

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Образовательно-научный институт электроэнергетики (ИНЭЛ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_  
подпись Дарьенков А.Б.  
ФИО

“24” июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.3 Электрические и электронные аппараты**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки : 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение и релейная защита

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки: 2018, 2019, 2020, 2021

|                                          |                    |
|------------------------------------------|--------------------|
| Выпускающая кафедра                      | ЭССЭ               |
| Кафедра-разработчик                      | ЭССЭ               |
| Объем дисциплины                         | 216/6<br>часов/з.е |
| Промежуточная аттестация                 | экзамен            |
| Разработчик: Гардин А.И., к.т.н., доцент |                    |

НИЖНИЙ НОВГОРОД 2021г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28 февраля 2018 г. N 144 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от \_10.06.2021\_ № \_6\_

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ЭССЭ протокол от \_01.06.21\_ № \_5\_  
Зав. кафедрой к.т.н, доцент Севостьянов А.А. \_\_\_\_\_

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ, Протокол от \_07.06.21\_ № \_1\_

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ \_\_\_\_\_ № 13.03.02-р-82  
Начальник МО \_\_\_\_\_

# 1. Оглавление

|                                                                                                                                                                      |                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>                                                                                                                    | <b>4</b>                               |
| 1.1. Цель освоения дисциплины: .....                                                                                                                                 | 4                                      |
| 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): .....                                                                                                                      | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>                                                                                                | <b>4</b>                               |
| <b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>                                                                       | <b>5</b>                               |
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>                                                                                                                    | <b>10</b>                              |
| 4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....                                                                                         | 10                                     |
| 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ.....                                                                                                          | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| <b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>                                                               | <b>15</b>                              |
| 5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....                                | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| <b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>                                                                                                            | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....                                                                                                                                         | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА. ....                                                                                                                    | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ:.....                                                                                                                   | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 6.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....                                                                                          | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| <b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>                                                                                                                 | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....                                                                                                                  | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ..... | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| <b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....</b>                                                                                                     | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| <b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>                                            | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| <b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>                                                                                         | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....                                                       | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....                                                                                                        | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ.....                                                                                     | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....                                                                                               | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| <b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>                                                                                                  | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....        | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 11.1.1. Типовые задания для практических работ.....                                                                                                                  | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена .....                                                                                          | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1. Цель освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является изучение конструктивных особенностей и режимов работы основных видов электрических и электронных аппаратов.

## **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- Проектирование систем электроснабжения с электрическими и электронными аппаратами;
- Изучение режимов работы электрических и электронных аппаратов
- Измерение электрических и неэлектрических параметров электрических и электронных аппаратов;
- Выполнение чертежей систем электроснабжения с электрическими и электронными аппаратами.

# **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Электрические и электронные аппараты» относится к базовой части учебного цикла – Б1.В.ОД.3 «Вариативная часть обязательной дисциплины». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объеме программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электрические и электронные аппараты» являются: Воздушные и кабельные ЛЭП, Элементы автоматических устройств, Ознакомительная практика.

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Энергетические ресурсы и установки, Электрические станции и подстанции, Электроэнергетические системы и сети, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Техника высоких напряжений, Электроснабжение, Электромагнитная совместимость в энергетике, Электроэнергетика, Теория автоматического управления, Автоматизация и информатизация ЭЭС, Электрическое освещение, Проектирование систем освещения промышленных предприятий, Проектная практика, Преддипломная практика, Подготовка и защита ВКР, Электрический привод.

Рабочая программа дисциплины «Электрические и электронные аппараты» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

| Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно            | Семестры, формирования дисциплины<br>Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра» |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|                                                                      | 1                                                                                                                                     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Электрические станции и подстанции (ПКС-3,4)                         |                                                                                                                                       |   |   |   |   | X | X |   |
| Электрические и электронные аппараты (ПКС-3,4)                       |                                                                                                                                       |   |   |   | X |   |   |   |
| Электроэнергетические системы и сети (ПКС-3,4)                       |                                                                                                                                       |   |   |   |   |   |   | X |
| Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем (ПКС-3) |                                                                                                                                       |   |   |   |   |   |   | X |
| Техника высоких напряжений (ПКС-3,4)                                 |                                                                                                                                       |   |   |   |   |   | X |   |
| Электроснабжение (ПКС-3)                                             |                                                                                                                                       |   |   |   |   |   | X | X |
| Электромагнитная совместимость в энергетике (ПКС-4)                  |                                                                                                                                       |   |   |   |   | X |   |   |
| Энергетические ресурсы и установки (ПКС-3,4)                         |                                                                                                                                       |   |   |   | X |   |   |   |
| Электроэнергетика (ПКС-3)                                            |                                                                                                                                       |   |   |   |   |   | X |   |
| Воздушные и кабельные ЛЭП (ПКС-3,4)                                  |                                                                                                                                       |   |   |   | X |   |   |   |
| Теория автоматического управления (ПКС-3)                            |                                                                                                                                       |   |   |   |   | X |   |   |
| Автоматизация и информатизация ЭЭС (ПКС-3)                           |                                                                                                                                       |   |   |   |   | X |   |   |
| Элементы автоматических устройств (ПКС-3)                            |                                                                                                                                       |   |   |   | X |   |   |   |
| Электрическое освещение (ПКС-3,4)                                    |                                                                                                                                       |   |   |   |   | X |   |   |
| Проектирование систем освещения промышленных предприятий (ПКС-3,4)   |                                                                                                                                       |   |   |   |   | X |   |   |
| Ознакомительная практика (ПКС-3)                                     |                                                                                                                                       |   |   | X |   |   |   |   |

| Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно | Семестры, формирования дисциплины<br>Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра» |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|                                                           | 1                                                                                                                                     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| <i>Проектная практика (ПКС-3,4)</i>                       |                                                                                                                                       |   |   |   |   | X |   |   |
| <i>Преддипломная практика (ПКС-3,4)</i>                   |                                                                                                                                       |   |   |   |   |   |   | X |
| <i>Подготовка и защита ВКР (ПКС-3,4)</i>                  |                                                                                                                                       |   |   |   |   |   |   | X |
| <i>Электрический привод (ПКС-3,4)</i>                     |                                                                                                                                       |   |   |   |   | X |   |   |

## ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

| Код и наименование компетенции                                                            | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                            | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                                          | Оценочные средства                                      |                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------|
|                                                                                           |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                             |                                                                                                                            |                                                                                                                                                          | Текущего контроля                                       | Промежуточной аттестации           |
| ПКС-3. Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности | ИПКС-3.1. Способен выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности                                                                       | <b>Знать:</b><br>данные для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности                             | <b>Уметь:</b><br>выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности    | <b>Владеть:</b><br>способностью выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности                   | Практические задания, вопросы для устного собеседования | Вопросы для устного собеседования. |
|                                                                                           | ИПКС-3.2. Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию                                                                                                                      | <b>Знать:</b><br>типовую техническую документацию                                                                           | <b>Уметь:</b><br>составлять и оформлять типовую техническую документацию                                                   | <b>Владеть:</b><br>способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию                                                                  | Практические задания, вопросы для устного собеседования | Вопросы для устного собеседования. |
|                                                                                           | ИПКС-3.3. Способен осуществлять выбор оборудования                                                                                                                                              | <b>Знать:</b><br>выбор оборудования                                                                                         | <b>Уметь:</b><br>осуществлять выбор оборудования                                                                           | <b>Владеть:</b><br>способностью осуществлять выбор оборудования                                                                                          | Практические задания, вопросы для устного собеседования | Вопросы для устного собеседования. |
| ПКС-4. Способен проводить обоснование проектных решений                                   | ИПКС-4.1. Способен разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и | <b>Знать:</b><br>варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, | <b>Уметь:</b><br>разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической | <b>Владеть:</b><br>способностью разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, | Практические задания, вопросы для устного собеседования | Вопросы для устного собеседования. |

|  |                                                                                      |                                                                              |                                                                                             |                                                                                                |                                                         |                                    |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------|
|  | экологические требования                                                             | соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования | документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования | соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ИПКС-4.1)        |                                                         |                                    |
|  | ИПКС-4.2. Способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности | <b>Знать:</b> режимы работы объектов профессиональной деятельности           | <b>Уметь:</b> рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности             | <b>Владеть:</b> способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности | Практические задания, вопросы для устного собеседования | Вопросы для устного собеседования. |

Трудовая функция (ПКС-3): В/02.6 Планирование и контроль деятельности по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов

Квалификационные требования к ТФ:

**Трудовые действия:**

- Определение видов и объемов работ, подлежащих выполнению на трансформаторных подстанциях и распределительных пунктах в процессе проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту
- Контроль соблюдения графиков осмотров, выполнения планов по техническому обслуживанию и ремонту, профилактических испытаний эксплуатируемого оборудования, инженерных систем, зданий и сооружений трансформаторных подстанций и распределительных пунктов
- Разработка вариантов организации технических и технологических решений по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов, оценка результатов их реализации

**Трудовые умения:**

- Осуществлять оперативное, текущее и перспективное планирование производственной деятельности структурного подразделения, направленное на обеспечение исправного состояния, эффективную и безаварийную работу трансформаторных подстанций и распределительных пунктов
- Разрабатывать планы и графики производства работ по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов
- Применять современные программные средства разработки технической, технологической и иной документации

**Трудовые знания:**

- Порядок и методы оперативного, текущего и перспективного производственного (технико-экономического) планирования
- Основы экономики и управления



Трудовая функция (ПКС-4): В/01.6 Планирование и контроль деятельности по эксплуатации муниципальных линий электропередачи

Квалификационные требования к ТФ:

**Трудовые действия:**

- Разработка проектной, эксплуатационной, технической и технологической рабочей документации

**Трудовые умения:**

- Контролировать исправное состояние, эффективную и безаварийную работу линий электропередачи

**Трудовые знания:**

- Технологии производства работ по эксплуатации элементов линий электропередачи

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. 216 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3 - 7.

Таблица 3

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

| Вид учебной работы                                                                                                                                                                                              | Трудоёмкость в час |                  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|--|
|                                                                                                                                                                                                                 | Всего час.         | В т.ч. по курсам |  |
|                                                                                                                                                                                                                 |                    | № кур. 4         |  |
| <b>Формат изучения дисциплины</b>                                                                                                                                                                               | заочный            |                  |  |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану                                                                                                                                                          | <b>216</b>         | <b>216</b>       |  |
| <b>1. Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                                    | <b>38</b>          | <b>38</b>        |  |
| <b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>                                                                                                                                                                      | <b>30</b>          | <b>30</b>        |  |
| занятия лекционного типа (Л)                                                                                                                                                                                    | 10                 | 10               |  |
| занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)                                                                                                                                                    | 12                 | 12               |  |
| лабораторные работы (ЛР)                                                                                                                                                                                        | 8                  | 8                |  |
| <b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>                                                                                                                                                                           | <b>8</b>           | <b>8</b>         |  |
| курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)                                                                                                                                                         | 2                  | -                |  |
| текущий контроль, консультации по дисциплине                                                                                                                                                                    | 4                  | 4                |  |
| контактная работа на промежуточном контроле (КРА)                                                                                                                                                               | 2                  | 4                |  |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>                                                                                                                                                                          | <b>169</b>         | <b>169</b>       |  |
| реферат/эссе (подготовка)                                                                                                                                                                                       | -                  | -                |  |
| расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)                                                                                                                                                                  | -                  | -                |  |
| контрольная работа                                                                                                                                                                                              | -                  | -                |  |
| курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)                                                                                                                                                                     | 36                 | 36               |  |
| самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.) | 133                | 133              |  |
| <b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>                                                                                                                                                                         | <b>9</b>           | <b>9</b>         |  |

#### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты<br>освоения: код УК;<br>ОПК; ПК и<br>индикаторы<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов, тем                                                                                                                                  | Виды учебной работы<br>(час) |                        |                         |                                           | Вид СРС                                                                                | Наименование<br>используемых<br>активных и<br>интерактивных<br>образовательных<br>технологий | Реализация в<br>рамках<br>Практической<br>подготовки<br>(трудоемкость<br>в часах) | Наименование<br>разработанного<br>Электронного<br>курса<br>(трудоемкость<br>в часах) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                            |                                                                                                                                                             | Контактная<br>работа         |                        |                         | Самостоятельная<br>работа студентов (час) |                                                                                        |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            |                                                                                                                                                             | Лекции                       | Лабораторные<br>работы | Практические<br>занятия |                                           |                                                                                        |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
| 3 курс                                                                                                                     |                                                                                                                                                             |                              |                        |                         |                                           |                                                                                        |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
| ПКС-3<br>ИПКС-3.1<br>ИПКС-3.2<br>ИПКС-3.3<br>ПКС-4<br>ИПКС-4.1<br>ИПКС-4.2                                                 | Раздел 1. Общие сведения об электрических и электронных аппаратах, по выполнению электрических схем и режимах работы электроприемников и электрической сети |                              |                        |                         |                                           |                                                                                        |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 1.1. Общие сведения об электрических и электронных аппаратах.                                                                                          | 0,5                          |                        |                         | 6                                         | подготовка к лекциям<br>[6.1.1.-6.1.4]                                                 | Презентация                                                                                  |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 1.2. Правила выполнения и анализа электрических схем                                                                                                   | 0,5                          |                        |                         | 6                                         | подготовка к лекциям,<br>лабораторным<br>и практическим<br>занятиям<br>[6.1.1.-6.1.4.] | Презентация                                                                                  |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 1.3. Режимы работы электроприемников и электрической сети                                                                                              | 0,5                          |                        |                         | 6                                         |                                                                                        | Презентация                                                                                  | 1                                                                                 |                                                                                      |
| ПКС-3<br>ИПКС-3.1<br>ИПКС-3.2<br>ИПКС-3.3<br>ПКС-4<br>ИПКС-4.1<br>ИПКС-4.2                                                 | Раздел 2. Основы теории электрических и электронных аппаратов                                                                                               |                              |                        |                         |                                           | 1                                                                                      |                                                                                              |                                                                                   | 8                                                                                    |
|                                                                                                                            | Тема 2.1. Электродинамические усилия в электрических аппаратах                                                                                              | 1                            |                        |                         | 8                                         | подготовка к лекциям,<br>лабораторным<br>и практическим<br>занятиям                    | Презентация                                                                                  | 1                                                                                 |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 2.2. Нагрев электрических аппаратов.                                                                                                                   | 1                            |                        |                         | 8                                         |                                                                                        | Презентация                                                                                  |                                                                                   |                                                                                      |

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты<br>освоения: код УК;<br>ОПК; ПК и<br>индикаторы<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов, тем                                                                                  | Виды учебной работы<br>(час) |                        |                         |                                           | Вид СРС                                                                                | Наименование<br>используемых<br>активных и<br>интерактивных<br>образовательных<br>технологий | Реализация в<br>рамках<br>Практической<br>подготовки<br>(трудоемкость<br>в часах) | Наименование<br>разработанного<br>Электронного<br>курса<br>(трудоемкость<br>в часах) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                            |                                                                                                             | Контактная<br>работа         |                        |                         | Самостоятельная<br>работа студентов (час) |                                                                                        |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            |                                                                                                             | Лекции                       | Лабораторные<br>работы | Практические<br>занятия |                                           |                                                                                        |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 2.3. Электрические контакты                                                                            | 1                            |                        |                         | 8                                         | [6.1.1.-6.1.4.]                                                                        | Презентация                                                                                  |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 2.4. Основы теории горения и гашения электрической дуги                                                | 1                            |                        |                         | 8                                         |                                                                                        |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 2.5. Электромагнитные механизмы                                                                        | 1                            |                        |                         | 8                                         |                                                                                        |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
| ПКС-3<br>ИПКС-3.1<br>ИПКС-3.2<br>ИПКС-3.3<br>ПКС-4<br>ИПКС-4.1<br>ИПКС-4.2                                                 | Раздел 3. Электрические и электронные аппараты в системах электроснабжения, в том числе аппараты управления |                              |                        |                         |                                           |                                                                                        |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 3.1. Неавтоматические аппараты управления                                                              | 0,5                          |                        |                         | 6                                         | подготовка к лекциям<br>[6.1.1.-6.1.4]                                                 | Презентация                                                                                  |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 3.2. Предохранители                                                                                    | 0,5                          |                        |                         | 6                                         |                                                                                        | Презентация                                                                                  | 1                                                                                 |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 3.3. Автоматические воздушные выключатели                                                              | 0,25                         | 2                      | 2                       | 6                                         | подготовка к лекциям,<br>лабораторным<br>и практическим<br>занятиям<br>[6.1.1.-6.1.4.] | Презентация                                                                                  |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 3.4. Дифференциальные выключатели и дифференциальные автоматические выключатели                        | 0,25                         | 2                      | 2                       | 6                                         |                                                                                        | Презентация                                                                                  |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 3.5. Устройства защиты от импульсных перенапряжений                                                    | 0,25                         |                        |                         | 6                                         | подготовка к лекциям<br>[6.1.1.-6.1.4]                                                 | Презентация                                                                                  | 1                                                                                 |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 3.6. Электрические реле                                                                                | 0,25                         |                        |                         | 6                                         |                                                                                        | Презентация                                                                                  |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 3.7. Электромагнитные контактные коммутационные аппараты с дистанционным управлением                   | 0,25                         | 2                      | 4                       | 6                                         | подготовка к лекциям,<br>лабораторным<br>и практическим                                | Презентация                                                                                  |                                                                                   |                                                                                      |

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты<br>освоения: код УК;<br>ОПК; ПК и<br>индикаторы<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов, тем                                                                          | Виды учебной работы<br>(час) |                        |                         |                                           | Вид СРС                                                                       | Наименование<br>используемых<br>активных и<br>интерактивных<br>образовательных<br>технологий | Реализация в<br>рамках<br>Практической<br>подготовки<br>(трудоемкость<br>в часах) | Наименование<br>разработанного<br>Электронного<br>курса<br>(трудоемкость<br>в часах) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                            |                                                                                                     | Контактная<br>работа         |                        |                         | Самостоятельная<br>работа студентов (час) |                                                                               |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            |                                                                                                     | Лекции                       | Лабораторные<br>работы | Практические<br>занятия |                                           |                                                                               |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            |                                                                                                     |                              |                        |                         |                                           | занятиям<br>[6.1.1.-6.1.4]                                                    |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
| ПКС-3<br>ИПКС-3.1<br>ИПКС-3.2<br>ИПКС-3.3<br>ПКС-4<br>ИПКС-4.1<br>ИПКС-4.2                                                 | Раздел 4. Электронные и микропроцессорные аппараты                                                  |                              |                        |                         |                                           |                                                                               |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 4.1. Датчики электрических и неэлектрических величин                                           | 0,25                         |                        |                         | 6                                         | подготовка к лекциям<br>[6.1.1.-6.1.4]                                        | Презентация                                                                                  | 1                                                                                 |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 4.2. Алгебра логики и элементарные логические схемы                                            | 0,25                         |                        |                         | 6                                         |                                                                               | Презентация                                                                                  |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 4.3. Бесконтактные силовые аппараты                                                            | 0,25                         | 2                      | 4                       | 7                                         | подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям<br>[6.1.1.-6.1.4.] | Презентация                                                                                  |                                                                                   |                                                                                      |
| ПКС-3<br>ИПКС-3.1<br>ИПКС-3.2<br>ИПКС-3.3<br>ПКС-4<br>ИПКС-4.1<br>ИПКС-4.2                                                 | Раздел 5. Низковольтные комплектные устройства                                                      |                              |                        |                         |                                           | 0,25                                                                          |                                                                                              |                                                                                   | 7                                                                                    |
|                                                                                                                            | Тема 5.1. Низковольтные комплектные устройства распределения энергии                                | 0,25                         |                        |                         | 7                                         | подготовка к лекциям<br>[6.1.1.-6.1.4]                                        | Презентация                                                                                  |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Тема 5.2. Низковольтные комплектные устройства защиты и управления электротехническими устройствами | 0,25                         |                        |                         | 7                                         |                                                                               | Презентация                                                                                  |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | РГР                                                                                                 |                              |                        |                         |                                           |                                                                               |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты<br>освоения: код УК;<br>ОПК; ПК и<br>индикаторы<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов, тем | Виды учебной работы<br>(час) |                        |                         |                                           | Вид СРС  | Наименование<br>используемых<br>активных и<br>интерактивных<br>образовательных<br>технологий | Реализация в<br>рамках<br>Практической<br>подготовки<br>(трудоемкость<br>в часах) | Наименование<br>разработанного<br>Электронного<br>курса<br>(трудоемкость<br>в часах) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                            |                            | Контактная<br>работа         |                        |                         | Самостоятельная<br>работа студентов (час) |          |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            |                            | Лекции                       | Лабораторные<br>работы | Практические<br>занятия |                                           |          |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Контрольная                |                              |                        |                         |                                           |          |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | Курсовой проект / работа   |                              |                        |                         | 36                                        | [6.1.1.] |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |
|                                                                                                                            | ИТОГО по дисциплине        | 10                           | 12                     | 8                       | 169                                       |          |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                      |

Темы разделов курсовой работы, лабораторных и практических работ и методические рекомендации по выполнению приведены в [6.1.1.]:

Гардин А.И. Электрические и электронные аппараты. Учебно-практич. пособие/ А.И. Гардин, А.Б Лоскутов, А.А. Петров, С.Н. Юртаев.- 2-е изд., пераб. и доп.; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е.Алексеева. - Нижний Новгород, 2017.– 331 с. ISBN 978-5-502-00492-3.

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

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

5.1.1. Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и сайте преподавателя, находятся в свободном доступе, соответственно: [https://edu.ntnu.ru/subject/index/card/subject\\_id/1464](https://edu.ntnu.ru/subject/index/card/subject_id/1464), <https://clck.ru/QdrNA>.

Таблица 8. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле и оценка выполнения лабораторных работ

| Шкала оценивания | Экзамен/<br>Зачет с оценкой | Зачет   |
|------------------|-----------------------------|---------|
| $40 < R \leq 50$ | Отлично                     | зачет   |
| $30 < R \leq 40$ | Хорошо                      |         |
| $20 < R \leq 30$ | Удовлетворительно           |         |
| $0 < R \leq 20$  | Неудовлетворительно         | незачет |

5.1.2 При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и сайте преподавателя, находятся в свободном доступе, соответственно: [https://edu.ntnu.ru/subject/index/card/subject\\_id/1464](https://edu.ntnu.ru/subject/index/card/subject_id/1464), <https://clck.ru/QdrNA>

**Таблица 9 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

| Код и наименование компетенции                                                            | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                          | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                               | Оценка<br>«неудовлетворительно»<br>/ «не зачтено»<br>0-59%<br>от max рейтинговой<br>оценки контроля                                                                                                                   | Оценка<br>«удовлетворительно» /<br>«зачтено»<br>60-74%<br>от max рейтинговой<br>оценки контроля                                                                                                                                                                                                                                      | Оценка<br>«хорошо» /<br>«зачтено»<br>75-89%<br>от max рейтинговой<br>оценки контроля                                                                                                                     | Оценка<br>«отлично» /<br>«зачтено»<br>90-100%<br>от max рейтинговой<br>оценки контроля                                                                                                                                                                      |
| ПКС-3. Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности | ИПКС-3.1. Способен выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности<br>ИПКС-3.2. Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию<br>ИПКС-3.3. Способен осуществлять выбор оборудования | Изложение учебного материала бессистемное, неполное.<br>Непонимание принципов работы электрических аппаратов и их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала | Фрагментарные, поверхностные знания по проектированию СЭС с электрическими аппаратами.<br>Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений | Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.                                                         | Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании |
|                                                                                           | ИПКС-3.2. Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию<br>ИПКС-3.3. Способен осуществлять выбор оборудования и электрических аппаратов                                                                                                    | Изложение учебного материала бессистемное, неполное.<br>Отсутствие знаний к требованиям оформления документации к электрическим аппаратам.<br>Неспособность выполнять чертежи простых электрических аппаратов.        | Фрагментарные, поверхностные знания по ЕСКД.<br>Слабое знание к требованиям оформления документации к электрическим аппаратам.<br>Ограниченность в навыках выполнения простых электрических                                                                                                                                          | Знание требований к оформлению документов по электрическим аппаратам.<br>Способен оформлять документацию в соответствии с ЕСКД.<br>Владеет навыками выполнения чертежей простых электрических аппаратов. | Имеет глубокие знания к оформлению документации к электрическим аппаратам.<br>Отличное знание ЕСКД.<br>Способность легко выполнять чертежи простых электрических аппаратов                                                                                  |



|                                                         |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                 | аппаратов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ПКС-4. Способен проводить обоснование проектных решений | ИПКС-4.1. Способен разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования | Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Отсутствие знаний об установившихся режимах работы электрических аппаратов. Неспособность моделировать и определять режимы работы электрических аппаратов.                 | Фрагментарные, поверхностные знания режимов работы электрических аппаратов. Слабое знание к требованиям работы электрических аппаратов в номинальных режимах работы. Ограниченность в навыках моделирования и определения режимов работы электрических аппаратов.                                            | Знание номинальных и аварийных режимов работы электрических аппаратов. Способен определять режимы работы электрических аппаратов. Владеет навыками моделирования и определения оптимальных режимов работы электрических аппаратов                           | Имеет глубокие знания номинальных и аварийных режимов работы электрических аппаратов. Способность легко моделировать и определять режимы работы электрических аппаратов. Отличное знание оптимальных диапазонов работы электрических аппаратов.                                                       |
|                                                         | ИПКС-4.2. Способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности                                                                                                                                     | Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Отсутствие знаний о средствах измерения электрических величин электрических аппаратов. Неспособность обрабатывать результаты измерений параметров электрических аппаратов. | Фрагментарные, поверхностные знания об измерениях электрических и неэлектрических величин электрических аппаратов. Слабое знание способов обработки результатов измерений параметров электрических аппаратов. Ограниченность в навыках определения погрешности измерения параметров электрических аппаратов. | Знание средств измерения электрических и неэлектрических величин электрических машин. Способен обрабатывать результаты измерений параметров электрических аппаратов. Владеет навыками определения погрешности измерения параметров электрических аппаратов. | Имеет глубокие знания о средствах измерения электрических и неэлектрических величин электрических аппаратов. Способность легко обрабатывать результаты измерений параметров электрических аппаратов. Отличное владение навыками определения погрешности измерения параметров электрических аппаратов. |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

**Таблица 10. Критерии оценивания**

| Оценка                                           | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Высокий уровень «5»<br>(отлично)                 | оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. |
| Средний уровень «4»<br>(хорошо)                  | оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.                                                              |
| Пороговый уровень «3»<br>(удовлетворительно)     | оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.        |
| Минимальный уровень «2»<br>(неудовлетворительно) | оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.                                                                                                     |

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Учебная литература

- 6.1.1. Электрические и электронные аппараты: Учебно-практич. пособие/ А.И. Гардин [и др.].- 2-е изд. перераб. и доп.; НГТУ им. Р.Е.Алексеева. – Н.Новгород: [Б.и.], 2017.– 331 с. : ил.- Прил.: с.270-330.- Библиогр. : с.269.-ISBN 978-5-502-00492-3 : 270-00.
- 6.1.2. Электрические и электронные аппараты: учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. П. А. Курбатова. — М. : Издательство Юрайт, 2016. —440 с. — Серия : Бакалавр. Академический курс. ISBN 978-5-9916-5890-4
- 6.1.3. Гардин А.И. Электрические аппараты. Комплекс уч.-мет. материалов / А.И. Гардин; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2008. – 172с
- 6.1.4. Гардин А.И. Электрические аппараты. Часть 2. Комплекс уч.-мет. материалов / А.И. Гардин; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2010. – 87с
- 6.1.5. Чунихин А. А. Электрические аппараты: Общий курс. Учебник / А.А. Чунихин— 3-е изд., перераб. и доп. ; Репр.изд.- М. : Альянс, 2013. – 719с: ил. – Прил. : с.692-700. – Предм.указ. : с.707-713. – Библиогр. : с.701-706. – ISBN 978-5-91872-5-040-0 : 755-00.

### 6.2. Справочно-библиографическая литература.

— *учебники и учебные пособия*

- 6.2.1. Папков Б.В. Краткий словарь современной электроэнергетики. Учеб.пособие / Б. В. Папков ; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2013. – 395 с. - Библиогр.:с.392-393. - ISBN 987-5-502-00181-6. Дата издания: 2013г.
- 6.2.2. Электрические и электронные аппараты. В 2-х т: Т.1. Электромеханические аппараты: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.П. Бурман и др.]; под ред. А.Г. Годжелло, Ю.К. Розанова.- М.: Издательский центр «Академия»- 2010.- 320с.- ISBN 978-5-7695-6253-2.
- 6.2.3. Электрические и электронные аппараты. В 2-х т: Т.2. Электрические электронные аппараты: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [Е.Г.Акимов и др.]; под ред. Ю.К. Розанова.- М.: Издательский центр «Академия», 2010.- 352с. ISBN 978-5-7695-6255-2.

### 6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 6.3.1. Научно-технический и научно-производственный журнал [Электромеханика](#)
- 6.3.2. Научно-технический журнал [Электричество](#)
- 6.3.3. Новости электротехники, информационно справочное издание <http://www.news.elteh.ru/>

### 6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электрические и электронные аппараты» в электронном варианте находятся в

системе E-learning 4G по адресу:  
[https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject\\_id/1464](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject_id/1464).

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень информационных справочных систем

Таблица 9. Перечень электронных библиотечных систем

| № | Наименование ЭБС     | Ссылка к ЭБС                                                              |
|---|----------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Консультант студента | <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a> |
| 2 | Лань                 | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>               |
| 3 | Юрайт                | <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>         |

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 10. Программное обеспечение

| Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе | Программное обеспечение свободного распространения |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                                                           | SMath Studio                                       |
|                                                                           | P7-Офис                                            |

### Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 11 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 11 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

| № | Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы | Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ |
|---|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|---|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|

|          |                                                            |                                                                                                               |
|----------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                            | из локальной сети университета)                                                                               |
| <b>1</b> | <b>2</b>                                                   | <b>3</b>                                                                                                      |
| 1        | База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ           | <a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a> |
| 2        | Электронная база избранных статей по философии             | <a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>                                             |
| 3        | Единый архив экономических и социологических данных        | <a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>                 |
| 4        | Базы данных Национального совета по оценочной деятельности | <a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>                                                           |
| 5        | Справочная правовая система «КонсультантПлюс»              | доступ из локальной сети                                                                                      |
| 6        | Информационно-справочная система «Техксперт»               | доступ из локальной сети                                                                                      |

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 12 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nttu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 12 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

| № | Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ | Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ЭБС «Консультант студента»                                                                     | озвучка книг и увеличение шрифта                                                                        |
| 2 | ЭБС «Лань»                                                                                     | специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации  |
| 3 | ЭБС «Юрайт»                                                                                    | версия для слабовидящих                                                                                 |

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблицах 13.1, 13.2 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

1) Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия – ауд. 6246:

- электронный комплект лекций;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия проводятся в специализированной учебной лаборатории

Таблица 12.1 - Специализированная учебная лаборатория

| №<br>п/п | Наименование и принадлежность помещения            | Площадь<br>кв.м | Количество<br>посадочных мест |
|----------|----------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | Лаборатория «Электрические и электронные аппараты» | 60              | 25                            |

Таблица 12.2 - Основное оборудование учебной лаборатории

| №<br>п/п | Наименование<br>дисциплины в<br>соответствии с учебным<br>планом | Наименование специализированных аудиторий,<br>кабинетов, лабораторий и пр. с перечнем основного<br>оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Электрические и<br>электронные аппараты                          | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Специализированный стенд (стенд №1) «Испытание электрических аппаратов» - 1 шт.</li><li>2. Универсальные лабораторные стенды «Испытание и настройка пускозащитной аппаратуры и реле» (стенд №2) – 6 шт.</li><li>3. Комплект типового лабораторного оборудования для испытания электрических и электронных аппаратов инженерно-производственного центра «Учебная техника» (стенд №3) - 1 шт.</li><li>4. Демонстрационные стенды современных электрических аппаратов компаний «Интерэлектрокомплект», «Декрафт», «Легран» - 7 шт.</li><li>5. Комплект учебно-лабораторного оборудования инженерно-производственного центра «Учебная техника» для испытания датчиков технологических параметров – 1 шт.</li></ol> |

Помещение для самостоятельной работы обучающихся – аудитория 6441.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания в среде E-learning 4G;

При преподавании дисциплины «Электрические и электронные аппараты», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной

работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций, в виде слайдов находятся в свободном доступе в системе E-learning 4G и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, ZOOM.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## 10.2. Методические указания для занятий лекционного типа



Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4.4) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

#### 10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

#### 10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

#### 10.5. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Выполнение курсового проекта/ работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

##### **Тематика курсовой работы**

1. Анализ режимов работы электроприемников в цеховой электрической сети
2. Изучение условных графических и буквенно-цифровых обозначений электрических аппаратов в электрических схемах

3. Изучение электромагнитных контакторов и тепловых реле
4. Изучение автоматических выключателей
5. Изучение устройств защитного отключения
6. Твердотельные реле, тиристорные контакторы

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение лабораторных работ;
- отчет по лабораторным работам;
- выполнение курсовой работы;
- тестирование на основе электронной почты по различным разделам курса;
- экзамен.

### **11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ**

Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: Электрические и электронные аппараты - [https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject\\_id/1464/resource\\_id/20043](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/1464/resource_id/20043)

### **11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена**

Экзаменационные вопросы по курсу «Электрические и электронные аппараты»

1. Классификация электрических аппаратов по области применения (назначению).
2. Классификация электрических аппаратов по роду защиты от попадания в него инородных тел (пыли и влаги) и защиты персонала от соприкосновения с токоведущими частями электрического аппарата.
3. Классификация электрических аппаратов по работе в определенных климатических условиях и категории размещения.
4. Понятия надежности электрического аппарата. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность, отказ. Зависимость интенсивности отказов электрического аппарата от времени эксплуатации.
5. Основные материалы, применяемые в аппаратостроении.
6. Требования, предъявляемые к Электрическим аппаратам. Тепловой режим, термическая и электродинамическая устойчивость, механическая и электрическая износостойчивость, электрическая прочность изоляции.
7. Электродинамические усилия (ЭДУ) в электрических аппаратах, причины возникновения, два способа определения направления действия сил. ЭДУ в прямолинейных и изогнутых проводниках находящихся в одной плоскости.
8. Последствия действия электродинамических усилий (ЭДУ) на электрические аппараты. ЭДУ между проводниками, направление сил.
9. Электродинамические усилия (ЭДУ) в кольцевом витке и между кольцевыми витками, ЭДУ в катушках.

10. Электродинамические усилия (ЭДУ) в электрических аппаратах, причины возникновения, два способа определения направления действия сил. ЭДУ в кольцевом витке и между кольцевыми витками, ЭДУ в катушках.
11. ЭДУ между проводниками с током и ферромагнитной массой. Затягивание электрические дуги в дугогасительную камеру.
12. Зависимость величины электродинамических усилий во времени при синусоидальном токе.
13. Электродинамические усилия при наличии в токе к.з. апериодической составляющей.
14. Электродинамические усилия при трехфазном токе.
15. Понятие механического резонанса и его последствия.
16. Источники теплоты в электрических аппаратах.
17. Причины нагрева электрических аппаратов. Нагрев в деталях из ферромагнитных материалов.
18. Влияние нагрева на работу электрических аппаратов. Нагрев деталей электрических аппаратов из проводниковых и диэлектрических материалов.
19. Способы передачи тепла от нагретых деталей электроаппаратов. Уравнение теплового баланса проводника с током, графическое изображение. Понятие постоянной времени нагрева.
20. Тепловой баланс проводника в режиме длительного нагрева. Решение уравнения теплового баланса.
21. Понятие постоянной времени нагрева. График изменения температуры электрического аппарата при нагреве и охлаждении.
22. Определение допустимого тока в длительном режиме работы и в режиме к.з. Тепловой импульс. Термическая устойчивость.
23. Изменение температуры электрического аппарата в кратковременном режиме и повторно-кратковременном режиме. Понятие продолжительности включения.
24. Понятие электрического контакта и контактного соединения. Классификация контактов по возможному перемещению.
25. Факторы, определяющие величину контактного сопротивления. Классификация контактов по форме контактирования. Контактная система выключателей.
26. Понятие электрического контакта, определение. Факторы, влияющие на величину контактного сопротивления. Явление «спекания» (сваривания) контактов.
27. Опишите процесс «спекания» (сваривания) контактов.
28. Способы компенсации электродинамических сил в контактах.
29. Схемное изображение контактов различных электрических аппаратов (автоматических выключателей, магнитных пускателей, рубильника, реле).
30. Основные конструкции контактов. Требования, предъявляемые к разборным контактам.
31. Основные конструкции контактов. Требования, предъявляемые к коммутирующим (разрывным) контактам. Классификация разрывных контактов по конструктивному исполнению.
32. Герметичные контакты. Достоинства и недостатки.
33. Работа контактных систем в условиях короткого замыкания.
34. Причина износа электрических контактов. Износ при замыкании и размыкании.
35. Износ контактов при замыкании «дребезг» контактов. Выполнение и преимущества сдвоенной контактной системы. Контактная система выключателей серии АВМ.
36. Понятие «провала» контактов. Назначение «провала» контактов.
37. Работа контактных систем в условиях короткого замыкания.

38. Способы компенсации электродинамических сил в контактах. Контакты с двумя разрывами на фазу.
39. В каких случаях говорят о нормальном положении контактов? Понятие механической и коммутационной износостойкости
40. Причины возникновения дугового разряда между контактами. Два вида электронной эмиссии сопровождающей дуговой разряд.
41. Условия гашения дуги и факторы, способствующие гашению. Графическое решение уравнения электрической цепи с дугой.
42. Статическая и динамическая вольт-амперная характеристика дуги. Способы гашения дуги низкого напряжения.
43. Способы гашения дуги низкого напряжения. Распределение напряжения по длине дуги.
44. Условие гашения дуги постоянного тока. Графическое решение уравнения Электрической Цепи с дугой.
45. Уравнение баланса напряжений в электрической цепи с дугой на постоянном и переменном токе. Способы гашения дуги.
46. Перенапряжения при гашении дуги постоянного тока.
47. Гашение дуги на переменном токе при активном сопротивлении в электрической цепи дуги. Осциллограмма тока и напряжения.
48. Гашение дуги на переменном токе при активном и индуктивном сопротивлении в электрической цепи дуги, осциллограммы тока и напряжения. Сделать вывод о специфике гашения дуги на переменном токе и условиях «бездуговой» коммутации.
49. Вольт-амперная характеристика дуги на переменном токе. Способы гашения дуги.
50. Процесс гашения дуги переменного тока при отключении активно-индуктивной нагрузки.
51. Движение дуги в магнитном поле. Способы гашения дуги.
52. Гашение дуги в продольных щелях. Материал щели.
53. Гашение дуги в дугогасительной решетке. Материалы решеток, конструктивное исполнение.
54. Электрическая схема бездуговой коммутации электрической цепи (на примере гибридного контактора).
55. Устройство электромагнитного механизма и его работа.
56. Классификация электромагнитных механизмов (ЭММ). Основные элементы входящие в состав ЭММ. Величина электромагнитной силы.
57. Устройство электромагнитного механизма. Классификация по способу включения.
58. Основные части электромагнитного механизма. Основные характеристики электромагнита постоянного тока. Тяговая характеристика.
59. Согласование тяговой характеристики электромагнита с нагрузкой.
60. Устройство и основные параметры электромагнитов.
61. Особенности выполнения магнитопроводов электромагнитных механизмов на постоянном и переменном токе.
62. Назначение короткозамкнутых витков в полюсах магнитопровода переменного тока.
63. Назначение короткозамкнутых витков в конструкции электрических реле постоянного и переменного тока. Для электрических реле постоянного тока пояснить на осциллограммах тока (магнитного потока).
64. Динамика срабатывания электромагнита постоянного тока. Составляющие времени срабатывания.

65. Составляющие полного времени срабатывания и отпускания электромагнитного механизма.
66. Способы замедления срабатывания и отпускания электромагнитного механизма.
67. Составляющие полного времени срабатывания и отпускания электромагнитного реле
68. Способы замедления срабатывания и отпускания электромагнитного механизма.
69. Сравнение тяговых статических характеристик электромагнитных механизмов постоянного и переменного тока.
70. Пересчет катушек магнитных пускателей переменного тока параллельного включения при переходе на новое напряжение.
71. Недостатки электромагнитных механизмов переменного тока. Электромагниты, работающие на выпрямленном токе.
72. Понятие принципиальной схемы электроснабжения трехфазных и однофазных электроприемников ( многолинейное и однолинейное исполнение). Привести пример на основе выполнения защиты предохранителями.
73. Понятие принципиальной схемы электроснабжения трехфазных и однофазных электроприемников ( многолинейное и однолинейное исполнение). Привести пример на основе выполнения защиты автоматическими выключателями.
74. Автоматические выключатели серии «Электрон». Назначение, конструкция, область применения.
75. Выключатели серии «Электрон». Маркировка. Построение время-токовой характеристики выключателя.
76. Выключатели серии АЗ700. Конструкция, исполнение, виды максимально-токовых расцепителей.
77. Выключатели серии АЗ700. Построение время-токовой характеристики у выключателей с полупроводниковым расцепителем.
78. Выключатели серии АЕ 20. Конструкция, назначение, область применения, время-токовая характеристика
79. Максимальные токовые расцепители автоматических выключателей (АВ), определение Классификация, принципиальные электрические схемы включения.
80. Классификация расцепителей напряжения, назначение. Принципиальная схема их включения.
81. Основные узлы автоматических выключателей. Механизм свободного расцепления, его назначение, конструкция.
82. Автоматические выключатели, определение. Основные узлы. Электрическая схема. Механизм свободного расцепления, его назначение, конструкция.
83. Основные узлы автоматических выключателей. Контактная система, ее назначение, конструкция, применяемые материалы. Выполнение токоограничения у выключателей типа АЗ700.
84. Основные узлы автоматических выключателей. Дугогасительная система, ее назначение, конструкция. Принцип образования магнитного поля дугогашения.
85. Токоограничивающие выключатели. Область применения. Графическое пояснение.
86. Выключатели гашения магнитного поля. Область применения.
87. Понятие расцепителя автоматического выключателя. Виды расцепителей. Расцепители у выключателей сари АВМ.
88. Собственное и полное время отключения автоматического выключателя. Нормальные выключатели и выключатели с выдержкой времени.
89. Классификация автоматических выключателей по быстродействию и собственному времени отключения.

90. Основные характеристики автоматических выключателей (номинальный ток и напряжение, номинальный ток расцепителя, ток уставки расцепителя, собственное и полное время отключения).
91. Автоматические выключатели (АВ), определение. Достоинства и недостатки АВ. Понятие номинального тока АВ и номинального тока максимального токового расцепителя АВ. Конструкция выключателей серии АВМ. Электрическая схема.
92. Определение автоматического воздушного выключателя. Достоинства и недостатки. Построение время-токовой характеристики у выключателей серии АВМ.
93. Требования, предъявляемые к предохранителям. Недостатки предохранителей.
94. Предохранители, определение. Понятие «металлургического эффекта», его применение. Электрическая схема. Защитные характеристики предохранителя типа ПН-2, построение.
95. Выбор предохранителей по условиям селективности отключения.
96. Конструкция и назначение предохранителей типа ПНБ. Гашение дуги в предохранителях.
97. Выбор предохранителей по условиям эксплуатации и по условиям пуска электродвигателей. Недостатки данного выбора.
98. Построение время-токовой характеристики предохранителя для конкретного номинального тока плавкой вставки.
99. Назначение, конструкция предохранителя типа ПР-2. Понятие эффекта токоограничения (нарисовать осциллограмму тока).
100. Назначение и конструкция предохранителя типа ПН-2. Понятие время-токовой характеристики предохранителя.
101. Назначение и параметры быстродействующих предохранителей. Понятие предельного тока отключения.
102. Конструкция и параметры предохранителя типа НПН-2. Понятие максимального тока неплавления и минимального тока плавления.
103. Конструкция и принцип действия предохранителя типа ПР-2. Номинальный ток предохранителя.
104. Конструкция и принцип действия предохранителя типа ПН-2, НПН-2. Номинальный ток плавкой вставки.
105. Предохранители. Определение, конструкция, принцип действия.
106. Назовите аппараты распределительных устройств низкого (до 1000 В) напряжения. Как они изображаются в электрических схемах?
107. Назначение аппаратов управления. Что относится к аппаратам управления?
108. Командоаппарат. Назначение, виды командоаппаратов.
109. Контроллер. Назначения. Конструкция.
110. Контактторы и магнитные пускатели. Сходство и различия.
111. Устройство контакторов. Назначение основных узлов. Основные типы контакторов.
112. Магнитные пускатели, определение. Основные узлы. Схема управления асинхронного двигателя от кнопочного поста (использовать совмещённый способ изображения магнитного пускателя). Маркировка пускателя серии ПМЛ.
113. Назначение и основные узлы контактора и пускателя. Изображение в электрических схемах.
114. Основные характеристики контакторов.
115. Контактторы, определение. Основные узлы и технические характеристики. Электрическая схема.

116. Реле защиты двигателя. Назначение. Принципиальная схема защиты. Конструкция. Защитная характеристика и возможности ее изменения (регулирования с целью отстройки от эксплуатационных режимов работы).
117. Гибридные аппараты низкого напряжения. Требования, предъявляемые к ним.
118. Электрическая схема гибридного контактора переменного тока. Принцип работы.
119. Конструкция магнитного пускателя серии ПМ. Основные параметры. Маркировка.
120. Конструкция пускателя серии ПА. Основные параметры. Маркировка.
121. Схема тиристорного пускателя переменного тока (неуправляемого).
122. Схема тиристорного управляемого источника питания переменного тока.
123. Конструкция и назначение теплового реле серии РТТ. Маркировка. Схема тиристорного контактора постоянного тока.
124. Электрическая схема тиристорного контактора переменного тока.
125. Тепловые реле, определение. Основные узлы. Электрическая схема. Защитные характеристики теплового реле типа РТЛ при загрузке трех и двух полюсов.
126. Конструкция теплового реле типа РТЛ. Обозначение в электрических схемах.
127. Электрические реле. Основные понятия. Взаимосвязь входной и выходной величин (показать графически).
128. Основные параметры, характеризующие релейный аппарат.
129. Классификация электрических реле (по области применения, по принципу действия, по параметру реагирования, по принципу воздействия на управляемую цепь и проч.).
130. Основные характеристики электрических реле.
131. Бесконтактные релейные элементы на базе транзисторов. Характеристики реле (коэффициент запаса).
132. Бесконтактные релейные элементы на базе тириستоров. Характеристики реле (коэффициент усиления).
133. Бесконтактные релейные элементы на базе магнитных усилителей. Основные характеристики реле (коэффициент возврата).
134. Электрические реле, определение. Обозначение в электрических схемах. Показать графическую взаимосвязь выходной и входной величины на примере электромагнитного контактора и дать определение коэффициентов возврата, запаса, усиления.
135. Конструкция и назначение реле типа ЭВ. Обозначение в электрических схемах.
136. Логические элементы. Реализация логической функции НЕ на транзисторном ключе.
137. Логические элементы. Реализация логической функции ИЛИ-НЕ на транзисторном ключе
138. Конструкция и принцип действия реле типа РЭВ-800. Обозначения в электрических схемах.
139. Конструкция и принцип действия реле типа ВС-10. Обозначение в электрических схемах.
140. УЗИП
141. Низковольтные комплектные устройства (НКУ), определение и назначение. НКУ распределения электроэнергии, электрическая схема шкафа автоматического ввода резерва в однофазном и трехфазном исполнении на основе щитов типа ЩАП. НКУ распределения электроэнергии, электрическая

схема квартирного щитка. Комплектация НКУ распределения электроэнергии и степени защиты по ГОСТ 14255–69 и ГОСТ 15150–69.

142. Типовая расчетная задача.

Для асинхронного двигателя (мощность-11кВт, номинальный ток-22А).

А. Изобразить схему его подключения к электрической сети и схему управления:

а) в ручном режиме от кнопок управления «Пуск» и «Стоп», б) в автоматическом режиме от реле управления КС (использовать замыкающий контакт). Логическая функция КС задана:  $КС = \underline{B1} \cdot \underline{B2} + \underline{B3} \cdot \underline{B4} + \underline{B5}$ , где B1- B5 - датчики параметров технологического процесса.

Б. Выбрать аппараты защиты от перегрузки и короткого замыкания, изобразить их защитные характеристики, сделать вывод о селективности защит.

143. Устройство защитного отключения типа дифференциальный выключатель (назначение, принципиальная схема защиты и особенности подключения, конструкция, отличия от дифференциальных автоматов).

144. Дифференциальные автоматы (назначение, принципиальная схема защиты и особенности подключения, конструкция, отличия от устройств защитного отключения типа дифференциальный выключатель).

### 11.1.3. Методические указания к курсовой работе

Режим доступа <https://edu.ntnu.ru/> Курс: Электрические и электронные аппараты [https://edu.ntnu.ru/resource/index/index/subject\\_id/1464/resource\\_id/20046](https://edu.ntnu.ru/resource/index/index/subject_id/1464/resource_id/20046)

### 11.1.4. Защита курсовой работы.

Результаты защиты курсовой работы выставляются по пятибалльной системе оценивания ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно") с проставлением количества баллов, набранных в соответствии с балльно-рейтинговой системой.

Перечень вопросов к защите курсовой работы. Режим доступа: [https://edu.ntnu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject\\_id/1464/resource\\_id/36441](https://edu.ntnu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/1464/resource_id/36441)

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ 1 «АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ В ЦЕХОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ»

1. Назвать три вида «идеальных элементов», которые своим сочетанием формируют электрическую нагрузку. Изобразить осциллограммы и векторные диаграммы токов и падений напряжения. Подтвердить правильность соответствующим аналитическим выводом.
2. Изобразить осциллограммы и векторные диаграммы токов и падений напряжения при последовательном соединении элементов  $R$ ,  $L$ ,  $C$ .
3. Изобразить векторную диаграмму падений напряжения на нагрузке, сформировать треугольник сопротивлений и треугольник мощности.
4. Понятие нормального и номинального режима работы электроприемника.



5. Пояснить, каким образом задаются параметры электроприемника через мощность.
6. Пояснить, каким образом задаются параметры электроприемника через сопротивления.
7. Привести вывод аналитических выражений мощности, сопротивлений и токов. Назвать соотношения этих величин для различных схем замещения в режиме без компенсации реактивной мощности.
8. Привести три способа для подбора емкости батареи конденсаторов для полной компенсации реактивной мощности нагрузки.
9. Привести вывод аналитических выражений мощности, сопротивлений и токов. Назвать соотношения этих величин для различных схем замещения в режиме с компенсацией реактивной мощности.
10. Изобразить векторные диаграммы токов и напряжений при компенсации однофазной нагрузки.
11. Изобразить векторные диаграммы токов и напряжений при компенсации трехфазной нагрузки, соединенной по схеме «звезда» и по схеме «треугольник». Конденсаторные батареи включены по схеме «треугольник».
12. Ответить на вопросы заданий по теме 1.
  - Изобразить осциллограммы напряжения на шинах ТП и тока в линии до и после короткого замыкания на корпус электродвигателя.
  - Изобразить на одном поле графика статические ВАХ сети и ВАХ нагрузки для однофазной нагрузки, подключенной на фазное напряжение (до и после компенсации реактивной мощности) и для нагрузки, соединенной по схеме «звезда» (для одной из фаз). Здесь же изобразить прямоугольник номинальной мощности.
  - Написать аналитические выражения для определения номинального тока и номинальной мощности нагрузки, потерь напряжения и потерь мощности в линиях подводящей сети, КПД системы электроснабжения и фактического напряжения, которое необходимо поддерживать на шинах трансформаторной подстанции (ТП) для обеспечения номинальной мощности нагрузки.
  - Написать аналитические выражения для определения тока и мощности нагрузки при заданном (по варианту) напряжении на шинах ТП, потерь напряжения и потерь мощности в линиях подводящей сети, КПД системы электроснабжения и фактической мощности нагрузки.
  - Построить векторную диаграмму тока и напряжений для однофазной нагрузки, подключенной на фазное напряжение и для нагрузки, соединенной по схеме «звезда» (для одной из фаз). Сделать вывод о причинах различного изменения величины напряжения на зажимах ЭП.
  - Написать аналитические выражения для выполнения индивидуальной компенсации реактивной мощности (подобрать мощность компенсирующих устройств, рассчитать сопротивление и емкость конденсаторов). При компенсации реактивной мощности трехфазной нагрузки принять, что конденсаторы включены по схеме «треугольник».
13. Дать определение резистора и активного сопротивления как «идеального элемента», который формирует электрическую нагрузку. Изобразить осциллограммы и векторные диаграммы тока и падения напряжения, записать соответствующие аналитические выражения.
14. Дать определение индуктивности и индуктивного сопротивления как «идеального элемента», который формирует электрическую нагрузку. Изобразить осциллограммы и векторные диаграммы тока и падения напряжения, записать соответствующие аналитические выражения.

15. Дать определение емкости и емкостного сопротивления как «идеального элемента», который формирует электрическую нагрузку. Изобразить осциллограммы и векторные диаграммы тока и падения напряжения, записать соответствующие аналитические выражения.
16. Изобразить осциллограммы и векторные диаграммы токов и падений напряжения при последовательном соединении элементов  $R$  и  $L$ .
17. Изобразить векторную диаграмму тока и падения напряжения на нагрузке, образованной последовательным соединением элементов  $R$  и  $L$ . Сформировать треугольник сопротивлений и треугольник мощности.
18. Изобразить векторную диаграмму тока и падения напряжения на нагрузке, образованной последовательным соединением элементов  $R$  и  $C$ . Сформировать треугольник сопротивлений и треугольник мощности.
19. Пояснить, почему стандарты указывают различную величину номинального напряжения у источников и у электроприемников.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ 2 «ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ И БУКВЕННО-ЦИФРОВЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМАХ»

1. Сформулировать определения: электрическая схема, электрическая цепь, электрическое соединение, фаза, ЭДС, эквивалентная схема, идеальный элемент.
2. Классифицировать электрические схемы.
3. Каким образом формируются двухбуквенные коды устройств коммутации в цепях управления? Привести примеры.
4. Привести двухбуквенные коды для реле, контактора, пускателя.
5. Привести двухбуквенные коды для выключателей в силовых цепях.
6. Привести двухбуквенные коды для контактных соединений.
7. Каким образом располагается текстовая информация в электрических схемах?
8. Изобразить УГО коммутационных аппаратов и контактных соединений, используя соответствующие квалифицирующие символы: контактор, автоматический выключатель, автоматический выключатель выдвижного исполнения, разъединитель, выключатель-разъединитель, путевой выключатель, выключатель с самовозвратом и без него, контакт с системой дугогашения, импульсные контакты, контакты многопозиционные, контакты клеммников,.
9. Каким образом выполняются линии в электрических схемах?
10. Каким образом формируется маркировка электрических цепей?
11. Каким образом осуществляется прерывание линий?
12. Изобразить УГО заземления и повреждения изоляции.
13. Сформулировать правила техники чтения электрических схем.
14. Ответить на вопросы задания по теме 2:
  - изобразить в рукописном виде ключ управления на заданное количество положений с заданным количеством цепей;
  - изобразить в рукописном виде реле управления с заданным количеством контактов определенного вида;
  - изобразить в рукописном виде схему лабораторного стенда №1 стенда №2 для испытания электрических аппаратов и пояснить назначение каждой электрической цепи;
  - изобразить в рукописном виде схему подключения нереверсивного и реверсивного асинхронного электродвигателя к цеховой сети совместно с принципиальной схемой управления двигателем. Записать возможные режимы работы;

- изобразить в рукописном виде электрическую принципиальную схему устройства для проверки целостности электрической цепи («прозвонки») и описать принцип его работы.
- 15. Изобразить УГО и БЦО аппарата типа контактор.
- 16. Изобразить УГО и БЦО аппарата типа автоматический выключатель и автоматический выключатель выдвижного исполнения.
- 17. Изобразить УГО и БЦО коммутационного аппарата типа выключатель-разъединитель.
- 18. Изобразить УГО и БЦО аппарата типа путевой выключатель.
- 19. Изобразить УГО и БЦО аппарата типа разъединитель.
- 20. Изобразить УГО и БЦО коммутационного аппарата типа выключатель с самовозвратом и без него.
- 21. Изобразить УГО и БЦО коммутационного аппарата типа электрическое реле управления с одним обычным и двумя импульсными контактами. Предусмотреть замыкающие и размыкающие контакты
- 22. Изобразить УГО и БЦО коммутационного аппарата типа электрическое реле времени с одним импульсным и двумя замыкающими контактами с выдержкой времени на замыкание.
- 23. Изобразить УГО и БЦО коммутационного аппарата типа контактор с системой дугогашения.
- 24. Изобразить УГО и БЦО контактного соединения типа клеммник с разборными контактами.
- 25. Изобразить УГО и БЦО контактного соединения типа клеммник с разъёмными контактами.
- 26. Изобразить УГО и БЦО коммутационного аппарата типа ключ управления.
- 27. Изобразить УГО и БЦО коммутационного аппарата типа кнопка управления.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ 3 «ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОНТАКТОРОВ И ТЕПЛОВЫХ РЕЛЕ»

1. Назначение и область применения магнитных пускателей.
2. Конструкция и принцип действия магнитного пускателя.
3. Конструкция контактов магнитных пускателей.
4. Каким образом обеспечивается необходимое нажатие контактов?
5. Понятие "провала" контактов.
6. Назначение главных и вспомогательных контактов.
7. Причина появления вибраций.
8. Назначение короткозамкнутых витков. Векторная диаграмма.
9. Коэффициенты возврата и защиты минимального напряжения.
10. Причины изменения индуктивного сопротивления катушки контактора.
11. Почему мощность, потребляемая катушкой контактора в процессе включения больше мощности в процессе удержания якоря во включенном состоянии?
12. Почему в процессе движения якоря электромагнита переменного тока происходит изменение угла сдвига фаз между током в катушке и напряжением?
13. Нарисовать и пояснить схему управления нереверсивным асинхронным двигателем. Назвать режимы, которые обеспечивает схема.
14. Нарисовать и пояснить схему управления реверсивным асинхронным двигателем с двумя видами электрических блокировок одновременного включения контакторов. Назвать режимы, которые обеспечивает схема.
15. Конструкция и принцип действия теплового реле.
16. Где и для чего используется биметаллическая пластина?

17. Чем отличаются конструктивно и для чего используется прямой, косвенный и комбинированный нагрев биметаллической пластины?
18. Что определяет выбор класса расцепления теплового реле и теплового расцепителя?
19. Назначение и область применения тепловых реле.
20. Выбор теплового реле.
21. Времятоковая характеристика теплового реле. Способы регулирования.
22. Как изменится вид времятоковой характеристики при двухполюсной работе реле?
23. Требования, предъявляемые к характеристикам теплового реле.
24. Недостатки тепловых реле и мероприятия по их устранению.
25. Регулировка тока срабатывания теплового реле.
26. Характеристики тепловых реле.
27. Назначение и основные параметры трансформаторов тока?
28. Какими погрешностями обладает трансформатор тока?
29. По каким основным техническим параметрам выбирают контакторы и магнитные пускатели?
30. Какие аварийные режимы имеют место в асинхронных двигателях с короткозамкнутым ротором? Каковы способы защиты от них?
31. Изобразить в рукописном виде схему подключения нереверсивного и реверсивного асинхронного электродвигателя к цеховой сети совместно с принципиальной схемой управления двигателем. Пояснить в каких режимах работы защита осуществляется тепловым реле, в каких - тепловым расцепителем автоматического выключателя, а в каких - электромагнитным расцепителем автоматического выключателя.
32. Описать принципиальные схемы лабораторных испытаний.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ 4 «ИЗУЧЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

1. Дать определение автоматического выключателя.
2. Каковы функции расцепителя максимального тока и расцепителя минимального напряжения?
3. Для чего используется механизм свободного расцепления?
4. В чем отличие теплового расцепителя от теплового реле?
5. В чем заключается принцип токоограничения?
6. Как разграничены зоны времятоковых характеристик выключателя?
7. Чем различаются предельная наибольшая  $I_{cu}$  и рабочая наибольшая  $I_{cs}$  отключающие способности?
8. Что характеризует наибольший кратковременный допустимый ток  $I_{cw}$ ?
9. Как реализовано токоограничение в модульных автоматических выключателях?
10. Чем различаются стандартные типы характеристик модульных автоматических выключателей?
11. Для чего автоматические выключатели в изолированном корпусе оснащаются электронными микропроцессорными расцепителями или блоками контроля и управления?
12. Что характеризует «координация» последовательно расположенных автоматических выключателей при аварийных режимах, например, при КЗ?
13. Что такое селективность защитных коммутационных аппаратов?
14. Какие типы селективности используются в системах координации автоматических выключателей?
15. Пояснить принцип селективности по току.
16. Пояснить принцип селективности по времени.

17. Пояснить принцип энергетической селективности.
18. Пояснить принцип логической селективности.
19. Что позволяет реализовать каскадное включение («резервная защита»)?
20. Пояснить понятия полной и частичной селективности.
21. Что такое номинальный ток расцепителя? Как он соотносится с номинальным током выключателя?
22. Что такое максимальный расцепитель тока мгновенного действия?
23. Каким образом реализуется максимальный расцепитель тока мгновенного действия?
24. Регулируемые параметры защитной характеристики выключателя с электронным расцепителем. При ответе использовать рис.4.8.
25. Как выбирается кратность уставки тока отсечки к номинальному току расцепителя?
26. Как выбирается уставка тока срабатывания теплового расцепителя выключателя?
27. По каким основным техническим параметрам выбирают автоматические выключатели?
28. Описание схемы лабораторной работы. Порядок снятия экспериментальных точек защитной характеристики.
29. Назначение автоматических воздушных выключателей и область применения изучаемых АВ типа "Электрон", АВМ, АЗ700, ВА50, АЕ-20 в схемах электроснабжения.
30. Основные узлы и блок-схема взаимодействия, различных узлов АВ. Виды и назначение расцепителей.
31. Конструктивное исполнение контактных и дугогасительных систем. Способы гашения электрической дуги.
32. Защитные времятоковые характеристики АВ. Построение характеристик по паспортным данным.
33. Назначение, технические характеристики, конструкция, принцип действия следующих АВ: а) "Электрон"; б) АВМ; в) АЗ700; г) ВА50; д) АЕ-20.
34. Принципы осуществления выдержки времени при перегрузках и к.з., способы и пределы регулирования времятоковой характеристики АВ: а) "Электрон"; б) АВМ; в) АЗ700; г) ВА50; д) АЕ-20.
35. Изобразить в рукописном виде схему подключения нереверсивного и реверсивного асинхронного электродвигателя к цеховой сети совместно с принципиальной схемой управления двигателем. Пояснить, в каких режимах работы защита осуществляется тепловым реле, в каких - тепловым расцепителем автоматического выключателя, а в каких - электромагнитным расцепителем автоматического выключателя.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ 5 «ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ»

1. Назначение и область применения УЗО.
2. Принцип действия УЗО.
3. Виды УЗО. Классификация УЗО.
4. Достоинства и недостатки электронных и электромеханических УЗО.
5. Нормируемые технические параметры УЗО.
6. Построение защитной характеристики УЗО.
7. Технические требования к УЗО.
8. Пояснить результаты лабораторных испытаний – проверки работоспособности УЗО.
9. Пояснить термин ток замыкания на землю.

10. В чем состоит отличие замыкания на землю от других видов коротких замыканий в системах с глухозаземленной нейтралью?
11. Пояснить термин «дифференциальный ток».
12. Пояснить термин аппарат, управляемый дифференциальным током.
13. В чем суть дифференциального метода обнаружения тока утечки?
14. Что такое дифференциальный трансформатор тока?
15. В чем состоит принцип работы устройства защитного отключения?
16. Пояснить термин «номинальный отключающий дифференциальный ток».
17. Какие типы УЗО существуют?
18. Как работает схема обнаружения тока замыкания на землю с помощью четырех трансформаторов тока?
19. Пояснить, почему УЗО не реагирует на токи двухфазного и трехфазного короткого замыкания?
20. Пояснить, почему УЗО не реагирует на токи двухфазной и трехфазной перегрузки?
21. Пояснить, почему УЗО не реагирует на ток, протекающий по человеку, прикоснувшемуся руками одновременно к нулевому и фазному проводнику, находясь при этом деревянной подставке (лестнице)?
22. Пояснить, почему УЗО не реагирует на однофазную перегрузку в трехфазной сети?
23. Пояснить, почему УЗО не реагирует на перегрузку в однофазной сети?
24. Пояснить работу дифференциального трансформатора на основе опытов по пространственному размещению проводника с током в магнитопроводе токоизмерительных клещей.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ 6 «ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ РЕЛЕ, ТИРИСТОРНЫЕ КОНТАКТОРЫ»

1. Устройство, принцип действия и характеристики тиристора.
2. Устройство, принцип действия и характеристики симистора.
3. Вольт-амперная характеристика тиристора и симистора.
4. Понятие бесконтактной коммутации электрической цепи.
5. Особенности коммутации и проведения тока тиристорами и симисторами.
6. Сформулировать принцип открытия и закрытия тиристора на переменном токе
7. Каким образом осуществляется регулирование длительности протекания тока нагрузки тиристорного контактора переменного тока на основе схемы контактной сварки?
8. Каким образом осуществляется регулирование величины тока нагрузки тиристорного контактора переменного тока. Принципиальная схема и осциллограммы?
9. Принцип работы системы импульсно-фазового управления тиристорами в однофазной сети.
10. Каким образом осуществляется регулирование величины тока нагрузки тиристорного контактора постоянного тока. Принципиальная схема и осциллограммы?
11. Переходные процессы изменения тока при работе управляемого тиристорного контактора.
12. Понятие твердотельного реле.
13. Изобразить принципиальные схемы испытания тиристора с использованием «прозвонки» и «перемычки».
14. Области применения твердотельных реле их достоинства, расчет эффективности использования.
15. Модификации и технические характеристики твердотельных реле.

16. Описание принципиальной схемы лабораторной установки для испытания тиристорного контактора.
17. Описание принципиальной схемы лабораторной установки для испытания твердотельного реле.
18. Изобразить осциллограмму напряжения на шинах силового пункта (в точке общего присоединения) при подключении к ним активной нагрузки посредством тиристорного управляемого контактора для случая угла управления 60 градусов.
19. Изобразить осциллограмму напряжения на шинах силового пункта (в точке общего присоединения) при подключении к ним индуктивной нагрузки посредством тиристорного управляемого контактора для случая угла управления 90 градусов.

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО E-Learning 4G. Режим доступа:

[https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject\\_id/1464/resource\\_id/36440-](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject_id/1464/resource_id/36440-)