**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

Директор ИДДО

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.В. Белоусов

### (подпись)

м.п.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

20\_\_ г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

Релейная защита и автоматизация энергосистем. Расширенный курс.

Электроэнергетика и электротехника

## Москва. 2017 год

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

* 1. **Цель реализации программы**

#### Цель: повышение квалификации путем формирования у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для выполнения профессиональной деятельности в области релейной защиты и автоматизации 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;
* микропроцессорная техника;
* автоматическое регулирование технологических параметров;
* системы автоматизации и управления технологическими процессами;
* программно-технические средства автоматизации;
* проектирование автоматизированных систем управления с использованием SCADA- пакетов;
* 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 - заочная с применением дистанционных образовательных технологий.

# 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. | Заочные занятия с применением ДОТ | СРС, ак.ч. | Формаконтроля |
| Всего, ак.ч. | Из них |
| Лекции, ак.ч. | Семинары, практические и лабораторные занятия, ак.ч. |
| **1** | Тема № 1. Релейная защита и автоматизация энергосистем | **40** | **40** | **27** |  **9** |  |  |
|  | Введение | 3 | 3 | 3 | **-** |  |  |
|  | Векторные диаграммы и схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока | 2 | 2 | 2 | - |  |  |
|  | Векторные диаграммы и схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока | 1 | 1 | - | 1 |  |  |
|  | Максимальные токовые защиты | 2 | 2 | 2 | - |  |  |
|  | Максимальные токовые защиты. Пример расчета | 1 | 1 | 1 | - |  |  |
|  | Максимальные токовые защиты | 1 | 1 | - | 1 |  |  |
|  | Трехступенчатые токовые защиты от междуфазных КЗ | 2 | 2 | 2 | - |  |  |
|  | Трехступенчатые токовые защиты от междуфазных КЗ. Пример расчета | 1 | 1 | 1 | - |  |  |
|  | Трехступенчатые токовые защиты от междуфазных КЗ | 1 | 1 | - | 1 |  |  |
|  | Трехступенчатые токовые защиты от междуфазных КЗ | 2 | 2 | - | 2 |  |  |
|  | Токовые защиты нулевой последовательности в сети с глухозаземленной нейтралью | 2 | 2 | 2 | - |  |  |
|  | Токовые защиты нулевой последовательности в сети с глухозаземленной нейтралью. Пример расчета | 2 | 2 | 2 | - |  |  |
|  | Токовые защиты нулевой последовательности в сети с глухозаземленной нейтралью | 1 | 1 | - | 1 |  |  |
|  | Токовые направленные защиты от многофазных КЗ в радиальной сети с двусторонним питанием | 2 | 2 | 2 | - |  |  |
|  | Токовые направленные защиты от многофазных КЗ в радиальной сети с двусторонним питанием. Пример расчета | 2 | 2 | 2 | - |  |  |
|  | Токовые направленные защиты от многофазных КЗ в радиальной сети с двусторонним питанием | 1 | 1 | - | 1 |  |  |
|  | Защиты параллельных линий напряжением 35 кВ | 2 | 2 | 2 | - |  |  |
|  | Защиты параллельных линий напряжением 35 кВ. Пример расчета | 2 | 2 | 2 | - |  |  |
|  | Защиты параллельных линий напряжением 35 кВ | 2 | 2 | - | 2 |  |  |
|  | Автоматика ЭЭС | 4 | 4 | 4 | - |  |  |
|  | **Итоговая аттестация** | **4** | **4** |  |  |  | **экзамен** |
|  | **Всего:** | **40** | **40** | **27** |  **9** |  |  |

# Дисциплинарное содержание программы

Тема № 1. Релейная защита и автоматизация энергосистем

Содержание темы:

1. Введение
2. Векторные диаграммы и схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока. Теория.
3. Векторные диаграммы и схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока. Тест.
4. Максимальные токовые защиты. Теория.
5. Максимальные токовые защиты. Пример расчета
6. Максимальные токовые защиты. Расчет уставок.
7. Трехступенчатые токовые защиты от междуфазных КЗ. Теория.
8. Трехступенчатые токовые защиты от междуфазных КЗ. Пример расчета
9. Трехступенчатые токовые защиты от междуфазных КЗ. Расчет уставок.
10. Трехступенчатые токовые защиты от междуфазных КЗ. Лабораторная работа.
11. Токовые защиты нулевой последовательности в сети с глухозаземленной нейтралью. Теория.
12. Токовые защиты нулевой последовательности в сети с глухозаземленной нейтралью. Пример расчета
13. Токовые защиты нулевой последовательности в сети с глухозаземленной нейтралью. Расчет уставок.
14. Токовые направленные защиты от многофазных КЗ в радиальной сети с двусторонним питанием. Теория.
15. Токовые направленные защиты от многофазных КЗ в радиальной сети с двусторонним питанием. Пример расчета
16. Токовые направленные защиты от многофазных КЗ в радиальной сети с двусторонним питанием. Расчет уставок
17. Защиты параллельных линий напряжением 35 кВ. Теория.
18. Защиты параллельных линий напряжением 35 кВ. Пример расчета
19. Защиты параллельных линий напряжением 35 кВ. Расчет уставок.
20. Автоматика ЭЭС. Теория.

**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 день | 2 день | 3 день | 4 день  | 5 день |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 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.: Изд-во МЭИ, 2006.-296 с.
3. Коротков В. Ф. Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах: М. : Изд. дом МЭИ, 2013 . – 416 с. - ISBN 978-5-383-00771-6
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, семинары, лабораторные работы | компьютер, доступ к сети Internet |

* 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 в форме ответов по билетам.

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

Цель обучения достигается через чтение лекций, проведение практических 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. Общая характеристика трехступенчатой токовой защиты. Назначение ступеней. Селективная и неселективная отсечка

2. Селективные токовые отсечки. Способы обеспечения селективности действия отсечек. Определение токов срабатывания отсечек. Зона действия отсечек

3. Основные схемы соединения измерительных органов тока МТЗ и вторичных обмоток трансформаторов тока.

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

5. Назначение и функции релейной защиты. Требования к устройствам релейной защиты

6. Назначение АПВ.

7. Токовые направленные защиты от многофазных КЗ в радиальной сети с двухсторонним питанием. Принцип действия.

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:

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

Директор ЦПП «Релейная защита и автоматизация энергосистем»

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