



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт Механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра Электроснабжение и электротехника имени академика И.А. Будзко

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института механики и  
энергетики имени В.П. Горячкина  
Ю.В. Катаев  
“ 20 ” 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.14 «РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ**  
**ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**  
для подготовки бакалавров  
(академический бакалавриат)

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение

Курс 3,4

Семестр 6,7

Форма обучения: Очно-заочная

Год начала подготовки: 2018

Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Москва, 2019



## СОДЕРЖАНИЕ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>АННОТАЦИЯ</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....  | <b>6</b>  |
| <b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> ..... | <b>7</b>  |
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....  | <b>9</b>  |
| 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....<br>ПО СЕМЕСТРАМ.....  | 9<br>9    |
| 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....  | 10        |
| 4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....   | 12        |
| 4.4 САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ .....   | 15        |
| <b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....   | <b>16</b> |
| <b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....   | <b>17</b> |
| 6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....                 | 18        |
| 6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....   | 23        |
| <b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....  | <b>24</b> |
| 7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....   | 24        |
| 7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....   | 24        |
| 7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....   | 24        |
| 7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....   | 24        |
| <b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕР-<br/>НЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....                      | <b>24</b> |
| <b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИ-<br/>СТЕМ</b> .....   | <b>25</b> |
| <b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕ-<br/>НИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....                  | <b>25</b> |
| <b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....  | <b>26</b> |
| <b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО<br/>ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....  | <b>27</b> |

## Аннотация

Рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.14 «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» для подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение

**Цель освоения дисциплины:** формирование у студентов знаний и умений в области использования средств релейной защиты в управлении технологическими процессами. Дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» является в своей основе теоретической и способствует развитию у студентов логического и абстрактного мышления с практической реализацией ее содержания, развитие способности:

- к самоорганизации и самообразованию;
- применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.
- готовность к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-13, ПК-17.

### **Краткое содержание дисциплины:**

#### **Раздел 1. Назначение релейной защиты и автоматизации в системах электроснабжения.**

##### **Элементы устройств релейной защиты и автоматизации.**

**Тема 1.** Общие вопросы релейной защиты.

**Тема 2.** Общие сведения о реле защиты.

**Тема 3.** Схемы соединения трансформаторов тока и реле.

#### **Раздел 2. Токовые защиты.**

**Тема 1.** Максимальная токовая защита (МТЗ).

**Тема 2.** МТЗ с пуском по напряжению.

**Тема 3.** Токовая отсечка (ТО).

**Тема 4.** Максимальная токовая направленная защита (НМТЗ).

#### **Раздел 3. Защита и автоматика электрических сетей напряжением выше 1000 В.**

**Тема 1.** Продольная дифференциальная токовая защита.

**Тема 2.** Поперечная дифференциальная токовая защита.

**Тема 3.** Дистанционная защита.

**Тема 4.** Дифференциально-фазная высокочастотная защита.

**Тема 5.** Защиты с использованием фильтров симметричных составляющих.

#### **Раздел 4. Автоматическое повторное включение (АПВ). Автоматическое включение резервного питания (АВР).**

**Тема 1.** Автоматическое повторное включение (АПВ).

**Тема 2.** Автоматическое включение резервного питания (АВР).

**Общая трудоемкость дисциплины:** 5 зач. единиц (180 часов).

**Промежуточный контроль:** 6-й семестр: зачет.

7-й семестр: экзамен.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» является освоение студентами общих сведений по основным принципам выполнения устройств релейной защиты и автоматики, применяемых в системах электроснабжения, методики расчета параметров срабатывания, оценки чувствительности этих устройств. В результате изучения данной дисциплины студенты должны знать:

- типы релейной защиты и автоматики, схемы замещения элементов электрических сетей, определение параметров схем замещения;
- методы расчета основных электрических параметров релейной защиты и автоматики;
- основы выполнения электрических расчетов электрических сетей;
- основные требования обеспечения надежности и качества электрической энергии;
- современное состояние техники релейной защиты и автоматики.

## 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана вариативной части.

Изучение данной дисциплины позволяет специалистам, подготавливаемым по разным специальностям в рамках направления «Электроэнергетика и электротехника» получить общие сведения по основным принципам выполнения устройств релейной защиты и автоматики, применяемых в системах электроснабжения, освоить методику расчета параметров срабатывания, оценки чувствительности этих устройств.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» являются «Математика», «Физика», «Информатика», «Теоретические основы электротехники», «Переходные процессы в электроэнергетических системах», «Электрические станции и подстанции». График изучения указанных дисциплин приведен в рабочем учебном плане.

Дисциплина знакомит студентов с основными функциями, выполняемыми релейной защитой и методами их расчета. Знание этих вопросов необходимо всем специалистам-электроэнергетикам. Поэтому данная дисциплина является базовой для изучения всех специальных дисциплин направления «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Электроснабжение», «Электрохимические переходные процессы» и для выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является наличие в её содержании физики, математики, информатики, теоретических основ электротехники, инженерных знаний и средств вычислительной техники.

Рабочая программа дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

| № п/п | Код компетенции | Содержание компетенции (или её части)   | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:  |   |  |
|-------|-----------------|---|---|---|--|
|       |                 |   | знать   | уметь   | владеть  |
| 1.    | ОПК-3           | Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей   | Методы анализа и моделирования электрических цепей.   | Применять методы анализа и моделирования электрических цепей.   | Методами анализа и моделирования электрических цепей.  |
| 2.    | ПК-2            | Способность обрабатывать результаты экспериментов.  | Цели и принципы обработки результатов эксперимента в процессе электроснабжения предприятий и организаций      | Предлагать решения по сбору и обработке экспериментальных данных по расчету переходных процессов в электроэнергетических системах | Методами сбора и обработки экспериментальных данных по расчету переходных процессов в электроэнергетических системах |
| 3.    | ПК-6            | Способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности.  | Режимы работы объектов профессиональной деятельности.   | Рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности.  | Методами расчета режимов работы объектов профессиональной деятельности.  |
| 4.    | ПК-7            | Готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике.         | Требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса.  | Обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса.   | Методикой расчета режимов и параметров технологического процесса.  |
| 5.    | ПК-8            | Способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса. | Технические средства для измерения и контроля основных электрических параметров релейной защиты и автоматики. | Применять технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса.                            | Методами оценки состояния релейной защиты и автоматики систем электроснабжения.                                      |
| 6.    | ПК-13           | Способность участвовать в пуско-наладочных работах.   | Современное состояние техники релейной защиты и автоматики.   | Готовить оборудование к проведению пуско-наладочных работ.  | Методами оценки состояния системы электроснабжения.  |
| 7.    | ПК-17           | Готовность к составлению заявок на оборудование и запасные части и подготовке технической документации на ремонт.     | Нормативную документацию и современные методы поиска и обработки информации.                                  | Составлять заявки на оборудование и запасные части; готовить техническую документацию на ремонт.                                  | Методами сбора и обработки информации.   |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ по семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

| Вид учебной работы  | Трудоёмкость  |                     |                |
|---|---------------|---------------------|----------------|
|   | час.          | в т.ч. по семестрам |                |
|   |               | № 6                 | № 7            |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану  | <b>180</b>    | <b>72</b>           | <b>108</b>     |
| <b>1. Контактная работа:</b>  | <b>72,65</b>  | <b>24,25</b>        | <b>48,4</b>    |
| <b>Аудиторная работа</b>  | <b>72,65</b>  | <b>24,25</b>        | <b>48,4</b>    |
| <i>в том числе:</i>   |               |                     |                |
| <i>лекции (Л)</i>   | 22            | 10                  | 12             |
| <i>практические занятия (ПЗ)/семинары (С)</i>   | 18            |                     | 18             |
| <i>лабораторные работы (ЛР)</i>   | 30            | 14                  | 16             |
| <i>консультации перед экзаменом</i>   | 2             |                     | 2              |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>  | 0,65          | 0,25                | 0,4            |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>  | <b>107,35</b> | <b>47,75</b>        | <b>59,6</b>    |
| <i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>   | 10            |                     | 10             |
| <i>контрольная работа</i>   | 10            | 10                  |                |
| <i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)</i> | 53,75         | 28,75               | 25             |
| <i>Подготовка к зачету (контроль)</i>   | 9             | 9                   |                |
| <i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>   | 24,6          |                     | 24,6           |
| <b>Вид промежуточного контроля:</b>   |               | <b>Зачет</b>        | <b>Экзамен</b> |

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)  | Всего      | Аудиторная работа |           |           |             | Внеаудиторная работа СР |
|--|------------|-------------------|-----------|-----------|-------------|-------------------------|
|  |            | Л                 | ПЗ        | ЛР        | ПКР         |                         |
| <b>Раздел 1.</b> Назначение релейной защиты и автоматизации в системах электроснабжения. Элементы устройств релейной защиты и автоматизации. | 16         | 2                 |           |           |             | 14                      |
| <b>Раздел 2.</b> Токовые защиты.   | 46,75      | 8                 |           | 14        |             | 24,75                   |
| <b>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>   | 0,25       |                   |           |           | 0,25        |                         |
| <b>Всего за 6-й семестр</b>  | 63         | 10                |           | 14        | 0,25        | 38,75                   |
| <b>Зачет</b>   | 9          |                   |           |           |             | 9                       |
| <b>Итого за 6-й семестр</b>  | <b>72</b>  | <b>10</b>         |           | <b>14</b> | <b>0,25</b> | <b>47,75</b>            |
| <b>Раздел 3.</b> Защита и автоматика электрических сетей напряжением выше 1000 В.  | 57         | 8                 | 16        | 8         |             | 25                      |
| <b>Раздел 4.</b> Автоматическое повторное включение (АПВ). Автоматическое включение резервного питания (АВР).                                | 24         | 4                 |           | 10        |             | 10                      |
| <b>Консультации перед экзаменом</b>  | 2          |                   |           |           | 2           |                         |
| <b>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>   | 0,4        |                   |           |           | 0,4         |                         |
| <b>Всего за 7-й семестр</b>  | 83,4       | 12                | 16        | 18        | 2,4         | 35                      |
| <b>Экзамен</b>   | 24,6       |                   |           |           |             | 24,6                    |
| <b>Итого за 7-й семестр</b>  | <b>108</b> | <b>12</b>         | <b>16</b> | <b>18</b> | <b>2,4</b>  | <b>59,6</b>             |
| <b>Итого по дисциплине</b>   | <b>180</b> | <b>22</b>         | <b>16</b> | <b>32</b> | <b>2,65</b> | <b>107,35</b>           |

### Семестр № 6.

**Раздел 1. Назначение релейной защиты (РЗ) и автоматизации в системах электроснабжения. Элементы устройств релейной защиты и автоматизации.**

**Тема 1.** Общие вопросы релейной защиты.

Рассматриваемые вопросы.

Назначение РЗ и автоматизации, основные требования к устройствам РЗ. Принципы выполнения РЗ.

**Тема 2.** Общие сведения о реле защиты.

Рассматриваемые вопросы.

Общие сведения о реле защиты. Принципы действия и устройство некоторых типов реле.

**Тема 3.** Схемы соединения трансформаторов тока (ТТ) и реле.

Рассматриваемые вопросы.

Схемы соединения трансформаторов тока и реле. Требования к ТТ, питающих токовые цепи РЗ.

## **Раздел 2. Токовые защиты.**

### **Тема 1. Максимальная токовая защита (МТЗ).**

Рассматриваемые вопросы.

Принцип действия. Параметры защиты. Схемы выполнения МТЗ. Оценка МТЗ и область ее применения.

### **Тема 2. МТЗ с пуском по напряжению.**

Рассматриваемые вопросы.

Принцип действия. Параметры защиты. Схемы выполнения, оценка и область применения.

### **Тема 3. Токовая отсечка (ТО).**

Рассматриваемые вопросы.

Принцип действия. Параметры защиты. Схемы выполнения, оценка и область применения.

### **Тема 4. Максимальная токовая направленная защита (НМТЗ).**

Рассматриваемые вопросы.

Принцип действия. Параметры защиты. Схемы выполнения (НМТЗ), оценка и область применения.

## **Семестр № 7.**

## **Раздел 3. Защита и автоматика электрических сетей напряжением выше 1000 В.**

### **Тема 1. Продольная дифференциальная токовая защита.**

Рассматриваемые вопросы.

Принцип действия, параметры защиты. Способы повышения чувствительности и надежности продольной дифференциальной защиты. Оценка и область применения.

### **Тема 2. Поперечная дифференциальная токовая защита.**

Рассматриваемые вопросы.

Принцип действия. Параметры защиты. Схемы выполнения, оценка и область применения.

### **Тема 3. Дистанционная защита.**

Рассматриваемые вопросы.

Принцип действия. Параметры и характеристики дистанционной защиты. Оценка защиты и область ее применения.

### **Тема 4. Дифференциально-фазная высокочастотная защита.**

Рассматриваемые вопросы.

Принцип действия защиты, оценка и область применения.

### **Тема 5. Защиты с использованием фильтров симметричных составляющих.**

Рассматриваемые вопросы.

Принцип действия защит. Фильтровая МТЗ обратной последовательности линий 6-10 кВ. Фильтровая НМТЗ нулевой последовательности от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) в сетях 6-35 кВ.

## **Раздел 4. Автоматическое повторное включение (АПВ). Автоматическое включение резервного питания (АВР).**

### **Тема 1. Автоматическое повторное включение (АПВ).**

Рассматриваемые вопросы

Назначение АПВ, требования, предъявляемые к устройствам АПВ. Схемы устройств АПВ.

Ускорение действия защиты до АПВ, после АПВ.

### **Тема 2. Автоматическое включение резервного питания (АВР).**

Рассматриваемые вопросы

Назначение АВР, требования, предъявляемые к устройствам АВР. Местные и сетевые устройства АВР.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия

| № п/п | № раздела   | № и название лекций/ лабораторных/ практических занятий   | Формируемые компетенции       | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов |
|-------|---|---|-------------------------------|------------------------------|--------------|
| 1.    | <b>Раздел 1. Назначение релейной защиты (РЗ) и автоматизации в системах электроснабжения. Элементы устройств релейной защиты и автоматизации.</b> |   |                               |                              | 2            |
|       | <b>Тема 2.</b> Общие сведения о реле защиты.  | Лекция №1. Общие сведения о реле защиты. Принципы действия и устройство некоторых типов реле.                             | ОПК-3, ПК-2, ПК-8             |                              | 2            |
| 2.    | <b>Раздел 2. Токовые защиты.</b>  |   |                               |                              | <b>22</b>    |
|       | <b>Тема 1.</b> Максимальная токовая защита (МТЗ).   | Лекция № 2. Принцип действия. Параметры защиты. Схемы выполнения МТЗ. Оценка МТЗ и область ее применения.                 | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8 |                              | 4            |
|       |   | Лабораторная работа № 1. Исследование МТЗ с независимой выдержкой времени в радиальной сети с односторонним питанием.     | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8 | Защита лабораторной работы   | 4            |
|       | <b>Тема 3.</b> Токовая отсечка (ТО).  | Лекция № 3. Принцип действия. Параметры защиты. Схемы выполнения, оценка и область применения.                            | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8 |                              | 2            |
|       |   | Лабораторная работа № 2. Исследование ТО в радиальной сети с односторонним питанием.                                      | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8 | Защита лабораторной работы   | 4            |
|       | <b>Тема 4.</b> Максимальная токовая направленная защита (НМТЗ).   | Лекция № 4. Принцип действия. Параметры защиты. Схемы выполнения (НМТЗ), оценка и область применения.                     | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8 |                              | 2            |
|       |   | Лабораторная работа № 3. Исследование токовой направленной защиты с независимой выдержкой времени.                        | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8 | Защита лабораторной работы   | 6            |
| 3.    | <b>Раздел 3. Защита и автоматика электрических сетей напряжением выше 1000 В.</b>   |   |                               |                              | 32           |
|       | <b>Тема 1.</b> Продольная дифференциальная токовая за-  | Лекция № 5. Принцип действия, параметры защиты. Способы повышения чувствительности и надежности продольной дифференциаль- | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8 |                              | 4            |

| № п/п | № раздела  | № и название лекций/ лабораторных/ практических занятий  | Формируемые компетенции                     | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов |
|-------|--|--|---|------------------------------|--------------|
|       | щита.  | ной защиты. Оценка и область применения.   |   |                              |              |
|       |  | Практическая работа № 1. Расчет МТЗ силового трансформатора. Расчет ТО силового трансформатора. Расчет дифференциальной защиты силового трансформатора.                                    | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8               | Устный опрос. Решение задач. | 16           |
|       |  | Лабораторная работа № 4. Исследование продольной дифференциальной защиты силового трансформатора.  | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8               | Защита лабораторной работы   | 8            |
|       | <b>Тема 3.</b> Дистанционная защита  | Лекция № 6. Принцип действия защит. Фильтровая МТЗ обратной последовательности линий 6-10 кВ. Фильтровая НМТЗ нулевой последовательности от однофазных замыканий на землю в сетях 6-35 кВ. | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8               |                              | 2            |
|       | <b>Тема 5.</b> Защиты с использованием фильтров симметричных составляющих.                                   | Лекция № 7. Принцип действия защит. Фильтровая МТЗ обратной последовательности линий 6-10 кВ. Фильтровая НМТЗ нулевой последовательности от однофазных замыканий на землю в сетях 6-35 кВ. | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8               |                              | 2            |
| 5.    | <b>Раздел 4 Автоматическое повторное включение (АПВ). Автоматическое включение резервного питания (АВР).</b> |  |   |                              | <b>14</b>    |
|       | <b>Тема 1.</b> Автоматическое повторное включение (АПВ).   | Лекция № 8. Назначение АПВ, требования, предъявляемые к устройствам АПВ. Схемы устройств АПВ. Ускорение действия защиты до АПВ, после АПВ.   | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8               |                              | 4            |
|       |  | Лабораторная работа № 5. Трехфазное АПВ линии с односторонним питанием.  | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-13, ПК-17 | Защита лабораторной работы   | 6            |
|       |  | Лабораторная работа № 6. АВР в сетях с односторонним питанием.   | ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-13, ПК-17 | Защита лабораторной работы   | 4            |

#### 4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

| № п/п   | № раздела и темы  | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения   |
|---|---|---|
| <b>Раздел 1. Назначение релейной защиты (РЗ) и автоматизации в системах электроснабжения. Элементы устройств релейной защиты и автоматизации.</b> |   |   |
| 1.  | Тема 1. Общие вопросы релейной защиты.                              | Назначение РЗ, основные требования, предъявляемые к устройствам РЗ, принципы выполнения РЗ. (ОПК-3, ПК-6)   |
|   | Тема 2. Общие сведения о реле защиты.                               | Общие сведения о реле защиты. Особенности использования электромеханической элементной базы. Микропроцессорные средства РЗ. (ОПК-3, ПК-2, ПК-8)                                     |
|   | Тема 3. Схемы соединения трансформаторов тока (ТТ) и реле.          | Основные схемы соединения трансформаторов тока (ТТ) и реле. Требования к ТТ, питающих токовые цепи РЗ. Источники оперативного тока. (ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8)                 |
| <b>Раздел 2. Токовые защиты.</b>  |   |   |
| 3.  | Тема 1. Максимальная токовая защита (МТЗ).                          | Принцип действия МТЗ. Выбор параметров срабатывания. Схемы выполнения МТЗ. Согласование защит для обеспечения селективности. (ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8)                        |
|   | Тема 2. МТЗ с пуском по напряжению.                                 | Принцип действия МТЗ с пуском по напряжению. Выбор параметров срабатывания. Схемы выполнения защиты. (ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8)  |
|   | Тема 3. Токовая отсечка (ТО).                                       | Неселективная ТО. Принцип действия ТО. Выбор параметров срабатывания. Схемы выполнения защиты (ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8)   |
|   | Тема 4. Максимальная токовая направленная защита (НМТЗ).            | Принцип действия НМТЗ. Выбор параметров срабатывания. Схемы выполнения защиты Органы направления мощности и схемы их включения на напряжения и токи (ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8) |
| <b>Раздел 3. Защита и автоматика электрических сетей напряжением выше 1000 В.</b>   |   |   |
| 4.  | Тема 1. Продольная дифференциальная токовая защита.                 | Принцип действия. Выбор параметров срабатывания. Схемы выполнения защиты Ток небаланса. Исполнения дифференциальной защиты (ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8)                          |
|   | Тема 2. Поперечная дифференциальная токовая защита.                 | Принцип действия. Выбор параметров срабатывания. Схемы выполнения защиты Особенности выполнения защиты (ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8)  |
|   | Тема 3. Дистанционная защита.                                       | Принцип действия. Схемы выполнения защиты Выбор параметров защиты. Характеристики органов сопротивления (ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8)   |
|   | Тема 4. Дифференциально-фазная высокочастотная защита.              | Некоторые особенности выполнения пусковых органов (ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8)   |
|   | Тема 5. Защиты с использованием фильтров симметричных составляющих. | Электрические величины, используемые для действия защиты. Примеры выполнения фильтров. (ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8)  |
| <b>Раздел 4. Автоматическое повторное включение (АПВ). Автоматическое включение резервного питания (АВР).</b>                                     |   |   |

| № п/п | № раздела и темы   | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения   |
|-------|--|---|
| 5.    | <b>Тема 1.</b> Автоматическое повторное включение (АПВ).         | Назначение. Особенности устройств АПВ линии с двухсторонним питанием, их разновидности. Основные требования, предъявляемые к устройствам АПВ. (ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-13, ПК-17)   |
|       | <b>Тема2.</b> Автоматическое включение резервного питания (АВР). | Повышение надежности электроснабжения при применении автоматического повторного включения резервного питания (АВР) в сетях с односторонним питанием. Основные требования, предъявляемые к схемам АВР. (ОПК-3, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-13, ПК-17) |

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются элементы инновационных технологий.

Согласно учебному плану и графику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) и инновационным технологиям:

- основные формы теоретического обучения: лекции, консультации, зачет, экзамен;
- основные формы практического обучения: практические занятия, лабораторные работы;
- дополнительные формы организации обучения: контрольная работа, расчетно-графическая работа и самостоятельные работы студентов.

Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме – дискуссии, решение типовых задач, совместная работа студентов в группе при проведении практических занятий и выполнения лабораторных работ, междисциплинарное обучение – подготовка студенческих докладов, разбор конкретных ситуаций. Визуализация лекционного материала с помощью мультимедийных средств.

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

При изучении разделов дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает посещение лекций, выполнение и защиту лабораторных работ, выполнение заданий контрольной работы (6 семестр) и расчетно-графической работы (7 семестр).

**Промежуточный контроль знаний:** 6-й семестр – зачет, 7-й семестр – экзамен.

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1) При изучении дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» учебным планом предусмотрено выполнение в 6-м семестре – контрольной работы и в 7-м семестре – расчетно-графической работы.

Контрольная работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием рекомендованных информационных материалов. Контрольная работа носит расчетный характер и обязательно выполняется в электронных таблицах Microsoft Excel, математическом пакете Mathcad. Оформляется работа в текстовом редакторе Microsoft Word.

Темы контрольной работы по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» формулируются таким образом, чтобы студент имел возможность максимально использовать материалы этих работ при разработке выпускной квалификационной работы.

Примерная тематика контрольной работы:

«Выполнить расчеты МТЗ и ТО отходящей линии 10 кВ»

РГР выполняется студентом во внеурочное время с использованием рекомендованных информационных материалов. РГР носит расчетный характер и обязательно выполняется в электронных таблицах Microsoft Excel, математическом пакете Mathcad. Оформляется работа в текстовом редакторе Microsoft Word.

Темы РГР по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» формулируются таким образом, чтобы студент имел возможность максимально использовать материалы этих работ при разработке выпускной квалификационной работы.

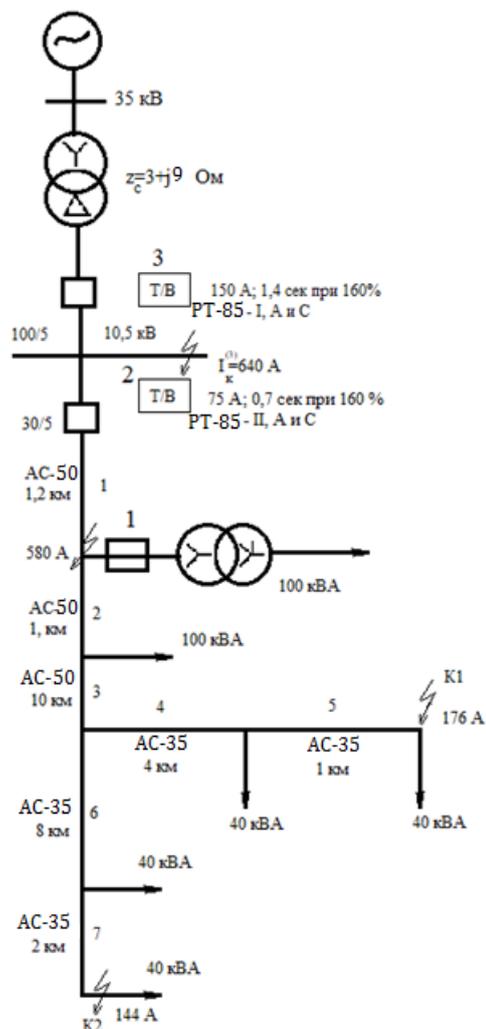
Примерная тематика РГР:

«Выполнить расчеты МТЗ и ТО на подстанции 35/10 кВ».

2). Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся:

### **Типовые задачи по разделу 3. Защита и автоматика электрических сетей напряжением выше 1000 В.**

1. Выбрать уставки для двухфазной двухрелейной схемы с реле РТ-85 (схема с дешунтированием электромагнита отключения). На ВЛ установлена максимальная токовая защита.



3). Пример заданий и вопросов при защите лабораторной работы для текущего контроля знаний обучающихся.

### Лабораторные работы по разделу 4. Автоматическое повторное включение (АПВ). Автоматическое включение резервного питания (АВР).1.

#### Лабораторная работа № 4.

«Трёхфазное АПВ линии с односторонним питанием».

На защите лабораторной работы студент должен предъявить преподавателю отчет по лабораторной работе, содержащий:

1. Фамилию, имя, отчество студента и номер его группы.
2. Название лабораторной работы, краткое описание установки, используемой в работе, эскиз ее конструкции, электрическую схему.
3. Результаты исследования в виде таблиц и графиков.

Выводы по полученным результатам

Задания и контрольные вопросы при защите лабораторной работы.

- 1). Назначение АПВ?
- 2). Какое АПВ называют успешным? Неуспешным?
- 3). Какие требования предъявляют к устройствам АПВ?
- 4). Как рассчитать продолжительность бестоковой паузы до АПВ однократного действия?
- 5). Какой вид оперативного тока применяется для схем устройств АПВ?
- 6). Чем обеспечивается однократность действия при неуспешном АПВ?
- 7). Поясните принцип ускорения действия защиты до АПВ. После АПВ (при помощи графиков циклов однократных АПВ).

5). Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию.  
6-й семестр

1. Назначение релейной защиты.
2. Основные требования к устройствам релейной защиты.
3. Виды оперативного тока для питания цепей релейной защиты.
4. Согласование защит с разнотипными характеристиками.
5. Согласование защит с независимыми временными характеристиками.
6. Основные принципы выполнения релейной защиты.
7. Реле защиты: виды, классификация.
8. Реле защиты: основные параметры.
9. Принцип действия электромагнитного реле с поворотным якорем.
10. Принцип действия измерительных реле тока и напряжения типа РТ-40, РН- 50.
11. Принцип действия индукционных реле типа РТ-80(РТ-90).
12. МТЗ: принцип действия.
13. МТЗ: параметры срабатывания.
14. МТЗ: область применения.
15. МТЗ: оценка защиты.
16. ТО: принцип действия.
17. ТО: параметры срабатывания.
18. ТО: область применения.
19. ТО: оценка защиты.
20. МТЗ с пуском по напряжению: принцип действия.
21. МТЗ с пуском по напряжению: параметры срабатывания.
22. МТЗ с пуском по напряжению: область применения.
23. МТЗ с пуском по напряжению: оценка защиты.
24. НМТЗ: принцип действия.
25. НМТЗ: параметры срабатывания.
26. НМТЗ: область применения.
27. НМТЗ: оценка защиты.
28. НМТЗ: определения длины мертвой зоны защиты.
29. Схемы соединения трансформаторов тока и реле.
30. Требования к трансформаторам тока, питающих токовые цепи релейной защиты.

7- семестр

1. Продольная дифференциальная защита: принцип действия.
2. Продольная дифференциальная защита: параметры срабатывания
3. Продольная дифференциальная защита: оценка защиты.
4. Способы повышения чувствительности и надежности дифференциальной защиты.
5. Особенности выполнения и применения дифференциальной защиты на силовых трансформаторах.
6. Особенности выполнения и применения дифференциальной защиты на генераторах.
7. Особенности выполнения и применения дифференциальной защиты на линиях.
8. Включение реле защиты через промежуточный быстроснабжающийся трансформатор (БНТ).
9. Использование в схеме защиты реле с торможением.
10. Поперечная дифференциальная токовая защита: принцип действия.
11. Поперечная дифференциальная токовая защита: параметры срабатывания.

12. Поперечная дифференциальная токовая защита: область применения.
13. Поперечная дифференциальная токовая защита: оценка защиты.
14. Дифференциально-фазная высокочастотная защита: принцип действия, параметры срабатывания, область применения, оценка защиты.
15. Дистанционная защита: принцип действия.
16. Дистанционная защита: параметры срабатывания.
17. Дистанционная защита: область применения.
18. Дистанционная защита: оценка защиты.
19. Основные органы дистанционной защиты.
20. Параметры и характеристики срабатывания дистанционной защиты.
21. Защиты с использованием фильтров симметричных составляющих.
22. Фильтровая МТЗ обратной последовательности линий 6...10кВ.
23. Фильтровая направленная МТЗ нулевой последовательности от ОЗЗ в сетях 6...35 кВ. симметричных составляющих.
24. Исполнения дифференциальной защиты.
25. АПВ: назначение, принцип действия.
26. АПВ: требования к устройствам АПВ.
27. Ускорение действия защиты до АПВ. После АПВ.
28. АВР: назначение, принцип действия.
29. АВР: требования к устройствам АВР.
30. Защита предохранителями.

**Пример экзаменационного билета для промежуточного контроля знаний обучающихся (экзамена):**



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
 Кафедра «Электроснабжение и электротехника им. академика И.А. Будзко»  
 Дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»  
 Курс 4 Семестр – 7, экзамен  
 Направление: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
**(академический бакалавриат)**  
 Направленность: «Электроснабжение»

**БИЛЕТ № 1**

1. ТО: принцип действия, параметры срабатывания, область применения, оценка защиты.
2. Ускорение действия защиты до АПВ. После АПВ.

Лектор курса, доцент \_\_\_\_\_ Н.А. Стушкина

Утверждаю:  
 заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Стушкина

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для допуска к зачету по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, выполнение контрольной работы.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии выставления «зачета» по системе: «зачет», «незачет» представлены в таблице 6.

Таблица 6

### Критерии оценивания результатов обучения (зачет)

| Оценка    | Критерии оценивания   |
|-----------|---|
| «зачет»   | оценка «зачет» выставляется студенту, если студент обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе демонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение материала; допущено было не более одной ошибки в содержании задания, а также не более одной неточности при аргументации своей позиции, неполные или неточные ответы на дополнительно заданные вопросы; выполнил расчетно-графическую работу; использовал примеры из дополнительной литературы и практики; сделал вывод по излагаемому материалу; знает авторов – исследователей (ученых) по данной проблеме. |
| «незачет» | оценка «незачет» выставляется студенту, если студент не знает значительную часть программного материала; допускает существенные ошибки в процессе изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения, полное незнание литературы и источников по теме вопроса, отсутствие ответов на дополнительно заданные вопросы.  |

Для допуска к экзамену по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, лабораторных работ, выполнение РГР.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника. Знания оцениваются по четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии выставления «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» представлены в таблице 7.

Таблица 7

### Критерии оценивания результатов обучения

| Оценка                              | Критерии оценивания  |
|-------------------------------------|--|
| Высокий уровень<br>«5»<br>(отлично) | оценку «отлично» заслуживает студент, глубоко и прочно освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно. Студент, выполнивший и защитивший расчетно-графическую работу на высоком качественном уровне; не затрудняется с ответом при видоизменении задания; справляется с нестандартными задачами, вопросами и другими видами применения |

|   |   |
|---|---|
|   | знаний; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины; показывает разносторонние знания основной и дополнительной литературы; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.   |
| Средний уровень «4» (хорошо)                  | оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала. Студент, выполнивший и защитивший расчетно-графическую работу; усвоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; обладающий основными профессиональными компетенциями; в основном сформировал практические навыки.  |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)     | оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал только по обязательному минимуму содержания предмета, определенному программой дисциплины; выполнивший и защитивший расчетно-графическую работу; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо, испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий, некоторые практические навыки не сформированы. |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при выполнении типовых практических заданий. Студент, выполнивший и защитивший расчетно-графическую работу; основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы.  |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Чернобровов, Н. В. Релейная защита : [учеб. пособие для энерг. и энергостроит. техникумов] / Н.В. Чернобровов. - Изд. 4, перераб. и доп. - М.: Энергия, 1971. - 623 с.
2. Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для вузов / В.А. Андреев. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1991. - 496 с
5. Федосеев А. М. Релейная защита электрических систем [Текст] / А. М. Федосеев. - М. : Энергия , 1976. - 560 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Авербух, А.М. Релейная защита в задачах с решениями и примерами / А.М. Авербух. - Л.: Энергия, Ленингр. отд-ние, 1975. - 416 с.
2. Булычев, А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях: пособие для практических расчетов / А.В. Булычев, А.А.Наволочный. – М.: ЭНАС, 2011. - 208 с.
3. Засыпкин, А. С. Релейная защита трансформаторов / А.С. Засыпкин. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 249 с.

### 7.3 Нормативные правовые акты

Правила устройства электроустановок: 7-е издание (ПУЭ)/ Главгосэнергонадзор России. М.: Изд-во ЗАО «Энергосервис», 2007. 610 с.

### 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» являются лекции, лабораторные и практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции проводятся на потоке, практические занятия в группах, лабораторные занятия в подгруппах. По курсу предусмотрено выполнение расчетно-графической работы. На лекциях излагается теоретический материал, лабораторные и практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Программы: Microsoft Office (Word, Excel, Power Point), Интернет, электронные ресурсы технических библиотек.

- a) Каталоги электрооборудования и трансформаторов, изготавливаемых заводами России, etc. (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- b) Информационные центры России
- c) Всероссийский институт научной и технической информации РАН (ВИНИТИ РАН) (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- d) Всероссийский научно-технический информационный центр (ВНТИ-Центр) (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- e) Защита интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ) (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- f) Российский научно-технический центр по стандартизации (СТАНДАРТИНФОРМ) (интернет-ресурс) (открытый доступ).

### 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

#### Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование раздела учебной дисциплины               | Наименование программы                | Тип программы                              | Автор                 | Год разработки |
|-------|---|---------------------------------------|--|-----------------------|----------------|
| 1.    | Раздел 3.<br>«Токовые защиты».                        | MS Word<br>MS Power Point<br>MS Excel | Оформительская<br>Презентация<br>Расчетная | Microsoft<br>Autodesk | 2010<br>2009   |
| 2.    | Раздел 4.<br>«Защита и автоматика электрических сетей | MS Word<br>MS Power Point<br>MS Excel | Оформительская<br>Презентация<br>Расчетная | Microsoft<br>Autodesk | 2010<br>2009   |

|  |                           |  |  |  |  |
|--|---------------------------|--|--|--|--|
|  | напряжением выше 1000 В». |  |  |  |  |
|--|---------------------------|--|--|--|--|

### 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

#### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)  | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**  |
|--|--|
| 1  | 2  |
| 24 корпус, аудитория № 103<br>учебная аудитория для проведения: занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы   | 1. Парты 26 шт.<br>2. Стулья 52 шт.<br>3. Доска меловая 2 шт.<br>4. Экран (Инв. № 410138000002640)<br>5. Проектор (Инв. № 410138000002634)                           |
| 24 корпус, аудитория № 107<br>учебная лаборатория для проведения занятий семинарского, лабораторно-практического типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы | 1. Парты 15 шт.<br>2. Стулья 30 шт.<br>3. Доска меловая 1 шт.<br>4. Лабораторный стенд «Распределительные устройства в электрических сетях» (Инв. № 410124000603087) |
| Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.              |  |
| Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки  |  |

#### 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Учебный курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» является основополагающим для студентов, обучающихся по направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение». В этом курсе студент получает знания о современных научно-инженерных решениях, используемых при расчете электромагнитных переходных процессов. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по выбранному направлению.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на лекциях. Самостоятельно производить расчеты при обработке экспериментальных данных и осуществлять их графическую интерпретацию с использованием интерактивных программных сред.

2. На лабораторных и практических занятиях обдуманно выполнять задания, анализировать полученные результаты. Защищать лабораторную работу в день её выполнения или ближайшее время.
3. Максимально использовать возможности практик на предприятии для изучения всего электрооборудования, имеющегося на предприятии, стремиться принять участие в ремонте электрических машин и трансформаторов.
4. Регулярно посещать тематические выставки, например, международный форум «Электрические сети», «Золотая осень» и др.

**Самостоятельная работа студентов** предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (РГР).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

**Контрольную работу и РГР** рекомендуется выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекцию, обязан самостоятельно проработать материал и отчитаться в устной форме, ответив на вопросы лектора по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан получить у преподавателя индивидуальное задание, выполнить его в письменной форме и сдать.

Студент, пропустивший лабораторную работу, обязан ее отработать.

#### **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Формы организации учебного процесса по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» являются лекции, лабораторные занятия, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов.

Преподавание инженерной дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» требует особых методических подходов вследствие специфики общей подготовки студентов.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий. Они должны дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных и узловых вопросах.

Объем читаемых лекций определяется графиком изучения дисциплины. Каждая лекция должна делиться на три части: введение, основная часть (учебные вопросы) и заключение.

Лекции должны иметь логическую связь с ранее изученным материалом и быть ориентированы на последующее применение излагаемого материала.

Для этой цели во введении к лекции преподаватель формулирует тему, учебные вопросы, отражающие содержание лекции и четко определяет цель данной лекции. Начиная изложение рассматриваемого материала, преподаватель устанавливает логическую связь данной лекции с предыдущим материалом и изучаемыми ранее дисциплинами. Введение должно занимать не более 10 минут, но должно полностью подготовить студента к восприятию излагаемого далее основного содержания.

Поскольку объем лекций ограничен, то планируемый в лекциях материал должен отражать только основное содержание изучаемого вопроса, сочетаясь с примерами и, при необходимости, иллюстрируясь плакатами и другими техническими средствами обучения. При этом не следует, по возможности, включать в лекцию громоздкие выводы, пояснения и тому

подобный материал, однако в таких случаях необходимо обязательно указывать разделы рекомендуемой литературы, где можно получить убедительные ответы на возникшие вопросы. Кроме этого, в лекции обращается внимание студентов на те вопросы изучаемого материала, которые он должен изучить самостоятельно по указанной в методических указаниях по данной дисциплине литературе.

В заключительной части лекций преподаватель должен подвести итог и сформулировать общие выводы, вытекающие из содержания основной части лекции, и еще раз обратить внимание на тот объем материала, который подлежит самостоятельному изучению.

Самостоятельная работа студентов включает проработку лекционного материала, подготовку к лабораторным работам, выполнение РГР, изучение дополнительной литературы, подготовку к сообщению на практических занятиях и конференциях.

Изучение курса сопровождается постоянным контролем самостоятельной работы студентов, разбором и обсуждением выполненных домашних заданий, с последующей корректировкой принятых ошибочных решений. Контроль выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляет ведущий дисциплину преподаватель.

Преподавание дисциплины основано на максимальном использовании активных форм обучения и самостоятельной работы студентов. Под руководством преподавателя студенты должны самостоятельно осуществлять поиск необходимой информации и принимать обоснованные решения по конкретным ситуациям.

**Программу разработал:**

Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ (подпись)