиты воздушных линий электропередачи

4.1 Выполнение каналов связи защит с абсолютной селективностью на воздушных линиях

4.2 Продольная дифференциально-фазная токовая защита линий электропередачи

4.3 Принцип действия и структурная схема, расчет параметров

4.4 Фильтровая направленная защита для линий 110 – 220 кВ

Раздел №5 Требования к защитах линий сверхвысокого напряжения

5.1 Особенности выполнения фильтровой направленной защиты для линий сверхвысокого напряжения

5.2 Поперечная дифференциальная токовая направленная защита параллельных линий

5.3 Включение измерительных органов на полную мощность и мощность нулевой последовательности

5.4 Поперечная направленная защита параллельных линий. Принцип действия и структурная схема, расчет параметров

Раздел №6 Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор

6.1 Режимы работы генератора, повреждения генератора и требования к релейной защите

6.1 Продольная дифференциальная токовая защита генератора

6.2 Особенности выполнения дифференциальных защит блока генератор-трансформатор

6.3 Максимальная токовая и дистанционная защиты генератора, особенности выполнения защит применительно к генератору

6.4 Токовая защита обратной последовательности генератора: состав функциональных блоков защиты, их назначение, расчет параметров срабатывания

6.5 Защиты ротора от замыкания в одной точке, замыкания в двух точках и от перегрузки

6.6 Комплекс защит генератора и блока генератор-трансформатор от внутренних и внешних коротких замыканий для генераторов разной мощности

Раздел №7 Комплексный подход к выполнению РЗ отдельных элементов и объектов электрической системы

7.1 Интеграция аппаратных и программных средств в АСУ ТП электроэнергетического объекта

7.2 Комплексы (системы) устройств релейной защиты и автоматики элементов электроэнергетических систем

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины (модуля) и контактной работы

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)			Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля	
		Аудиторная					
		ЛЕ К	ПЗ	ЛР			
1	Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия	4	6		3	15	Контрольный опрос
2	Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов	4	6		3	15	Контрольный опрос
3	Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов	4	6		3	15	Контрольный опрос
4	Основные защиты воздушных линий электропередачи	4	6		3	15	Контрольный опрос
5	Требования к защитах линий сверхвысокого напряжения	4	6		2	15	Контрольный опрос
6	Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор	4	6		2	15	Контрольный опрос
7	Комплексный подход к выполнению РЗ отдельных элементов и объектов электрической системы	4	6		2	20	Контрольный опрос
	Промежуточная аттестация	Экзамен - 36					
	ИТОГО	28	42		18	110	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ. Лабораторные работы не предусмотрены.

4.4.2 Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины (модуля)

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость, АЧ
1.	Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия	4
2.	Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов	4
3.	Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов	4
4.	Основные защиты воздушных линий электропередачи	4
5.	Требования к защитах линий сверхвысокого напряжения	4
6.	Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор	4
7.	Комплексный подход к выполнению РЗ отдельных элементов и объектов электрической систем	4
ИТОГО		28

Практические занятия (семинары)		Трудоемкость, АЧ
Практическое занятие № 1. Расчет дифференциальных защит трансформаторов, выполненных на реле РНТ		6
Практическое занятие № 2. Расчет дифференциальных защит автотрансформаторов, выполненных на реле ДЗТ-21		6

Практическое занятие № 3. Расчет токовых защит трансформаторов и автотрансформаторов: МТЗ, ТЗНП, ТЗОП	6
Практическое занятие № 4. Расчет дистанционных защит автотрансформаторов	6
Практическое занятие № 5. Расчет дифференциально-фазной защиты воздушных линий электропередачи	6
Практическое занятие № 6. Расчет фильтровой направленной защиты воздушных линий электропередачи	6
Практическое занятие № 7. Расчет поперечных защит параллельных линий электропередачи	6
Итого за 6 семестр:	42

Рекомендации к проведению практических занятий.

Работа в группах. Решение задач в соответствии с темами.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины (модуля)

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины (модуля)

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины (модуля) представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 7 - Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1.	Наличие учебной аудитории	Учебная мебель, доска
2.	Мультимедийное оборудование	1 компьютер, проектор, экран, выход в интернет
3.	Программное обеспечение	Microsoft Windows XP Professional. Лицензия «Open License» № 45257130; Microsoft Office 2007. Лицензия «Open License» № 47742190.

Приложение А
(обязательное)

**Фонд оценочных средств
учебной дисциплины (модуля) «Релейная защита и автоматизация
электроэнергетических систем»**

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (вопросы к контрольной работе, коллоквиуму и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 - Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1	Контрольный опрос	Все темы раздела № 1	35	УК-1
2	Контрольный опрос	Все темы раздела № 2	35	
3	Контрольный опрос	Все темы раздела № 3	35	
4	Контрольный опрос	Все темы раздела № 4	35	
5	Контрольный опрос	Все темы раздела № 5	35	
6	Контрольный опрос	Все темы раздела № 6	35	
7	Контрольный опрос	Все темы раздела № 7	40	
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	
	ИТОГО		300	

Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.1 - Контрольный опрос

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Количество правильных ответов	3-4 варианта	по 20 вопросов в комплекте

Пример одного вопроса на тему: Уравнение движения электропривода

Для уравнения движения электропривода характерно:

- а) учитывает все силы, действующие в переходных режимах
- б) учитывает все моменты, действующие в переходных режимах
- в) учитывает все силы и моменты, действующие в переходных режимах

1) Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Количество правильных ответов	3 варианта	20 вопросов
Использование терминологии		
Наличие собственной точки зрения		
Демонстрация знания об основных понятиях дисциплины (модуля)		

Пример экзаменационного билета**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого****Кафедра энергетики и транспорта****Экзаменационный билет № 1**

Учебная дисциплина (модуль) **Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем**

Для направления подготовки (специальности) 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

1. Технические характеристики защит с абсолютной селективностью.
2. Продольная дифференциально-фазная токовая защита линий электропередачи
3. Отказы работоспособности и отказы функционирования УРЗ

Принято на заседании кафедры
промышленной энергетики Протокол № 7 от “25” марта 2021 г.

Заведующий кафедрой



(И.В. Швецов)

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)

**Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины (модуля) «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»**

Таблица Б.1 – Основная литература*

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором использ.	Число часов, обеспеч. изданием	Кол. экз. в библ. НовГУ
1 Федосеев А. М. Релейная защита электро-энергетических систем. Релейная защита систем : учеб. пособие. - М. : Энергоатомиздат, 1984. - 520с.	Лекции	36	1
2 Басс Э.И. Релейная защита электроэнергетических систем : учеб. пособие для студентов вузов / Под ред. А.Ф. Дьякова. - 2-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2006. – 294 с.	Лекции		5
3 Бритин С. Н. Электропреобразовательные устройства : в 2 ч. Ч. 2 : Электрические машины / С. Н. Бритин, Р. Н. Шабалин ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2009. - 95 с.	все		

Таблица Б 2 – Информационное обеспечение модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
1. Электронная библиотека издательства ЛАНЬ	https://e.lanbook.com	
2. Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru	
3. Библиотека. Единое окно доступа к образовательным программам	http://window.edu.ru	
4. Российская электронная библиотека	http://www.elbib.ru	
5. Публичная Интернет-библиотека	https://www.public.ru	

Таблица Б.3 - Обеспечение дисциплины учебно-методическими изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором использ.	Число часов, обеспеч. изданием	Кол. экз. на каф.	Примечание
Терехов В. А. Задачник по электронным приборам : учеб. пособие / В. А. Терехов. - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2003. – 276 с.			100	
Электроника и микроэлектроника : метод. указания к лаб. работам / сост.: Г. В. Гудков, И. С. Телина ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2016. - 64 с.			11	

Зав. кафедрой



И.В.Швецов

“25” марта 2021 г.

Рабочая программа актуализирована на 20__ / 20__ учебный год.
 Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
 Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

[illegible]