



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

04.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электроснабжение

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

|                     |                                                 |
|---------------------|-------------------------------------------------|
| Институт/ факультет | Институт энергетики и автоматизированных систем |
| Кафедра             | Электроснабжения промышленных предприятий       |
| Курс                | 3                                               |

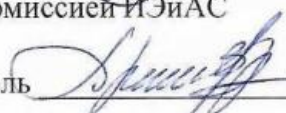
Магнитогорск  
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

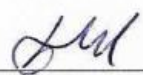
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Электроснабжения промышленных предприятий  
30.01.2025 г., протокол № 4

Зав. кафедрой  А.В. Варганова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
04.02.2025 г., протокол № 3

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ЭПП, канд. техн. наук

 Н.Т. Патшин

Рецензент:  
зам. начальника ЭТО  
АО «МАГНИТОГОРСКИЙ ГИПРОМЕЗ»

 А.Ю. Литвинов

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Варганова

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Варганова

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Варганова

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Варганова

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Варганова

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Электрические аппараты» является изучение основных вопросов теории, принципов работы, конструктивных особенностей и условий эксплуатации электрических аппаратов, а также воспитание навыков принятия технически обоснованных решений в области расчета, конструирования и эксплуатации электрических аппаратов.

Задачи дисциплины – усвоение студентами:

- теоретических основ, принципов действия и основных схемных решений различных типов электрических аппаратов;
- практических навыков экспериментального определения технических характеристик электрических аппаратов;
- основных правил ввода в эксплуатацию электрических аппаратов с соблюдением мероприятий по технике безопасности и охране труда.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Электрические аппараты» входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Теоретические основы электротехники

Материаловедение и технология конструкционных материалов

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Электрические станции и подстанции

Электроэнергетические системы и сети

Проектирование электроснабжения

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Эксплуатация и монтаж систем электроснабжения

Надежность систем электроснабжения

Электроснабжение

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электрические аппараты» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                                                                     |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5           | Способен оценивать нормальные, утяжеленные и послеаварийные режимы и ликвидировать аварийные режимы работы объектов профессиональной деятельности                                                    |
| ПК-5.1         | Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций                                                                                                    |
| ПК-5.2         | Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики                                                                                    |
| ПК-5.3         | Составляет схемы замещения на обслуживаемом оборудовании, рассчитывает параметры режима короткого замыкания на оборудовании РУ и ЛЭП, рассчитывает и выбирает уставки и характеристики устройств РЗА |

#### 4 Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 10,6 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,6 акад. часов;
- самостоятельная работа – 88,7 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час.

Форма аттестации – экзамен.

| Раздел/ тема дисциплины                                                                                                                                                 | Курс | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |           |             | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы                                                                          | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|-----------|-------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                                                                                                                                                                         |      | Лек.                                         | лаб. зан. | практ. зан. |                                 |                                                                                                     |                                                                 |                              |
| 1. 1. Классификация электрических аппаратов                                                                                                                             |      |                                              |           |             |                                 |                                                                                                     |                                                                 |                              |
| 1.1 Введение в теорию электрических аппаратов. Роль электрических аппаратов в электроснабжении. Классификация аппаратов. Основные требования к электрическим аппаратам. | 3    |                                              |           |             | 4,7                             | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>конспектирование<br>- подготовка к устному опросу | устный опрос №1                                                 | ПК-5.1,<br>ПК-5.2,<br>ПК-5.3 |
| 1.2 Аппараты для измерения электрических величин. Аппараты распределительных устройств низкого и высокого напряжений. Контактные и пускатели. Релейные аппараты.        |      | 2                                            | 2         |             | 10                              | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>конспектирование<br>- подготовка к устному опросу | устный опрос №2;<br>аудиторная контрольная работа №1            | ПК-5.1,<br>ПК-5.2,<br>ПК-5.3 |
| Итого по разделу                                                                                                                                                        |      | 2                                            | 2         |             | 14,7                            |                                                                                                     |                                                                 |                              |
| 2. 2. Теория электрических аппаратов                                                                                                                                    |      |                                              |           |             |                                 |                                                                                                     |                                                                 |                              |
| 2.1 Электродинамические усилия в электрических аппаратах                                                                                                                | 3    |                                              |           | 4           | 24                              | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>конспектирование<br>- подготовка к устному опросу | устный опрос №3                                                 | ПК-5.1,<br>ПК-5.2,<br>ПК-5.3 |

|                                                           |   |   |   |      |                                                                                                     |                                                      |                              |
|-----------------------------------------------------------|---|---|---|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------|
| 2.2 Нагрев электрических аппаратов                        |   |   |   | 20   | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>конспектирование<br>- подготовка к устному опросу | устный опрос №4                                      | ПК-5.1,<br>ПК-5.2,<br>ПК-5.3 |
| 2.3 Основы теории горения и гашения электрической дуги    |   |   |   | 18   | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>конспектирование<br>- подготовка к устному опросу | устный опрос №5                                      | ПК-5.1,<br>ПК-5.2,<br>ПК-5.3 |
| 2.4 Магнитные цепи и электромагнитные механизмы аппаратов |   |   |   | 12   | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>конспектирование<br>- подготовка к устному опросу | устный опрос №6;<br>аудиторная контрольная работа №2 | ПК-5.1,<br>ПК-5.2,<br>ПК-5.3 |
| Итого по разделу                                          |   |   | 4 | 74   |                                                                                                     |                                                      |                              |
| Итого за семестр                                          | 2 | 2 | 4 | 88,7 |                                                                                                     | экзамен                                              |                              |
| Итого по дисциплине                                       | 2 | 2 | 4 | 88,7 |                                                                                                     | экзамен                                              |                              |

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электрические аппараты» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электрические аппараты» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. В ходе проведения лекционных занятий предусматривается: 1) использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы специализированного программного обеспечения, сложных структурных схем и большого объема графического материала; 2) использование электронных учебников по отдельным темам занятий; 3) активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос и т.д.

При проведении лабораторных работ используются работа в команде и методы ИТ.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при работе на практических занятиях и при подготовке к итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Электрические аппараты : учебник и практикум для вузов / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9715-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562646> (дата обращения: 19.03.2025).

2. Сипайлова, Н. Ю. Электрические и электронные аппараты. Проектирование : учебник для вузов / Н. Ю. Сипайлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 167 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17165-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561301> (дата обращения: 19.03.2025).

### **б) Дополнительная литература:**

1. Измерительные трансформаторы тока и напряжения : учебное пособие / А. В. Малафеев, Е. А. Панова, А. В. Варганова, Н. Т. Патшин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 150 с. : ил., схемы, табл., граф., диагр., эскизы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2199>. - ISBN 978-5-9967-1236-6. - Текст : непосредственный.

2. Основы теории электрических аппаратов : учебник / Е. Г. Акимов, Г. С. Белкин, А. Г. Годжелло, В. Г. Дегтярь. — 5-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-1800-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211970> (дата обращения: 19.03.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Щербаков, Е. Ф. Электрические аппараты : учебное пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2024. — 303 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-00091-797-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2084333> (дата обращения: 19.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

4. Электрические аппараты : учебник и практикум для вузов / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9715-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562646> (дата обращения: 19.03.2025).

5. Сипайлова, Н. Ю. Электрические и электронные аппараты. Проектирование : учебник для вузов / Н. Ю. Сипайлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 167 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17165-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561301> (дата обращения: 19.03.2025).

#### **в) Методические указания:**

1. Николаев, А.А. Основы теории электрических аппаратов [Текст]: Учебное пособие / А.А. Николаев, Н.Т. Патшин, Ю.Н. Кондрашова, И.Р. Абдулвелеев. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 117 с. – ISBN 978-5-9967-0743-0.

2. Патшин, А.А. Электрические аппараты [Текст]: Практикум / Н.Т. Патшин, Е.Б. Ягольников, И.Р. Абдулвелеев. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2018. – 109 с.

3. Патшин, Н.Т. Лабораторный практикум «Электрические аппараты» [Текст]: практикум / Н.Т. Патшин, А.А. Николаев. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 145 с.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

| Наименование ПО             | № договора                   | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007          | бессрочно              |
| 7Zip                        | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| FAR Manager                 | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| LibreOffice                 | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| Adobe Reader                | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| Linux Calculate             | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

| Название курса                                                                                     | Ссылка                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>                                             |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)   | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>             |
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»                  | URL: <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>                                 |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги                                                    | URL: <a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a> |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова                                                | URL: <a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>         |

## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа – мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:  
Лаборатория релейной защиты и электроснабжения (ауд. 215)  
Лабораторные стенды:
  - 1) Испытания трансформаторов тока (лабораторная работа №2 - панель № 11).
  - 2) Испытания электромагнитных реле тока и напряжения (лабораторная работа №8 – панель № 13).
  - 3) Исследование схем и рабочих параметров магнитных пускателей (лабораторная работа №53 – панель № 21).
  - 4) Испытания промежуточных реле и реле времени на установке У5052 (лабораторная работа №6 – панель № 22)
  - 5) Автоматические выключатели (макеты - раздаточный материал).
  - 6) Предохранители (макеты - раздаточный материал).
  - 7) Измерительные трансформаторы тока (макеты - раздаточный материал).
4. Наглядные материалы:
  - 1) Плавкие вставки предохранителей.
  - 2) Автоматический воздушный выключатель серии АП-50.
  - 3) Дугогасительные решетки автоматических воздушных выключателей.
  - 4) Катушка магнитного дутья электромагнитного контактора постоянного тока.
  - 5) Реле тока серии РТ-40.
  - 6) Реле напряжения серии РН-53.
  - 7) Промежуточное реле постоянного тока с замедлением РП-251.
  - 8) Двухобмоточное промежуточное реле РП-232.
  - 9) Двухпозиционное реле типа РП-8.
  - 10) Промежуточное (трансформаторное) реле типа РП-341.
  - 11) Магнитный пускатель типа ПМЕ, ПМЛ, ПАЕ.
  - 12) Тепловые реле типа РТТ.
  - 13) Герметичные контакты (герконы).
  - 14) Измерительные трансформаторы тока.
3. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – доска, мультимедийный проектор, экран.
4. Помещения для самостоятельной работы обучающихся – персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

(обязательное)

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Аудиторная самостоятельная работа студентов на лекционных и лабораторных занятиях включает в себя: 1) выполнение лабораторных работ на специализированных стендах согласно программам проведения исследований, указанным в методических указаниях; 2) выполнение расчетной и графической частей отчета по лабораторной работе с консультациями преподавателя; 3) написание аудиторных контрольных работ.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения и проработки лекционного материала и рекомендованной литературы, написания законченного отчета по лабораторной работе и подготовке к защите, а также в подготовке к устным опросам, аудиторным контрольным работам и экзамену.

### **Примеры устных опросов:**

#### **Устный опрос №1**

1. Какова основная роль электрических аппаратов в системе электроснабжения?
2. Назовите общие определения и классификация электрических аппаратов.
3. Каковы основные требования, предъявляемые к электрическим аппаратам?

#### **Устный опрос №2**

1. Чем определяется физическая природа и направление действия ЭДУ?
2. Какие основные факторы влияют на величину и направление ЭДУ между параллельными проводниками и взаимно перпендикулярными проводниками?
3. Какие основные факторы влияют на величину и направление ЭДУ в кольцевом витке, катушке, в проводниках переменного сечения и при наличии ферромагнитных стенок?
4. Какие особенности имеют ЭДУ при переменном токе?
5. Как рассчитывается электродинамическая стойкость электрических аппаратов?

#### **Устный опрос №3**

Потери энергии в деталях электрических аппаратов. Передача тепла. Режимы работы электрических аппаратов, допустимые температуры нагрева токоведущих частей электрических аппаратов. Нагрев и охлаждение электрических аппаратов при различных режимах работы. Термическая стойкость электрических аппаратов.

#### **Устный опрос №4**

Процессы в дуговом промежутке. Вольтамперные характеристики дуги. Условия горения и гашения дуги постоянного тока. Особенности горения и гашения дуги переменного тока. Способы гашения электрической дуги в электрических аппаратах. Бездуговая коммутация цепей переменного тока.

#### **Устный опрос №5**

Электромагнитные системы электрических аппаратов. Основные принципы расчета электромагнитных систем. Обмотки электромагнитов. Сила тяги электромагнитов. Тяговые и механические характеристики электромагнитов. Динамика работы электромагнитов.

#### **Устный опрос №6**

Электрические контакты. Переходное сопротивление контактов. Контактные пары постоянного и переменного тока. Магнитные пускатели. Контактные пары, пускатели с использованием полупроводниковых элементов.

#### **Устный опрос №7**

Назначение и виды реле. Классификация реле, требования к ним, основные параметры и характеристики. Электромагнитные реле защиты и управления. Коэффициент возврата. Конструкции электромагнитных реле тока и напряжения, их применение. Индукционные реле. Реле направления мощности. Реле частоты. Тепловые реле. Позисторная защита двигателей.

### **Устный опрос №8**

Трансформаторы тока. Устройство, принцип действия, схема замещения, погрешности трансформаторов тока. Схемы включения трансформаторов тока. Трансформаторы напряжения. Назначение, основные параметры, погрешности трансформаторов напряжения.

### **Устный опрос №9**

Предохранители. Плавкие вставки. Выбор предохранителей. Автоматические воздушные выключатели. Токоведущие части, дугогасительная система, приводы, расцепители. Выбор автоматических выключателей.

### **Примеры заданий к аудиторной контрольной работе №1**

Аудиторная контрольная работа №1 – Классификация аппаратов, основные требования к электрическим аппаратам. Электродинамические усилия в электрических аппаратах. Нагрев электрических аппаратов.

Перечень вопросов к контрольной работе:

К какой категории электрических аппаратов относится реактор?

- а) защитные аппараты
- б) контролирующие аппараты
- в) ограничивающие аппараты
- г) измерительные аппараты

Защитные свойства оболочки электрического аппарата обозначаются буквами

- а) IM
- б) IC
- в) IP
- г) IN

Какое климатическое условие соответствует климатическому исполнению «О»?

- а) умеренный климат
- б) общетропический климат
- в) общеклиматический
- г) тропический влажный климат

Категории размещения «под навесом» соответствует обозначение

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4

По какой формуле определяются электродинамические усилия между двумя проводниками?

- а)  $F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{2l}{a}$
- б)  $F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i^2 \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}$
- в)  $F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i^2 \cdot \ln \frac{a}{2}$

По какой формуле определяются электродинамические усилия в проводнике с переменным сечением?

$$\text{а) } F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{2l}{a}$$

$$\text{б) } F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i^2 \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}$$

$$\text{в) } F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i^2 \cdot \ln \frac{a}{2}$$

Электродинамические усилия между двумя параллельными проводниками, через которых протекает переменный ток, пропорциональны

- а) квадрату тока
- б) квадрату напряжения
- в) квадрату сопротивления
- г) току в 1-й степени

Причиной возникновения аperiodической составляющей тока при переходных процессах в сетях высокого напряжения является

- а) индуктивный характер цепи
- б) емкостной характер цепи
- в) чисто активный характер цепи

Температура считается установившейся, если за 1 час нагрева она изменяется не более чем на

- а) 1° С
- б) 5° С
- в) 10° С
- г) 0,1° С

Режим работы электрического аппарата, при котором за период включения аппарат не успевает нагреться до  $Q_{уст}$ , а за время паузы успевает остыть до  $Q_{о.с.}$

- а) продолжительный режим работы
- б) прерывисто-продолжительный
- в) кратковременный

### Примеры заданий к аудиторной контрольной работе №2

Аудиторная контрольная работа №2 – Основы теории горения и гашения электрической дуги. Магнитные цепи и электромагнитные механизмы аппаратов. Контактные и пускатели. Релейные аппараты. Аппараты для измерения электрических величин. Аппараты распределительных устройств низкого и высокого напряжений. Перечень вопросов к контрольной работе:

Сульфидные пленки на поверхности контактов электрических аппаратов – результат взаимодействия металла с

- а) азотом
- б) серой
- в) кислородом
- г) углеродом

Что из перечисленного не является требованием к материалу контактных соединений

- а) высокая электропроводность
- б) высокая теплопроводность
- в) высокая твердость для уменьшения усилия нажатия
- г) высокая твердость для уменьшения механического износа

Расстояние, которое перемещается подвижная контактная система после касания контактов

- а) раствор
- б) провал
- в) зазор

Способ гашения электрической дуги, при котором используется множество медных или железных пластин

- а) перемещение дуги
- б) растягивание дуги
- в) соприкосновение дуги с поверхностью
- г) деление дуги на ряд коротких

Химическая формула элегаза

- а)  $S_6H$
- б)  $SH_6$
- в)  $S_6F$
- г)  $SF_6$

Класс точности трансформатора тока гарантируется для определенного значения

- а) вторичного тока цепи
- б) вторичного напряжения цепи
- в) вторичного сопротивления цепи

При каком токе в электромагнитных реле возникает вибрация, ухудшающая его эксплуатационные характеристики

- а) постоянном
- б) переменном
- в) в обоих случаях

Максимальное значение тока к.з., которое выключатель способен включить и отключить, оставаясь в исправном состоянии

- а) электродинамическая стойкость
- б) предельная коммутационная способность
- в) термическая стойкость

Автоматы с выдержкой времени при перегрузках и мгновенного срабатывания при токах короткого замыкания называют

- а) нормальными
- б) быстродействующими
- в) селективными
- г) неселективными

Что характеризует термин «величина пускателя»?

- а) допустимый ток контактов магнитного пускателя
- б) допустимое напряжение контактов магнитного пускателя
- в) допустимую температуру нагрева контактов магнитного пускателя
- г) габаритные размеры магнитного пускателя

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(обязательное)

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Код индикатора                                                                                                                                                 | Индикатор достижения компетенции                                                                  | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-5: Способен оценивать нормальные, утяжеленные и послеаварийные режимы и ликвидировать аварийные режимы работы объектов профессиональной деятельности</b> |                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ПК-5.1                                                                                                                                                         | Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций | <p><b>Перечень вопросов для промежуточной аттестации:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные требования к электрическим аппаратам.</li> <li>2. Классификация электрических аппаратов.</li> <li>3. Электродинамические усилия в электрических аппаратах.</li> <li>4. Электродинамические усилия при переменном токе.</li> <li>5. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Как проверить электрические аппараты на Электродинамическая стойкость.</li> <li>6. Нагрев электрических аппаратов при продолжительном режиме работы.</li> <li>7. Нагрев электрических аппаратов при кратковременном режиме работы.</li> <li>8. Нагрев электрических аппаратов при повторно-кратковременном режиме работы.</li> <li>9. Термическая стойкость электрических аппаратов. Проверка электрических аппаратов на термическую стойкость.</li> <li>10. Электрическая дуга как вид электрического разряда в газах.</li> </ol> <p><b>Методические рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации:</b><br/>Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине заключается в самостоятельной детальной проработке лекционного материала и материала, вынесенного на самостоятельное изучение с использованием рекомендуемой основной и дополнительной литературы. Рекомендуется производить подготовку систематически, используя все время, предусмотренное учебным планом для самостоятельной работы.</p> <p><b>Примерные практические задания:</b></p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |          |     |     |      |      |      |      |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |          |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |               |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |               |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
|----------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|-----|-----|------|------|------|------|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|---------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                |                                  | <p><b>ЗАДАЧА 1.</b> Токоподвод к автоматическому выключателю постоянного тока выполнен медными прямоугольными шинами сечением <math>b \times h</math>, расположенными параллельно широкой стороне друг к другу на расстоянии <math>a</math> и закрепленными на опорных изоляторах на расстоянии <math>\ell</math> между соседними изоляторами. Выбрать размеры сечения <math>b</math> и <math>h</math> токоподводящих шин, исходя из</p> <p>длительного режима работы выключателя при <math>I_{ном}</math> и его электродинамической стойкости при сквозном токе короткого замыкания <math>I_{кз}</math> (максимальное значение пропускаемого тока). Данные для расчета представлены в табл. 2.</p> <p style="text-align: right;"><i>Таблица 2</i></p> <table><tr><th rowspan="2">Параметры</th><th colspan="10">ВАРИАНТЫ</th></tr><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th></tr><tr><td><math>a</math>, мм</td><td>60</td><td>60</td><td>65</td><td>70</td><td>75</td><td>80</td><td>90</td><td>100</td><td>110</td><td>120</td></tr><tr><td><math>\ell</math>, мм</td><td>150</td><td>160</td><td>170</td><td>170</td><td>180</td><td>180</td><td>200</td><td>200</td><td>210</td><td>210</td></tr><tr><td><math>I_{ном}</math>, А</td><td>160</td><td>200</td><td>250</td><td>400</td><td>600</td><td>800</td><td>1000</td><td>1600</td><td>2000</td><td>2500</td></tr><tr><td><math>I_{кз}</math>, кА</td><td>55</td><td>60</td><td>75</td><td>80</td><td>100</td><td>120</td><td>160</td><td>200</td><td>250</td><td>300</td></tr></table> <p style="text-align: center;">Методические указания</p> <p>1. Определение размеров сечения шин, исходя из длительного режима работы</p> $S_{дл} = \frac{I_{ном}}{j_{доп}} \text{ ,}$ <p>где <math>j_{доп} = 2 \text{ А/мм}^2</math> – допустимая из условий нагрева шинопровода плотность тока.</p> <p>Отношение узкой стороны сечения шинопровода к его широкой стороне <math>b/h</math> обычно принимается в пределах от 0,1 до 0,25. При этом размеры сечения выбираются из стандартных рядов для медного проката. Для размера <math>b</math>: ... 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12...мм, для размера <math>h</math>: ... 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120 ... мм.</p> <p>Выбранные размеры <math>b</math> и <math>h</math> должны обеспечивать сечение не менее <math>S_{дл}</math> и максимально близкое к нему.</p> | Параметры | ВАРИАНТЫ |     |     |      |      |      |      |  |  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | $a$ , мм | 60 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | $\ell$ , мм | 150 | 160 | 170 | 170 | 180 | 180 | 200 | 200 | 210 | 210 | $I_{ном}$ , А | 160 | 200 | 250 | 400 | 600 | 800 | 1000 | 1600 | 2000 | 2500 | $I_{кз}$ , кА | 55 | 60 | 75 | 80 | 100 | 120 | 160 | 200 | 250 | 300 |
| Параметры      | ВАРИАНТЫ                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |          |     |     |      |      |      |      |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |          |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |               |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |               |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
|                | 1                                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3         | 4        | 5   | 6   | 7    | 8    | 9    | 10   |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |          |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |               |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |               |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| $a$ , мм       | 60                               | 60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 65        | 70       | 75  | 80  | 90   | 100  | 110  | 120  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |          |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |               |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |               |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| $\ell$ , мм    | 150                              | 160                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 170       | 170      | 180 | 180 | 200  | 200  | 210  | 210  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |          |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |               |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |               |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| $I_{ном}$ , А  | 160                              | 200                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 250       | 400      | 600 | 800 | 1000 | 1600 | 2000 | 2500 |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |          |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |               |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |               |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| $I_{кз}$ , кА  | 55                               | 60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 75        | 80       | 100 | 120 | 160  | 200  | 250  | 300  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |          |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |               |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |               |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                  | <p>2. Определение размеров сечения шин, исходя из электродинамической стойкости при токе короткого замыкания.</p> <p>Электродинамическая сила, действующая на участок шинопровода длиной <math>\ell</math>,</p> $P_{\text{эд}} = 10^{-7} K K_{\phi} I_{\text{кз}}^2 \quad ,$ <p>где <math>K = \frac{2\ell}{a} \left[ \sqrt{1 + \left(\frac{a}{\ell}\right)^2} - \frac{a}{\ell} \right]</math> – коэффициент контура;</p> <p><math>K_{\phi}</math> – коэффициент формы, определяется по кривым Двайта.</p> <p>Максимальное изгибающее механическое напряжение в шине</p> $\sigma_{\text{max}} = \frac{P_{\text{эд}} \ell}{12 W_{\text{из}}} = \frac{P_{\text{эд}} \ell}{2 h b^2} \quad ,$ <p>где <math>W_{\text{из}} = \frac{h b^2}{6}</math> – момент сопротивления изгибу шины, мм<sup>3</sup>.</p> <p>Если <math>\sigma_{\text{max}} \leq \sigma_{\text{дон}} = 13,7 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2</math>, то сечение медных токоподводящих шин, выбранное исходя из длительного режима работы, принимается окончательным. Если же <math>\sigma_{\text{max}} &gt; \sigma_{\text{дон}}</math>, то необходимо увеличить толщину шинопровода, исходя из соотношения</p> $b = \sqrt{\frac{P_{\text{эд}} \ell}{2 h \sigma_{\text{дон}}}} \quad .$ <p>Это значение <math>\ell</math> также должно выбираться из стандартного ряда.</p> <p><b>Устные опросы:</b><br/> <b>Устный опрос №1</b><br/>         Роль электрических аппаратов в электроснабжении. Общие определения и классификация электрических аппаратов. Основные требования, предъявляемые к электрическим аппаратам.</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции                                                                                  | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                                                                                                   | <p><b>Устный опрос №2</b><br/> Физическая природа ЭДУ, направление действия ЭДУ, методы расчета. ЭДУ между параллельными проводниками, взаимноперпендикулярными проводниками. ЭДУ в кольцевом витке, катушке, в проводниках переменного сечения, при наличии ферромагнитных масс. ЭДУ при переменном токе. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов.</p> <p><b>Устный опрос №3</b><br/> Потери энергии в деталях электрических аппаратов. Передача тепла. Режимы работы электрических аппаратов, допустимые температуры нагрева токоведущих частей электрических аппаратов. Нагрев и охлаждение электрических аппаратов при различных режимах работы. Термическая стойкость электрических аппаратов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ПК-5.2         | Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики | <p><b>Перечень вопросов для промежуточной аттестации:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды ионизации и деионизации межконтактного промежутка.</li> <li>2. Способы гашения электрической дуги.</li> <li>3. Электрические контакты. Переходное сопротивление контактов.</li> <li>4. Конструкции электрических контактов. Параметры.</li> <li>5. Электромагниты. Сила тяги электромагнитов постоянного тока.</li> <li>6. Особенности электромагнитов переменного тока.</li> <li>7. Предохранители. Конструкции, выбор предохранителей.</li> <li>8. Измерительные трансформаторы тока. Назначение, основные параметры.</li> <li>9. Погрешности трансформаторов тока. Классы точности.</li> <li>10. Схемы соединения трансформаторов тока и реле.</li> </ol> <p><b>Устные опросы:</b><br/> <b>Устный опрос №4</b><br/> Процессы в дуговом промежутке. Вольтамперные характеристики дуги. Условия горения и гашения дуги постоянного тока. Особенности горения и гашения дуги переменного тока. Способы гашения электрической дуги в электрических аппаратах. Бездуговая коммутация цепей переменного тока.</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                  | <p><b>Устный опрос №5</b><br/>         Электромагнитные системы электрических аппаратов. Основные принципы расчета электромагнитных систем. Обмотки электромагнитов. Сила тяги электромагнитов. Тяговые и механические характеристики электромагнитов. Динамика работы электромагнитов.</p> <p><b>Устный опрос №6</b><br/>         Электрические контакты. Переходное сопротивление контактов.<br/>         Контактные пары постоянного и переменного тока. Магнитные пускатели. Контактные пары, пускатели с использованием полупроводниковых элементов.</p> <p><b>Примеры заданий к аудиторной контрольной работе №1</b><br/>         Аудиторная контрольная работа №1 – Классификация аппаратов, основные требования к электрическим аппаратам. Электродинамические усилия в электрических аппаратах. Нагрев электрических аппаратов.<br/>         Перечень вопросов к контрольной работе:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. К какой категории электрических аппаратов относится реактор?           <ol style="list-style-type: none"> <li>а) защитные аппараты</li> <li>б) контролирующие аппараты</li> <li>в) ограничивающие аппараты</li> <li>г) измерительные аппараты</li> </ol> </li> <li>2. Защитные свойства оболочки электрического аппарата обозначаются буквами           <ol style="list-style-type: none"> <li>а) IM</li> <li>б) IC</li> <li>в) IP</li> <li>г) IN</li> </ol> </li> <li>3. Какое климатическое условие соответствует климатическому исполнению «О»?           <ol style="list-style-type: none"> <li>а) умеренный климат</li> </ol> </li> </ol> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                  | <p>б) общетропический климат<br/>в) общеклиматический<br/>г) тропический влажный климат</p> <p>4. Категории размещения «под навесом» соответствует обозначение<br/>а) 1<br/>б) 2<br/>в) 3<br/>г) 4</p> <p>5. По какой формуле определяются электродинамические усилия между двумя проводниками?<br/>а) <math>F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{2l}{a}</math><br/>б) <math>F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i^2 \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}</math><br/>в) <math>F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i^2 \cdot \ln \frac{a}{2}</math></p> <p>6. По какой формуле определяются электродинамические усилия в проводнике с переменным сечением?<br/>а) <math>F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{2l}{a}</math><br/>б) <math>F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i^2 \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}</math><br/>в) <math>F = \frac{M_0}{4\pi} \cdot i^2 \cdot \ln \frac{a}{2}</math></p> <p>7. Электродинамические усилия между двумя параллельными проводниками, через которых протекает переменный ток, пропорциональны<br/>а) квадрату тока<br/>б) квадрату напряжения<br/>в) квадрату сопротивления<br/>г) току в 1-й степени</p> <p>8. Причиной возникновения апериодической составляющей тока при переходных процессах в сетях высокого напряжения является<br/>а) индуктивный характер цепи</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                                                                     | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                                                                                                                                                                                      | <p>б) емкостной характер цепи<br/>в) чисто активный характер цепи</p> <p>9. Температура считается установившейся, если за 1 час нагрева она изменяется не более чем на<br/>а) 1° С<br/>б) 5° С<br/>в) 10° С<br/>г) 0,1° С</p> <p>10. Режим работы электрического аппарата, при котором за период включения аппарат не успевает нагреться до <math>Q_{уст}</math>, а за время паузы успевает остыть до <math>Q_{о.с.}</math><br/>а) продолжительный режим работы<br/>б) прерывисто-продолжительный<br/>в) кратковременный</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ПК-5.3         | Составляет схемы замещения на обслуживаемом оборудовании, рассчитывает параметры режима короткого замыкания на оборудовании РУ и ЛЭП, рассчитывает и выбирает уставки и характеристики устройств РЗА | <p><b>Перечень вопросов для промежуточной аттестации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерительные трансформаторы напряжения.</li> <li>2. Магнитные пускатели. Схема управления реверсивным асинхронным двигателем.</li> <li>3. Реле. Классификации и параметры реле.</li> <li>4. Тепловые и температурные реле.</li> <li>5. Максимальные реле тока серии РТ-40.</li> <li>6. Реле минимального напряжения серии РН-54.</li> <li>7. Промежуточные реле. Реле с замедлением при срабатывании и возврате.</li> <li>8. Реле времени.</li> <li>9. Предохранители. Назначение, характеристики, выбор.</li> <li>10. Автоматические воздушные выключатели. Назначение, устройство, основные элементы.</li> <li>11. Защитные характеристики автоматических воздушных выключателей.</li> </ol> <p><b>Устные опросы:</b><br/><b>Устный опрос №7</b><br/>Назначение и виды реле. Классификация реле, требования к ним, основные параметры и</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                  | <p>характеристики. Электромагнитные реле защиты и управления. Коэффициент возврата. Конструкции электромагнитных реле тока и напряжения, их применение. Индукционные реле. Реле направления мощности. Реле частоты. Тепловые реле. Позисторная защита двигателей.</p> <p><b>Устный опрос №8</b><br/> Трансформаторы тока. Устройство, принцип действия, схема замещения, погрешности трансформаторов тока. Схемы включения трансформаторов тока. Трансформаторы напряжения. Назначение, основные параметры, погрешности трансформаторов напряжения.</p> <p><b>Устный опрос №9</b><br/> Предохранители. Плавкие вставки. Выбор предохранителей. Автоматические воздушные выключатели. Токоведущие части, дугогасительная система, приводы, расцепители. Выбор автоматических выключателей.</p> <p><b>Примеры заданий к аудиторной контрольной работе №2</b><br/> Аудиторная контрольная работа №2 – Основы теории горения и гашения электрической дуги. Магнитные цепи и электромагнитные механизмы аппаратов. Контактторы и пускатели. Релейные аппараты. Аппараты для измерения электрических величин. Аппараты распределительных устройств низкого и высокого напряжений. Перечень вопросов к контрольной работе:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сульфидные пленки на поверхности контактов электрических аппаратов – результат взаимодействия металла с <ol style="list-style-type: none"> <li>а) азотом</li> <li>б) серой</li> <li>в) кислородом</li> <li>г) углеродом</li> </ol> </li> <li>2. Что из перечисленного не является требованием к материалу контактных соединений <ol style="list-style-type: none"> <li>а) высокая электропроводность</li> <li>б) высокая теплопроводность</li> <li>в) высокая твердость для уменьшения усилия нажатия</li> </ol> </li> </ol> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                  | <p>г) высокая твердость для уменьшения механического износа</p> <p>3. Расстояние, на которое перемещается подвижная контактная система после касания контактов</p> <p>а) раствор<br/>б) провал<br/>в) зазор</p> <p>4. Способ гашения электрической дуги, при котором используется множество медных или железных пластин</p> <p>а) перемещение дуги<br/>б) растягивание дуги<br/>в) соприкосновение дуги с поверхностью<br/>г) деление дуги на ряд коротких</p> <p>5. Химическая формула элегаза</p> <p>а) <math>S_6H</math><br/>б) <math>SH_6</math><br/>в) <math>S_6F</math><br/>г) <math>SF_6</math></p> <p>6. Класс точности трансформатора тока гарантируется для определенного значения</p> <p>а) вторичного тока цепи<br/>б) вторичного напряжения цепи<br/>в) вторичного сопротивления цепи</p> <p>7. При каком токе в электромагнитных реле возникает вибрация, ухудшающая его эксплуатационные характеристики</p> <p>а) постоянном<br/>б) переменном<br/>в) в обоих случаях</p> <p>8. Максимальное значение тока к.з., которое выключатель способен включить и отключить, оставаясь в исправном состоянии</p> <p>а) электродинамическая стойкость</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                  | <p>б) предельная коммутационная способность<br/>в) термическая стойкость</p> <p>9. Автоматы с выдержкой времени при перегрузках и мгновенного срабатывания при токах короткого замыкания называют</p> <p>а) нормальными<br/>б) быстродействующими<br/>в) селективными<br/>г) неселективными</p> <p>10. Что характеризует термин «величина пускателя»?</p> <p>а) допустимый ток контактов магнитного пускателя<br/>б) допустимое напряжение контактов магнитного пускателя<br/>в) допустимую температуру нагрева контактов магнитного пускателя<br/>г) габаритные размеры магнитного пускателя</p> |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

- на оценку «отлично» – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

- на оценку «хорошо» – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

- на оценку «удовлетворительно» – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

- на оценку «неудовлетворительно» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.