

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Эксплуатация релейной защиты, автоматики и электрооборудования электростанций

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.15 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 8 семестр - 3; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 108 часов |
| Лекции | 8 семестр - 28 часа; |
| Практические занятия | 8 семестр - 14 часов; |
| Лабораторные работы | 8 семестр - 14 часов; |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 8 семестр - 51,7 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Контрольная работа Лабораторная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 8 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Рыбин С.Н. |
| | Идентификатор | R2369593e-RybinSN-b6ab7859 |

С.Н. Рыбин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Волошин А.А. |
| | Идентификатор | Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73 |

А.А. Волошин

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Волошин А.А. |
| | Идентификатор | Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73 |

А.А. Волошин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение принципов действия и построения, проектирования и использования элементов автоматических устройств релейной защиты и автоматики.

Задачи дисциплины

- освоение автоматических устройств;
- приобретение навыков работы с автоматическими устройствами релейной защиты и автоматики и их испытательными комплексами;
- приобретение навыков принятия конкретных технических решений при проектировании автоматических устройств;
- приобретение навыков обоснования технических решений при проектировании автоматических устройств.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|---|--|
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности | ИД-5 _{ПК-1} Анализирует результаты расчетов и исследований | знать: - методы работы с испытательными комплексами. уметь: - работать с испытательными комплексами релейной защиты и автоматики; - работать с микропроцессорными терминалами релейной защиты и автоматики. |
| ПК-2 Способен участвовать в эксплуатации релейной защиты, автоматики и электрооборудования | ИД-2 _{ПК-2} Применяет знания о принципах работы автоматических устройств в электроэнергетике | знать: - построение микропроцессорных терминалов релейной защиты; - построение устройств РЗА на электромеханической, полупроводниковой и микроэлектронной элементных базах. уметь: - работать с автоматическими устройствами релейной защиты и автоматики. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Эксплуатация релейной защиты, автоматики и электрооборудования электростанций (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|--|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | Устройства РЗА, построенные на электромеханической, полупроводни ковой и микроэлектронной элементной базах | 18 | 8 | 4 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | 8 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к написанию контрольной работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе №1</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение теоретического материала [Голанцов Е.Б., Молчанов В.В. Дифференциальные реле защиты трансформаторов с реле типа ДЗТ-21. – М.: Энергоатомиздат. 1990, стр.18-39]</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 146-184 [3], 5-26</p> | |
| 1.1 | Устройства РЗА, построенные на электромеханической, полупроводни ковой и микроэлектронной элементной базах | 18 | | 4 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | 8 | - | | |
| 2 | Микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики | 46 | | 16 | 4 | 8 | - | - | - | - | - | 18 | - | | <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе №2</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение теоретического материала [Рыбин С.Н. Аппаратные элементы микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики. Учебное пособие. М.: Издательство МЭИ. 2018, стр. 1-40]</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 4-40</p> |
| 2.1 | Микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики | 46 | | 16 | 4 | 8 | - | - | - | - | - | 18 | - | | |
| 3 | Испытательный | 26 | | 8 | 6 | 4 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|---|---|---|---|---|------------|-------------|-------------|------|--|--|--|--|
| | комплекс «РЕТОМ» | | | | | | | | | | | | | | | | | Подготовка к лабораторной работе №3 |
| 3.1 | Испытательный комплекс «РЕТОМ» | 26 | 8 | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | 8 | - | | | | | <u>Самостоятельное изучение</u> <u>теоретического материала:</u> Изучение теоретического материала [Рыбин С.Н. Аппаратные элементы микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики. Учебное пособие. М.: Издательство МЭИ. 2018, стр. 40-58] |
| | Зачет с оценкой | 18.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | 17.7 | | | | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 40-62 |
| | Всего за семестр | 108.0 | 28 | 14 | 14 | - | - | - | - | - | 0.3 | 34 | 17.7 | | | | | |
| | Итого за семестр | 108.0 | 28 | 14 | 14 | - | - | - | - | - | 0.3 | 51.7 | | | | | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Устройства РЗА, построенные на электромеханической, полупроводниковой и микроэлектронной элементной базах

1.1. Устройства РЗА, построенные на электромеханической, полупроводниковой и микроэлектронной элементной базах

Электромеханические реле. Устройства РЗА на полупроводниковой и микроэлементной базе.

2. Микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики

2.1. Микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики

Микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики. Типовая структура. Принципы выбора шага дискретизации и квантования. Аналого-цифровое преобразование. Вторичные измерительные преобразования. Ввод аналоговых сигналов. Ввод и вывод дискретных сигналов. Источник питания..

3. Испытательный комплекс «РЕТОМ»

3.1. Испытательный комплекс «РЕТОМ»

Испытательный комплекс РЕТОМ. Структурная схема и её работа. Аналоговые и дискретные входы и выходы. Проверка различных устройств релейной защиты..

3.3. Темы практических занятий

1. 6. Проверка реле с помощью РЕТОМ;
2. 3. Расчёт частотных фильтров;
3. 1. Расчёт частоты дискретизации и разрядности АЦП;
4. 2. Совмещение диапазонов изменения входных сигналов терминала с диапазоном преобразования АЦП;
5. 4. Расчёт вторичных измерительных преобразователей;
6. 5. Расчёт дискретных входов;
7. 7. Настройка уставок реле с помощью РЕТОМ.

3.4. Темы лабораторных работ

1. 1. Измерительные преобразователи на операционных усилителях;
2. 2. Импульсная схема сравнения амплитуды синусоидального сигнала с заданным значением;
3. 3. Реле -томограф.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Устройства РЗА, построенные на электромеханической, полупроводниковой и микроэлектронной элементной базах"
2. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики"
3. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Испытательный комплекс «РЕТОМ»"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|------------------|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| Знать: | | | | | |
| –методы работы с испытательными комплексами | ИД-5ПК-1 | | | + | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2. Испытательный комплекс РЕТОМ |
| -построение устройств РЗА на электромеханической, полупроводниковой и микроэлектронной элементных базах | ИД-2ПК-2 | + | | | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1. Времяимпульсная схема сравнения амплитуды синусоидального сигнала с заданным значением |
| –построение микропроцессорных терминалов релейной защиты | ИД-2ПК-2 | | + | | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3. Настройка уставок и проверка реле с помощью РЕТОМ Контрольная работа/Контрольная работа №1. Расчёт частоты дискретизации и разрядности АЦП |
| Уметь: | | | | | |
| - работать с микропроцессорными терминалами релейной защиты и автоматики | ИД-5ПК-1 | | + | | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3. Настройка уставок и проверка реле с помощью РЕТОМ Контрольная работа/Контрольная работа №1. Расчёт частоты дискретизации и разрядности АЦП |
| –работать с испытательными комплексами релейной защиты и автоматики | ИД-5ПК-1 | | | + | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2. Испытательный комплекс РЕТОМ |
| –работать с автоматическими устройствами релейной защиты и автоматики | ИД-2ПК-2 | + | | | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1. Времяимпульсная схема сравнения амплитуды синусоидального сигнала с заданным значением |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Защита лабораторной работы №1. Времяимпульсная схема сравнения амплитуды синусоидального сигнала с заданным значением (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №2. Испытательный комплекс РЕТОМ (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №3. Настройка уставок и проверка реле с помощью РЕТОМ (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1. Расчёт частоты дискретизации и разрядности АЦП (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Рыбин, С. Н. Аппаратные элементы микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики : учебное пособие по курсу "Элементы автоматических устройств" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / С. Н. Рыбин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 64 с. - ISBN 978-5-7046-2089-1 .
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10549>;
2. Дорогунцев, В. Г. Элементы автоматических устройств энергосистем : Учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация производства и распределения электроэнергии" / В. Г. Дорогунцев, Н. И. Овчаренко . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергия, 1979 . – 520 с.;
3. В. Е. Глазырин, Г. В. Глазырин- "Элементы автоматических устройств", Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2011 - (130 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228960>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|---|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ | стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия |
| | Д-213, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ | стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия |
| | Д-213, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Д-114, Компьютерный класс кафедры РЗиАЭ | стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный |
| | Д-105, Компьютерный класс кафедры РЗиАЭ | стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ | стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия |
| | Д-213, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-201, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| | Д-105, Компьютерный класс кафедры РЗиАЭ | стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный |
| Помещения для консультирования | Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ | стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия |

| | | |
|--|------------------------------|---|
| | Д-213, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Д-103/2, Склад кафедры РЗиАЭ | компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование специализированное |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Элементы автоматических устройств

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа №1. Расчёт частоты дискретизации и разрядности АЦП (Контрольная работа)
- КМ-2 Защита лабораторной работы №1. Времяимпульсная схема сравнения амплитуды синусоидального сигнала с заданным значением (Лабораторная работа)
- КМ-3 Защита лабораторной работы №2. Испытательный комплекс РЕТОМ (Лабораторная работа)
- КМ-4 Защита лабораторной работы №3. Настройка уставок и проверка реле с помощью РЕТОМ (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Устройства РЗА, построенные на электромеханической, полупроводниковой и микроэлектронной элементной базах | | | | | |
| 1.1 | Устройства РЗА, построенные на электромеханической, полупроводниковой и микроэлектронной элементной базах | | | + | | |
| 2 | Микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики | | | | | |
| 2.1 | Микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики | | + | | | + |
| 3 | Испытательный комплекс «РЕТОМ» | | | | | |
| 3.1 | Испытательный комплекс «РЕТОМ» | | | | + | |
| Вес КМ, %: | | | 25 | 25 | 25 | 25 |