

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Рабин Вадимир Васильевич

Должность: Директор

Дата подписания: 22.02.2022 09:43:04

Уникальный программный ключ:

937d0b737ee35db03895d495a275a8aac5224805

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

**Технологический институт**–

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ТИ НИЯУ МИФИ)

## КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

ОДОБРЕНО  
Ученым советом ТИ НИЯУ МИФИ  
Протокол № 5 от 31.08.2021 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## ЦИФРОВЫЕ ТЕРМИНАЛЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

(наименование дисциплины (модуля))

Направление	<b>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</b>
подготовки	
Профиль подготовки	<b>Высоковольтная электроэнергетика и электротехника</b>
Квалификация (степень) выпускника	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>

Семестр	7	Итого
Трудоемкость, кред.	3	3
Общий объем курса, час.	108	108
Лекции, час.	16	16
Практич. занятия, час.	16	16
Лаборат. работы, час.	-	-
В форме практической подготовки, час.	-	-
СРС, час.	76	76
КСР, час.	-	-
Форма контроля – зачет	-	-

г. Лесной – 2021 г.

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Цифровые терминалы релейной защиты» дает возможность изучить основные устройства релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем, методы их выбора и расчета параметров настройки, подходы, используемых при анализе работы устройств релейной защиты и автоматики в нормальном и аварийных режимах электроэнергетических систем с учетом устойчивости, экономичности и надежности их функционирования.

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** учебной дисциплины «Цифровые терминалы релейной защиты»: приобретение знаний основополагающих принципов обеспечения надежности систем электроснабжения с помощью средств устройств релейной защиты и автоматики (УРЗА).

Главной **задачей** дисциплины обучение методикам составления схем устройств релейной защиты и автоматики.

#### **Учебные задачи дисциплины:**

В процессе изучения дисциплины студенты должны овладеть знаниями:

- 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;
- изучение понятий и принципов теории релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем;
- ознакомление с комплектами, терминалами защит на различных элементных базах.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Цифровые терминалы релейной защиты» изучается студентами четвертого курса, входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы в теоретический блок профессионального модуля раздела Б.1 по направлению «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Высоковольтная электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина основывается на знании следующих дисциплин: «Физика», «Общая электротехника», «Релейная защита и автоматизация», «Режимы работы электрооборудования».

Входными компетенциями для изучения дисциплины являются:

- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1, Физика);
- Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-3, Физика);

Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах (УКЕ-1; Физика)

- Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-4, Общая электротехника);
- Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования (ПК-1,

Общая электротехника, Релейная защита и автоматизация, Режимы работы электрооборудования);

- Способен проводить обоснование проектных решений (ПК-2, Общая электротехника, Режимы работы электрооборудования);
- Способен осуществлять изменение схем соединений сети и управлять режимами работ электрооборудования в нормальных и аварийных режимах (ПК-6, Релейная защита и автоматизация);
- Способен участвовать в пусконаладочных работах (ПК-7, Релейная защита и автоматизация);
- Способен корректировать технические описания отдельных высоковольтных блоков электротехнических устройств (ПК-9.1, Релейная защита и автоматизация, Режимы работы электрооборудования).

Указанные связи и содержание дисциплины «Цифровые терминалы релейной защиты» дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии ОС ВО НИЯУ МИФИ, что обеспечивает соответственный теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения будущей деятельности бакалавра.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Процесс изучения дисциплины «Цифровые терминалы релейной защиты» направлен на формирование следующих компетенций: ПК-1; ПК-2; ПК-9.3

Код компетенции	Компетенция
ПК-1	Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования
ПК-2	Способен проводить обоснование проектных решений
ПК-9.3	Способен к проектированию распределительных устройств, для эксплуатации электрической части станций и подстанций

Индикаторами достижения компетенций являются:

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
ПК-1	З-ПК-1	Знать: методы разработки технической документации и нормативную базу для составления информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию
	У-ПК-1	Уметь: осуществлять взаимодействие с проектными, конструкторскими организациями и организациями изготовителями электро-технического оборудования, выполнять анализ проектной документации
	В-ПК-1	Владеть: навыками использования типовых проектов и анализ применимости указанного в проекте электро-технического оборудования для объекта профессиональной деятельности
ПК-2	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
ПК-9.3	З-ПК-9.3	Знать: современные продукты и системы в области распределительных устройств
	У-ПК-9.3	Уметь: оформлять техническую проектную документацию в соответствии с требованиями прилагаемых к гражданской продукции на предприятиях ЯОК
	В-ПК-9.3	Владеть: современными компьютерными средствами для проектирования устройств электротехнической продукции

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
В18	Профессиональное воспитание	формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

- практические работы – совместная деятельность студентов, которая дает всем обучающимся возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия).

Перечисленные мероприятия направлены на:

- выявление путей решения поставленных задач, поиск нестандартных решений, определения и расставления приоритетов в решении задач управления элементами объектов электроэнергетики;
- развитие навыков анализа различных сторон электроэнергетики направленной на получение экономически выгодных решений;
- формирование у студента ответственности за принятие решений;
- формирование у студентов трудовой мотивации и активной профессиональной позиции, личного трудолюбия;

- развитие творческих умений и навыков, формирование творческого профессионально-ориентированного мышления, необходимого для решения нестандартных задач.

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа.

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в ак. часах			Обязат. текущий контроль успеваемости (форма, неделя) <sup>1</sup>	Аттестация раздела (форма, неделя)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа			
1	Общие сведения о системах электроснабжения. Устройства релейной защиты и автоматики	1-6	8	8	38	Оп(3 нед.) Т1(4 нед.), ДЗ1(5 нед.)	КИ1 (6 нед.)	35
2	Микропроцессорная техника в системах РЗиА	7-14	8	8	38	Оп(7 нед.) Т2 (9 нед.), ДЗ2 (10 нед.)	КИ2 (14 нед.)	35
	Зачет							30
	ИТОГО:		16	16	76			100

### НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ

#### Раздел 1 Общие сведения о системах электроснабжения Устройства релейной защиты и автоматики

Введение. Основное оборудование подстанций и сетей. Приемники и источники электроэнергии. Режимы нейтрали сетей

Типовое оборудование систем РЗиА. Трансформаторы тока, напряжения. Реле. Источники оперативного тока

Токи короткого замыкания. Основные определения и термины режимов КЗ. Причины возникновения КЗ.

Методы расчета токов короткого замыкания. Абсолютные и относительные единицы токов короткого замыкания. Расчет токов по расчетным кривым

Виды релейных защит. МТЗ. НМТЗ. Токовая отсечка. Продольная и поперечная ДТЗ. Газовая защита. Селективность защит.

Виды устройств автоматики. Виды устройств автоматики в электроэнергетических системах. АПВ. АВР. АЧР. ЧАПВ

Виды устройств сигнализации. Звуковая и световая сигнализация. Сигнализация аномальных режимов. Сигнализация аварийных режимов

<sup>1</sup> Оп– опрос, Т - тест, КР – контрольная работа

## **Раздел 2 Микропроцессорная техника в системах РЗА**

Микропроцессорные РЗА отечественного производства. Микропроцессорные блоки БМРЗ. Микропроцессорные блоки СИРИУС.

Микропроцессорные РЗА зарубежного производства. АВВ. Шнайдер электрик.

Принципы построения РЗА с использованием МП техники. Построение основных видов защит: МТЗ, ТО, ДТЗ. Построение основных видов автоматики: АПВ, АЧР, АВР.

### **Темы практических занятий**

Раздел 1 Общие сведения о системах электроснабжения

1.1 Составление схем замещения для расчета токов КЗ в сетях НН.

1.2 Составление схем замещения для расчета токов КЗ в сетях ВН.

1.3 Определение коэффициентов схем соединения ТТ.

1.4 Расчет ТКЗ в абсолютных единицах.

1.5 Расчет ТКЗ в относительных единицах.

1.6 Расчет «близких» КЗ по расчетным кривым.

Раздел 2 Микропроцессорная техника в системах РЗА

2.1 Построение схем защиты и автоматики с использованием блока БМРЗ – 100 .

2.2 Построение схем защиты и автоматики с использованием блока СИРИУС.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: (лекция-изложение, лекция-объяснение, практические работы, контрольные работы).

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к функционированию экономики предприятия; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Практические занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков, проводятся в форме решения задач по пройденной теме. При работе на практических занятиях применяются следующие технологии: проектная работа, обучение на основе опыта, методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод).

2. Интерактивные технологии обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем.

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

### **Организация самостоятельной работы студентов**

Цель самостоятельной работы: закрепление знаний полученных на занятиях. На самостоятельную работу по каждой теме выносятся следующие задания:

Задание 1. Составление тезисного конспекта по теме лекции для самоконтроля и дополнительного изучения темы. Объем тезисной лекции 1-2 страницы письменного текста. Конспект желательно дополнять схемами и таблицами.

Задание 2. Составление глоссария по теме лекции.

Задание 3. Самостоятельное составление тестовых вопросов на тему лекции. Минимальное количество тестовых заданий – 3.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

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 представлена в паспорте фонда оценочных средств дисциплины «Цифровые терминалы релейной защиты».

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***Основная литература***

1. Богданов А.В. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматизации в электроэнергетических системах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Богданов А.В., Бондарев А.В.— Электрон.текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 82 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69913.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Релейная защита и автоматика в электрических сетях [Электронный ресурс]/ — Электрон.текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, Альвис, 2012.— 632 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22702.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### ***Дополнительная литература***

1. Релейная защита электрооборудования электрических станций,сетей и систем : учебное пособие для СПО / О. Н. Шелушенина, И. И. Добросотских, С. Н. Синельникова, А. С. Ведерников. — Саратов : Профобразование, 2021. — 234 с. — ISBN 978-5-4488-1253-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106851.html> (дата обращения: 22.11.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/106851>

2. Щеглов А.И. Построение схем релейной защиты [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Щеглов А.И.— Электрон.текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45137.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### **Программное обеспечение:**

Специальное программное обеспечение не требуется.

### **LMS и Интернет-ресурсы:**

1. Научная электронная библиотека. URL: <http://www.elibrary.ru>.
2. Образовательный портал НИЯУ МИФИ .URL: <https://online.mephi.ru/>

3. Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ URL: <http://library.mephi.ru/>.
4. Электронная информационно-образовательная среда ТИ НИЯУ МИФИ URL: <http://stud.mephi3.ru/>.
5. Электронно-библиотечная система URL: IPRbooks <https://www.iprbookshop.ru/>.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы:

проектор Nec + экран (настенный), компьютер: процессор IntelPentium 4; оперативная память 4GBDDR3; монитор ЖК Benq 19,5”, клавиатура, мышь, AdobeReader

Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в Электронную информационно-образовательную среду ТИ НИЯУ МИФИ ( <http://stud.mephi3.ru/>)

Каждый студент имеет доступ к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

---

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

**Автор:** к.т.н., заведующий кафедрой ТСКУ С.И. Сивков, старший преподаватель кафедры ТСКУ А.А. Романова