**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

**(ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»)**

ЦПП «Релейная защита и автоматизация энергосистем»

## УТВЕРЖДАЮ

Советник при ректорате

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.И. Маслов

### (подпись)

м.п.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

20\_\_ г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

Релейная защита и автоматизация энергосистем. Базовый курс.

Электроэнергетика и электротехника

## Москва. 2016 год

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

* 1. **Цель реализации программы**

#### Цель: повышение квалификации путем формирования у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для выполнения профессиональной деятельности в области автоматизации процессов в электроэнергетике и электротехнике.

Программа является преемственной к основной образовательной программе высшего образования направления подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

* 1. **Планируемые результаты освоения программы**

а) Слушатель в результате освоения программы должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

в области проектно-конструкторской деятельности:

способностью собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технических средств и систем автоматизации и управления технологическими процессами (ПК-1);.

в области производственно-технологической деятельности:

способностью выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов (ПК-7);.

в области организационно-управленческой деятельности:

способностью изучать и анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы, обобщать их и систематизировать, проводить необходимые расчеты с использованием современных технических средств и программного обеспечения (ПК-15).

в области научно-исследовательской деятельности:

способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств (ПК-16).

б) Выпускник должен обладать знаниями и умениями в следующих областях науки, техники и технологии электроэнергетической сферы:

* электротехника и промышленная электроника;
* электроснабжение и электропривод;
* измерение технологических параметров;
* автоматическое регулирование технологических параметров;
* системы автоматизации и управления технологическими процессами;
* программно-технические средства автоматизации;
* нормативные документы, определяющие требования к системам автоматизации и управления;
* автоматизация технологических объектов и процессов в электроэнергетике;
* надежность и безопасность систем автоматизации и управления.
  1. **Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы**

Лица, желающие освоить дополнительную профессиональную программу, должны иметь или получать среднее профессиональное или высшее образование.

Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца или академической справкой о прохождении обучения, при этом удостоверение о повышении квалификации выдается после предоставления соответствующего подтверждающего документа о получении соответствующего образования.

Желательно иметь стаж работы (не менее 1 года), связанной с электроэнергетическим хозяйством, в должности инженера или инженера отдела АСУ, инженера- электрика, инженера-программиста, инженера-электроника, инженера-метролога, инженера-наладчика, электромеханика, начальника участка по эксплуатации систем автоматики и телемеханики, мастера, и т.п.

# Общая трудоемкость программы

Нормативная трудоемкость обучения по программе составляет 40 академических часа, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

# Форма обучения

Форма обучения - очная с полным отрывом от работы.

# Режим занятий

При любой форме обучения учебная нагрузка устанавливается не более 40 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

# Выдаваемый документ

#### При успешном выполнении учебного плана и итоговой аттестации, выдается Удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

# СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

* 1. **Учебный план**

**Таблица 1 – Учебный план.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование дисциплин,  разделов и тем | Общая трудоемкость, ак.ч. | Очные занятия | | | СРС, ак.ч. | Форма контроля |
| Всего, ак.ч. | Из них | |
| Лекции, ак.ч. | Семинары, практические и лабораторные занятия, ак.ч. |
| **1** | Введение | **4** | **4** | **3** | **1** |  |  |
| 1.1 | Назначение релейной защиты и автоматики.  Элементы устройств РЗА  Общие схемы устройств РЗА | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 1.2 | Трансформаторы тока. Основные сведения. Погрешности трансформаторов тока.  Трансформаторы напряжения Основные сведения. Погрешность трансформаторов напряжения. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 1.3 | Построение векторных диаграмм | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 1.4 | Практическое занятие №1: «Построение векторных диаграмм» | 1 | 1 | - | 1 |  | Устный опрос |
| **2** | Общие методы проверки релейной защиты | **4** | **4** | **4** | **-** |  |  |
| 2.1 | Схемы релейной защиты и автоматики.  Программа эксплуатационных проверок. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 2.2 | Организация работ.  Источники оперативного тока.  Электроизмерительные приборы, используемые при проверках устройств РЗА. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 2.6 | Подготовка к проведению работ.  Техническая документация.  Виды и сроки технического обслуживания устройств РЗА. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 2.9 | Проверка элементов защит.  Проверка защиты в полной схеме первичным и вторичным токами. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| **3** | **Схемы управления и сигнализации высоковольтных выключателей.** | **3** | **3** | **3** | **-** |  |  |
| 3.1 | Требования, предъявляемые к схемам управления и сигнализации воздушных и масляных выключателей.  Аппаратура схем управления. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 3.2 | Элементы схем управления и сигнализации высоковольтных выключателей. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 3.3 | Элементы схем центральной сигнализации.  Автоматика отделителей и короткозамыкателей. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| **4** | **Приводы выключателей.** | **1** | **1** | **1** | **-** |  |  |
| 4.1 | Общие сведения о приводах.  Типы приводов.  Конструкция основных узлов.  Регулировка проводов выключателей. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| **5** | **Максимальные токовые защиты и токовые отсечки** | **4** | **4** | **2** | **2** |  |  |
| 5.1 | Назначение и требования, предъявляемые к максимальных токовым защитам. Принцип действия  Способы включения максимальных токовых защит. Схемы максимальной токовой защиты.  Токовые отсечки  Характеристика реле в схемах максимальных токовых защит. Токи срабатывания и возврата. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 5.6 | Согласования характеристики защит. Выбор уставок. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 5.7 | Практическое занятие №1: «Расчет ступенчатой токовой защиты от междуфазных КЗ» | 1 | 1 | - | 1 |  | Устный опрос |
| 5.9 | Лабораторная работа №1 «Ступенчатая токовая защита от междуфазных КЗ» | 1 | 1 | - | 1 |  | Устный опрос |
| **6** | **Токовая защита нулевой последовательности.** | **4** | **4** | **2** | **2** |  |  |
| 6.1 | Назначение, принцип выполнения защит от замыканий на землю.  Принцип действия. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 6.2 | Согласование характеристик защит. Выбор уставок. Схемы защит. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 6.3 | Практическое занятие №2: «Расчет токовой защиты нулевой последовательности» | 1 | 1 | - | 1 |  | Устный опрос |
| 6.4 | Лабораторная работа №2 «Токовая защита нулевой последовательности» | 1 | 1 | - | 1 |  | Устный опрос |
| **7** | **Дифференциальная защита трансформатора** | **4** | **4** | **2** | **2** |  |  |
| 7.1 | Назначение, принцип выполнения дифференциальной защиты трансформатора  Принцип действия. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 7.3 | Выбор уставок. Схемы защит. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 7.3 | Практическое занятие №3: «Расчет дифференциальной защиты трансформатора» | 1 | 1 | - | 1 |  | Устный опрос |
| 7.4 | Лабораторная работа №3 «Дифференциальная защита трансформатора» | 1 | 1 | - | 1 |  | Устный опрос |
| **8** | **Дистанционная защита** | **4** | **4** | **2** | **2** |  |  |
| 8.1 | Назначение, принцип выполнения дистанционных защит  Принцип действия. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 8.2 | Согласование характеристик защит. Выбор уставок. Схемы защит. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 8.3 | Практическое занятие №4: «Расчет дистанционной защиты » | 2 | 2 | - | 2 |  | Устный опрос |
| **9** | **Автоматика энергосистем** | **8** | **8** | **4** | **4** |  |  |
| 9.1 | Классификация релейной защиты и автоматики. Обзор устройств сетевой, противоаварийной и режимной автоматики. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 9.2 | Устройства сетевой автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования. | 1 | 1 | 1 | - |  | Устный опрос |
| 9.3 | Устройства противоаварийной автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования. | 2 | 2 | 2 | - |  | Устный опрос |
| 9.4 | Лабораторная работа АПВ | 2 | 2 | - | 2 |  | Устный опрос |
| 9.3 | Лабораторная работа АЧР | 2 | 2 | - | 2 |  | Устный опрос |
|  | **Итоговое занятие** | **4** |  |  |  |  | **Зачет.** |
| ИТОГО | | **40** | **36** | **23** | **13** |  | - |

# Дисциплинарное содержание программы

Тема № 1. Релейная защита и автоматизация энергосистем. Базовый курс.

Содержание темы:

* 1. Введение
  2. Общие методы проверки релейной защиты
  3. Схемы управления и сигнализации высоковольтных выключателей
  4. Приводы выключателей
  5. Максимальные токовые защиты и токовые отсечки
  6. Токовая защита нулевой последовательности
  7. Дифференциальная защита трансформатора
  8. Дистанционная защита
  9. Автоматика энергосистем
  10. **Календарный учебный график**

*Календарный график приводится для наглядного представления формата проведения программы и представления логической последовательности реализации дисциплин.*

**Календарный учебный график прохождения дисциплин**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № Дисциплины (темы) по учебному плану | Недели | | | | |
| 1-я неделя | | | | |
| 1 |  |  |  |  |  |
| Итоговая аттестация |  |  |  |  |  |

# Организационно-педагогические условия

* 1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение программы**

**Рекомендуемая литература**

1. Кривенков В.В. Релейная защита и автоматика энергосистем: учебное пособие / В.В.Кривенков; под ред. А.Ф.Дьякова. – М.: Издательство МЭИ, 2012. – 164 с.

2. Басс Э.И., Дорогунцев В.Г. Релейная защита электроэнергетических систем: Учебное пособие / Под ред. А.Ф.Дьякова. – М.: Издательство МЭИ, 2006. – 296 с.

3. Алексеев О.П., Маврицина Т.П., Налевин А.А., Темкина Р.В., Шевцов М.В. Упражнения по релейной защите: учебное пособие по курсу «Релейная защита и автоматизация». – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 64 с.

4. Электротехнический справочник. В 4т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / под общ.ред. В.Г.Герасимова и др. (гл.ред. А.И.Попов). – 8 изд. М.: Издательство МЭИ, 2007. – 964 с.

* 1. **Материально-технические условия реализации программы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий | Вид занятий | Наименование оборудования, программного обеспечения |
| 1 | 2 | 3 |
| Аудитория | лекции | компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска |
| Компьютерный класс | практические | компьютеры, мультимедийный проектор, экран, доска. |
| Учебная лаборатория | лабораторные | Трехфазные испытательные стенды для выполнения лабораторных работ по изучению принципов действия РЗиА электроэнергетических систем и устройств, их реализующих. |

* 1. **Кадровые условия**

При реализации дисциплин привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников кафедр: релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем.

1. **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**
   1. **Формы аттестации**

Текущий контроль слушателей при освоении Программы осуществляется путем проведения устных опросов.

Итоговая аттестация обучающихся проводится в виде итогового зачета в форме ответов по билетам.

* 1. **Оценочные материалы и иные компоненты**

Цель обучения достигается через чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий и сдачу итоговой аттестации. Знания, полученные в процессе обучения, позволят слушателям успешно работать в сфере электроэнергетики и электротехники по части развитых программой компетенций.

Профессиональные задачи слушателей состоят в усвоении теоретических знаний, приобретении практических навыков и освоении компетенций в объеме учебных дисциплин.

В процессе итоговой аттестации оценивается способность слушателей выполнять функции специалистов работающих в области электроэнергетики и электротехники.

Перечень примерных вопросов выносимых на зачет итоговой аттестации:

1. Векторные диаграммы токов при K(3), K(2) и K(1) за трансформатором Δ/Y-11. Соотношения для расчета токов на стороне питания (Δ).

2. Общая характеристика трехступенчатой токовой защиты. Назначение ступеней. Селективная и неселективная отсечка.

3. Токовая защита нулевой последовательности от КЗ на землю в радиальной сети с односторонним питанием. Условия выбора параметров срабатывания трехступенчатой защиты.

4. Дистанционные защиты. Принцип действия. Характеристики реле сопротивления.

5. Продольная дифференциальная токовая защита трансформатора. Основные причины появления тока небаланса. Условия выбора тока срабатывания.

6. Назначение АПВ, требования, способы пуска.

Всего по программе предусмотрено 45 вопросов по всему объему изучаемых компетенций.

1. **СОСТАВИТЕЛИ ПРОГРАММЫ**

Программа разработана ассистентом кафедры РЗиАЭ Сафроновым Б.А.

Руководитель программы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Сафронов Б.А.

Согласовано:

Директор ИДДО \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.В. Белоусов

Начальник ОДПО \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.М. Тимофеев

Директор ЦПП «Релейная защита и автоматизация энергосистем»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Я.Л. Арцишевский