

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО

Директор института заочного образования

канд. пед. наук, доцент С.Е. Спесивцева
« 20 » _____ 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

канд. техн. наук, доцент А.В. Белоусов
« 20 » _____ 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ

направление подготовки:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки:

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

**Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем
Кафедра электроэнергетики и автоматики**

Белгород 2021

Программа дисциплины составлена на основании требований:

▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом № 144 Министерства образования и науки Российской Федерации 28 февраля 2018 г.

▪ учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: канд. техн. наук _____ (А. В. Бабаевский)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматике

« 15 » мая 2021 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____ (А. В. Белоусов)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой электроэнергетики и автоматике

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____ (А. В. Белоусов)

« 15 » мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 20 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доцент _____ (А. Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Категория (группа) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине |
|--------------------------------|---|---|--|
| общепрофессиональная | ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин | ОПК-4.8. Использует методы анализа электрических цепей с электрическими и электронными аппаратами | <p>Знания физических и энергетических явлений в электрических цепях с электрическими и электронными аппаратами при различных режимах работы;</p> <p>физических и энергетических явлений в различных режимах работы электрических и электронных аппаратов, различных способов их описания на основе математических моделей;</p> <p>Умения анализировать работу электрических и электронных аппаратов; вычислять значения входных и выходных напряжений и токов; использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации электрических и электронных аппаратов.</p> <p>Навыки количественного оценивания изменений электромагнитных переменных в уравнениях, описывающих состояние электрических и электронных аппаратов;</p> <p>прогнозирования функционирования электрических и электронных аппаратов при изменении этих переменных, а также управляющих и возмущающих воздействий; методами анализа и синтеза электрических и электронных аппаратов, методами определения их характеристик и параметров с применением специализированного программного обеспечения.</p> |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

| Стадия | Наименования дисциплины |
|--------|--------------------------------------|
| 1 | Теоретические основы электротехники |
| 2 | Промышленная электроника |
| 3 | Электрические машины |
| 4 | Электрические и электронные аппараты |

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации экзамен (6 семестр)

| Вид учебной работы | Всего часов | Се- местр № 6 |
|---|-------------|---------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 180 | 180 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.: | 14 | 14 |
| лекции | 4 | 4 |
| лабораторные | 4 | 4 |
| практические | 4 | 4 |
| групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации | 2 | 2 |
| Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе: | 166 | 166 |
| Курсовой проект | - | - |
| Курсовая работа | - | - |
| Расчетно-графическое задание | 24 | 24 |
| Индивидуальное домашнее задание | | |
| Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 100 | 100 |
| Экзамен | 42 | 42 |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 6

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание) | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час | | | |
|---|---|---|--------------|--------------|------------------------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа |
| 1. Введение | | | | | |
| | Предмет и содержание дисциплины. Краткие сведения об истории развития электроаппаратостроения в России и за рубежом. Значение электрических аппаратов для распределения электроэнергии, для защиты электроцепей при аварийных ситуациях, для управления современным электроприводом и автоматизированными промышленными объектами. Основные термины и определения. Классификация электрических и электронных аппаратов. | | | | 4 |
| 2. Физические явления и процессы в электрических аппаратах | | | | | |
| 2.1 | Источники теплоты в электрических аппаратах. Способы распространения теплоты в электрических аппаратах. Задачи тепловых расчетов. Теплоотдача конвекцией и излучением, теплопроводность в частях электрических аппаратов. | | | | 10 |
| 2.2 | Режимы нагрева и термическая стойкость электрических аппаратов. Классификация электрических контактов. | | 1 | | 8 |
| 2.3 | Контактная поверхность и контактное сопротивление. Нагрев контактов. Режимы работы контактов. Материалы контактов. | | 1 | | 9 |
| 2.4 | Процессы в дуговом промежутке. Вольт-амперная характеристика электрической дуги. | | | | 4 |
| 2.5 | Условия гашения дуги. Способы гашения электрической дуги. | | 1 | | 5 |
| 2.6 | Основные понятия в теории ферромагнетизма. Кривые намагничивания и петли гистерезиса. Магнитные материалы. | | | | 6 |
| 2.7 | Магнитная система и цепь аппаратов. Расчет электродинамических усилий. | | | | 8 |
| 2.8 | Расчет электродинамических усилий по энергетическим зависимостям. Электродинамические усилия при переменном токе. | | 1 | | 10 |
| 3. Электрические аппараты низкого напряжения | | | | | |
| 3.1 | Реле. Классификация. Принцип действия электромаг- | 1 | | 2 | 16 |

| | | | | | |
|----------------------------------|--|---|---|---|-----|
| | нитных реле. Основные параметры реле. Выбор электромагнитных реле. Поляризованные электромагнитные реле: назначение, устройство и виды. Герконовые реле. Тепловое реле. | | | | |
| 3.2 | Устройство, принцип действия предохранителя и согласование его с защищаемым объектом. Основные параметры. Назначение, устройство и выбор рубильников и пакетных выключателей. Контакторы и магнитные пускатели. Назначение, принцип действия, основные узлы контакторов. | | | | 10 |
| 3.3 | Виды контакторов и магнитных пускателей. Основные параметры. Режимы работы. Тепловые реле. Принцип действия. Аппараты температурной и токовой защиты. Автоматические выключатели. Расцепители. Виды автоматических выключателей. | 1 | | 2 | 14 |
| 4. Аппараты высокого напряжения. | | | | | |
| | Назначение и классификация аппаратов высокого напряжения. Условия работы и общие требования. Основные параметры. Воздушные, элегазовые, масляные и вакуумные выключатели. Конструкция и принцип действия. Сравнительные характеристики. | 1 | | | 16 |
| 5. Силовые электронные аппараты. | | | | | |
| 5.1 | Общие сведения об электронных ключах и бездуговой коммутации. Статические и динамические режимы работы ключей. Основные классы силовых транзисторов и их характеристики. | 1 | | | 12 |
| 5.2 | Быстродействие и безопасность работы силовых транзисторов. Принцип действия тиристоров. Статические и динамические характеристики. Типы тиристоров и их защита. | | | | 10 |
| 6. Гибридные аппараты | | | | | |
| 6.1 | Общие сведения о статических и гибридных аппаратах. Статические и гибридные аппараты постоянного тока. Транзисторные реле и контакторы. Тиристорные контакторы. Гибридные аппараты постоянного тока. | | | | 12 |
| 6.2 | Статические и гибридные коммутационные аппараты переменного тока. Тиристорные контакторы переменного тока с естественной и искусственной коммутацией. Гибридные аппараты. | | | | 12 |
| | ВСЕГО | 4 | 4 | 4 | 166 |

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема практического (семинарского) занятия | К-во часов | К-во часов СРС |
|-------------|---|---|------------|----------------|
| семестр № 6 | | | | |
| 1 | Физические явления и процессы в электрических аппаратах | Режимы нагрева и термическая стойкость электрических аппаратов. | 1 | 4 |
| 2 | Физические явления и процессы в электрических аппаратах | Контактная поверхность и контактное сопротивление. Нагрев контактов. Материалы контактов. | 1 | 4 |
| 3 | Физические явления и процессы в электрических аппаратах | Условия гашения дуги. Способы гашения электрической дуги. | 1 | 4 |
| 4 | Физические явления и процессы в электрических аппаратах | Расчет электродинамических усилий по энергетическим зависимостям. Электродинамические усилия при переменном токе. | 1 | 4 |
| ИТОГО: | | | 4 | 16 |
| ВСЕГО: | | | | 20 |

4.3 Содержание лабораторных занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема лабораторного занятия | К-во часов | К-во часов СРС |
|-------------|---|---|------------|----------------|
| семестр № 6 | | | | |
| 1 | Электрические аппараты низкого напряжения | Исследование реле переменного и постоянного тока. | 2 | 8 |
| 2 | Электрические аппараты низкого напряжения | Исследование автоматических выключателей. Изучение конструкции и принципа действия теплового реле | 2 | 8 |
| ИТОГО: | | | 4 | 16 |
| ВСЕГО: | | | | 34 |

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

4.5 Содержание расчетно-графического задания.

Расчетно-графическое задание предназначено для практических навыков расчета элементов электрических аппаратов и процессов, происходящих при их работе.

Расчетно-графическое задание состоит из 4 заданий, по одному из каждой темы раздела «Физические явления и процессы в электрических аппаратах».

Расчетно-графическое задание оформляется на листах формата А4 объемом до 10 страниц и включает:

- титульный лист;
- задание;
- основные теоретические положения, расчётные формулы, расчёты, необходимые рисунки и характеристики;
- список используемой литературы.

Пример расчетно – графического задания (семестр № 6)

| | |
|------------|--|
| Задание №1 | Определить необходимый диаметр константановой проволоки элемента сопротивления пускового реостата, если известно, что при начальной температуре сопротивления $\vartheta_n=50^\circ\text{C}$ элемент сопротивления в течение одной секунды нагружается током $I=50$ А. Для константана допустимая температура в кратковременном режиме $\vartheta_{\text{доп}}=200^\circ\text{C}$. |
| Задание №2 | Через ножи протекает ток трехфазного к. з. промышленной частоты $f = 50$ Гц, максимальное значение которого $I_{\text{мах}} = 80$ кА. Расстояние между полюсами разъединителя данного типа $h = 450$ мм, длина ножей $l = 635$ мм. При расчете пренебречь влиянием аperiodической составляющей тока к. з. Подобрать требуемое по прочности и жесткости сечение ножей, приняв, что каждый нож состоит из двух медных пластин, жестко закрепленных в нижней части разъединителя и свободно опирающихся в верхней части, где имеются подвижные размыкающие контакты. При расчете на жесткость исходить из условия, что частота собственных колебаний ножей должна быть меньше двойной частоты сети. |
| Задание №3 | Определить графоаналитическим методом время угасания дуги, если в цепи сопротивление $R = 3$ Ом, индуктивность $L = 120$ мГн, напряжение источника $U_{\text{и}} = 400$ В, а вольт-амперная характеристика описывается уравнением $U_{\text{д}} = C i^{-a} l$, где $l = 1,2 l_{\text{кр}}$; $C = 80$; $a = 0,5$, $l_{\text{кр}}$ — критическая длина дуги. |
| Задание №4 | Определить минимальный сваривающий ток к. з. одноточечного латунного контакта разъединителя, сжимаемого с силой $P = 150$ Н, если подводящие шины дополнительно сжимают контакты с максимальной электродинамической силой, развиваемой током. Размеры шин 5×30 мм, расстояние между шинами $a = 10$ мм, а длина их $l = 0,5$ м. |

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. **Компетенция ОПК-4.** Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

| Наименование индикатора достижения компетенции | Используемые средства оценивания |
|---|---|
| ОПК-4.8. Использует методы анализа электрических цепей с электрическими и электронными аппаратами | Защита расчетно-графического задания, экзамен |

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется в конце пятого семестра изучения дисциплины в форме экзамена.

Вопросы для подготовки к экзамену

Экзамен проводится письменно в виде ответов на 3 теоретических вопроса. Для подготовки письменного ответа на вопросы билета, которые студент выбирает случайным образом, отводится 45 минут. После проверки ответов преподаватель проводит со студентом собеседование с целью определения уровня освоения студентом изученного материала и может задать дополнительные вопросы.

Распределение вопросов по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Перечень тем и вопросов для подготовки к экзамену

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание вопросов (типовых заданий) |
|-------|---|--|
| 1 | Введение | 1. Понятие «электрический аппарат». Классификация ЭА. 2. Технические параметры электрических аппаратов. Степени защиты и климатическое исполнение ЭА. 3. Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам. Обозначение ЭА. |
| 2 | Физические явления и процессы в электрических аппаратах | 1. Понятие «контакт». Конструкции контактов. 2. Сопротивление контактов. 3. Нагрев контактов. 4. Режимы работы контактов. Материалы контактов. 5. Понятие «электрическая дуга». 6. Физические процессы в электрической дуге. 7. Вольтамперные характеристики дуги. 8. Условия гашения дуги постоянного тока. 9. Условия гашения дуги переменного тока. |

| | | |
|---|---|--|
| | | <ol style="list-style-type: none"> 10. Способы гашения дуги. Дугогасительные устройства. 11. Нагрев и охлаждение электрических аппаратов. Ограничение температуры элементов аппаратов. 12. Задачи теплового расчета. Источники тепла в электрических аппаратах. Расчет мощности потерь. 13. Способы теплообмена. 14. Режимы работы и нагрева электрических аппаратов. 15. Процесс нагрева при коротком замыкании. Термическая стойкость ЭА. 16. Понятие электродинамической силы. Методы расчета электродинамических сил. 17. Электродинамические силы между параллельными проводниками. 18. Электродинамические силы витка, катушки, между витками и катушками. 19. Электродинамические усилия на переменном токе. 20. Электродинамическая стойкость. 21. Понятие магнитной цепи. Методы расчета магнитных цепей. 22. Материалы магнитных цепей. 23. Понятие «электромагнит». Классификация электромагнитов. 24. Устройство и принцип действия электромагнита. 25. Электромагнитная сила. 26. Динамика электромагнита. 27. Ускорение и замедление срабатывания электромагнита. |
| 3 | Электрические аппараты низкого напряжения | <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие «контактор». Классификация контакторов. 2. Общие сведения о контакторах. Технические данные. 3. Устройство и принцип действия контактора. 4. Магнитные пускатели. Классификация, устройство. 5. Неревверсивная схема включения пускателя. 6. Ревверсивная схема включения пускателя. 7. Общие сведения о реле и классификация. 8. Основные параметры и характеристики реле. 9. Требования, предъявляемые к реле. 10. Типы реле. Принцип действия. 11. Поляризованные реле. 12. Реле времени. Устройство, принцип работы, характеристики. 13. Герконовые реле. Устройство, принцип работы, характеристики. 14. Тепловые реле. Устройство, принцип работы, характеристики. 15. Автоматические выключатели. Основные параметры, требования к автоматам, классификация. 16. Конструкции и типы автоматических выключателей. 17. Выбор автоматических выключателей. 18. Дифференциальный автомат и устройство защитного отключения. Принцип работы, назначение, отличия и область применения. 19. Понятие «предохранитель». Основные характеристики и параметры предохранителей. 20. Требования, предъявляемые к предохранителям. 21. Материалы предохранителей. |

| | | |
|---|-------------------------------|---|
| | | 22. Типы и конструкции предохранителей. 23. Выбор предохранителей. |
| 4 | Аппараты высокого напряжения. | 1. Выключатель высокого напряжения. Общие сведения и основные параметры. 2. Типы выключателей высокого напряжения. 3. Выбор выключателей высокого напряжения. 4. Разъединители: требования, конструкции, принцип подбора. 5. Отделители и короткозамыкатели: общие сведения и порядок подбора. |
| 5 | Силовые электронные аппараты. | 1. Понятие «электронный аппарат». Принцип действия, виды СПП. 2. Преимущества и недостатки электронных аппаратов. 3. Классификация электронных аппаратов. 4. Требования к электронным аппаратам. 5. Твердотельные реле: преимущества, классификация. 6. Общие сведения об электронных аппаратах высокого напряжения. 7. Системы управления электронными аппаратами. Виды и требования к СУ. 8. Схемы тиристорных аппаратов постоянного тока. |
| 6 | Гибридные аппараты | 1. Понятие гибридных аппаратов. Основные понятия и преимущества. 2. Принцип действия и схемы гибридных аппаратов. 3. Характеристики комбинированных аппаратов. 4. Гибридные электронные аппараты высокого напряжения 5. Схема гибридного контактора |

**Перечень контрольных материалов
для защиты курсового проекта/ курсовой работы
“Не предусмотрено учебным планом”**

**5.3. Типовые контрольные задания (материалы)
для текущего контроля в семестре**

Текущий контроль осуществляется в течение 6 семестра в форме выполнения и защиты расчетно-графического задания.

Примеры типовых вопросов для защиты расчетно-графического задания

Вопросы к заданию №1

1. Назовите основные источники теплоты в электрических аппаратах.
2. Какое явление называют явлением поверхностного эффекта?
3. Как зависит коэффициент поверхностного эффекта от удельного сопротивления материала проводника?

4. Чем объясняется нагрев нетоковедущих ферромагнитных частей электрических аппаратов, находящихся вблизи проводников с переменным током?
5. Перечислите меры борьбы с нагревом ферромагнитных нетоковедущих частей, находящихся в переменном магнитном поле.
6. Для какой цели применяют трубчатые проводники на переменном токе?
7. Для какой цели применяют продольные разрезы трубчатых проводников?
8. Объясните физический смысл коэффициента теплоотдачи с поверхности нагретого тела.
9. Почему коэффициент теплоотдачи в воде больше, чем в масле, а в масле больше, чем в воздухе?
10. Дайте основное определение постоянной времени нагрева.
11. Практически в течение какого времени в долях от постоянной времени нагрева, процесс нагрева можно считать адиабатическим?
12. Какое из двух геометрически подобных тел, большое или маленькое, достигнет быстрее установившейся температуры?
13. Дайте определение коэффициента перегрузки по мощности и по току при повторно-кратковременном режиме нагрева.
14. Напишите в общем виде критериальное уравнение для случая конвективной теплоотдачи с поверхности тела.
15. Какой вид имеет график изменения температуры в плоской стенке без внутренних источников теплоты при передаче через нее теплоты теплопроводностью?
16. Напишите выражение аналога закона Ома для теплопроводности и объясните физический смысл входящих величин.
17. Напишите выражение теплового сопротивления плоской стенки без внутренних источников теплоты и с внутренними источниками теплоты.
18. Какими видами теплопередачи распространяется теплота в газах, жидкостях и в вакууме?

Вопросы к заданию №2

1. Дайте понятие электродинамической стойкости электрических аппаратов.
2. Какие методы расчета электродинамических усилий вы знаете?
3. Напишите выражение для электродинамического усилия, действующего на проводник с током в магнитном поле.

4. Напишите в дифференциальной форме выражение скалярного и векторного произведения для определения электродинамического усилия между двумя бесконечно тонкими проводниками с токами.
5. Дайте определение коэффициента контура электродинамических усилий[^].
6. Какова размерность коэффициента контура электродинамических усилий?
7. В каком соотношении находятся коэффициенты контуров электродинамических усилий в геометрически подобных системах?
8. Какие геометрические величины могут быть выбраны в качестве обобщенных
9. координат?
10. Что необходимо взять в качестве обобщенной силы, если в качестве обобщенной координаты принят угол поворота?
11. Напишите выражение электродинамического усилия, исходя из закона об изменении электромагнитной энергии системы.
12. Растягивается или сжимается круглый проводник, если вдоль него протекает электрический ток?
13. В каком направлении действует электродинамическое усилие, если проводник расположен вблизи ферромагнитной стенки?
14. Увеличивается или уменьшается усилие, действующее на проводник с током в треугольном пазу ферромагнетика при приближении проводника к углу?
15. С какой частотой будет изменяться электродинамическое усилие между двумя проводниками с токами частоты 50 Гц?

Вопросы к заданию №3

1. Какие существуют виды теплопередачи от дугового столба к окружающей среде?
2. Что такое относительная ионизация газа и как она может быть определена (уравнение Саха)?
3. Как ведет себя дуговой столб, находящийся около железной решетки?
4. Как необходимо организовать магнитное поле, чтобы дуга устойчиво перемещалась по кольцевым электродам?
5. Для каких целей роговые электроды некоторых электрических аппаратов выполняют расходящимися?
6. Из каких составляющих складывается напряжение на дуге?

7. Что такое критическая длина дуги?
8. Что такое критический ток дуги?
9. В чем состоит условие угасания дуги постоянного тока?
10. Какова роль шунтирующего сопротивления при разрыве дуги постоянного тока?
11. На каком принципе основано гашение дуги постоянного тока путем разделения длинной дуги на ряд последовательных коротких дуг?
12. Какое влияние оказывает индуктивность цепи на условия угасания дуги постоянного тока?
13. Чему равна общая энергия, поглощаемая дугой постоянного тока?
14. Что такое критическое сопротивление, шунтирующее выключатель?
15. В чем состоит особенность короткого промежутка при переменном токе?
16. Какова роль материала контактов на рост электрической прочности?
17. Как влияет на величину пробивного напряжения давление газовой среды?
18. В каких аппаратах находят применение короткие промежутки?
19. Что такое ток среза?
20. Что такое холодная прочность при отключении электрического тока?

Вопросы к заданию №4

1. Что такое кажущаяся поверхность электрического контакта?
2. Что такое квазиметаллический контакт?
3. Определите понятие «провал электрического контакта».
4. Укажите назначение главных и дугогасительных контактов.
5. Дайте понятие контактного сопротивления.
6. На какие составляющие можно разделить контактное сопротивление?
7. Напишите выражение для сопротивления стягивания в случае одноточечного контакта.
8. Как зависит сопротивление стягивания от силы контактного нажатия?
9. Напишите выражение зависимости температуры контактной площадки от напряжения на контакте.
10. Что такое напряжение размягчения в контакте?
11. Что такое напряжение плавления в контакте?
12. Что такое сваривание электрических контактов?
13. Дайте определение минимального плавящего тока в электрическом контакте.

14. Какие виды износа электрических контактов вы знаете?
15. Какие меры борьбы с электрической эрозией вы знаете?
16. Какие виды электрической эрозии вы знаете?
17. Чем объясняется износ контактов при включении?
18. Какой вид износа контактов играет положительную роль?

5.4 Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена (6 семестр) используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

| Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине | Критерий оценивания |
|--|---|
| Знания | Знание терминов, определений, понятий применяемых при изучении электрических и электронных аппаратов. |
| | Полнота ответов на вопросы для подготовки к экзамену |
| | Логика изложения знаний. |
| Умения | Полнота выполненного расчетно-графических заданий, вопросов для подготовки к экзамену |
| | Самостоятельность выполнения задания. |
| | Умение делать выводы по результатам выполненного практического задания. |
| | Качество оформления задания |
| Навыки | Выбор методики выполнения задания. |
| | Анализ и обоснование полученных результатов. |

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

При промежуточной аттестации в форме **экзамена:**

Оценка сформированности компетенций по показателю *Знания*.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|---|---|--|--|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Знание терминов, определений, понятий | Не знает терминов и определений, понятий используемых при изучении свойств электротехнических материалов | Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок при оценке свойств электротехнических материалов | Знает технические термины и определения при оценке свойств электротехнических материалов | Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно при оценке свойств электротехнических материалов |
| Знание основных закономерностей, соотношений, принципов | Не знает основных закономерностей, соотношений при воздействии электромагнитного поля на свойства электротехнических материалов | Знает основные закономерности, соотношения, оказывающие влияние на свойства электротехнических материалов при воздействии электромагнитного поля | Знает основные закономерности, соотношения, оказывающие влияния на свойства электротехнических материалов находящихся в электромагнитном поле; их интерпретирует | Знает основные закономерности, соотношения, оказывающие влияния на свойства электротехнических материалов находящихся в электромагнитном поле; может самостоятельно их объяснить |
| Объем освоенного материала | Не знает значительной части материала дисциплины | Имеет поверхностные знания основного материала дисциплины, не усвоив его детали | Знает материал дисциплины в полном объеме | Обладает твердыми и полными знаниями материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями |
| Полнота ответов на вопросы | Не дает ответы на большинство задаваемых вопросов | Дает неполные ответы на большинство вопросов | Дает полные ответы на большую часть заданных вопросов | Дает полные, развернутые ответы на все поставленные вопросы |
| Четкость изложения и интерпретации знаний | Излагает знания без логической последовательности | Излагает знания с нарушениями в логической последовательности | Излагает знания без нарушений в логической последовательности | Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя |
| | Не иллюстрирует изложение поясняющими формулами, графиками, рисунками и примерами | Выполняет поясняющие формулы, графики и рисунки небрежно и с ошибками | Выполняет поясняющие формулы, рисунки и схемы корректно и правильно | Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний |
| | Не излагает или неверно излагает и интерпретирует знания | Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний | Грамотно и по существу излагает знания | Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы |

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|--|--|--|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Полнота ответа на вопросы экзаменационного билета | Ответы на вопросы экз. билета даны не верно | Ответы даны не в полном объеме | Ответы на вопросы билета раскрыты полностью | Ответы выполнены полностью, рациональным способом |
| Качество ответа на вопросы экзаменационного билета | Имеются существенные ошибки при ответе на вопросы билета | Ответы выполнены с существенными неточностями, не носящими принципиальный характер | Ответы выполнены с небольшими неточностями | Ответы выполнены без ошибок |
| Самостоятельность подготовки ответа на вопросы экзаменационного билета | Не может подготовить ответы, в том числе и с дополнительной помощью | Может выполнить задание только с дополнительной помощью | Выполняет задание в основном самостоятельно | Самостоятельно выполняет задание |
| Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы | Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать выводы при ответе на вопросы билета | Допускает ошибки при сопоставлении, обобщении и при формулировании выводов на заданные вопросы | Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, но допускает небольшие неточности при формулировании выводов | Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делает верные выводы на задаваемые вопросы |
| Качество оформления ответа на вопросы экзаменационного билета | Ответы оформлены настолько неряшливо, что не поддаются проверке | Ответы оформлены неаккуратно, отсутствуют необходимые пояснения в виде графиков, схем и формул | Ответы оформлены аккуратно, с необходимыми пояснениями | Ответы оформлены аккуратно, с необходимыми пояснениями и ссылками на используемые источники |
| Правильность применения теоретического материала | При объяснении теоретического материала допускаются грубые ошибки в технических терминах | Объясняя теоретический материал, допускает ошибки, не носящие принципиальный характер | Теоретический материал применен и интерпретирован в целом правильно, но с несущественными неточностями | Теоретический материал применен и интерпретирован правильно |

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|---|---|--|---|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Выбор методики формирования ответов на вопросы билета | Неверно выбрана методика подготовки ответов | Методика формирования ответов выбрана в целом верно, но имеются незначительные неточности при описании расчетных зависимостей и графического материала | Методика выполнения ответов выбрана верно, но имеются недочеты, не относящиеся к основным расчетным зависимостям и графическому материалу | Выбрана верная или наиболее рациональная методика формирования ответов с применением графического и аналитического методов |

| | | | | |
|------------------------------------|---|--|--|---|
| Анализ результатов решения задачи | Не произведен анализ результатов решения задачи | Анализ результатов, полученных при решении задачи, выполняется только при помощи преподавателя | Допускаются незначительные неточности в ходе анализа результатов решения задачи | Произведен анализ результатов решения задачи и сделаны исчерпывающие выводы |
| Обоснование полученных результатов | Представляемые результаты не обоснованы | Имеются замечания к полученным результатам, отсутствует в достаточной степени их обоснование | Представляемые результаты обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на учебно-методическую литературу | Представляемые результаты обоснованы, четко аргументированы с указанием ссылок на нормативные, справочные и учебно-методические источники |

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1 Материально-техническое обеспечение

| № | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|---|--|--|
| 1 | Учебная аудитория для проведения лекционных занятий | Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук |
| 2 | Учебная аудитория для проведения практических занятий, лабораторных работ, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации | Специализированная мебель. Стационарные лабораторные стенды: изучение электромагнитного реле; исследование твердотельного реле; исследование реле тока; исследование электромагнитных контактов; исследование теплового реле. Специализированное оборудование: осциллографы Instek GOS - 620, цифровые мультиметры DT-890+, M-890D, генераторы ГЗ-112/1, |
| 3 | Мастерская для проведения лабораторной работы по изучению пайки электротехнических материалов | Специализированная мебель. Специализированное оборудование: паяльной станцией Lukey 852D ⁺ . Расходные материалы: проволока (медная, алюминиевая); флюсы (канифоль, активный флюс); припой (ПОС-61, сплав Вуда). |
| 4 | Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы | Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду |

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

| № | Перечень лицензионного программного обеспечения. | Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| 1 | Microsoft Windows 10 Корпоративная | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017 |
| 2 | Microsoft Office Professional Plus 2016 | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023 |
| 3 | Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition» | Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2022 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г. |
| 4 | Google Chrome | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |
| 5 | Mozilla Firefox | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Электрические и электронные аппараты. Учебник и практикум для академического бакалавриата. Под. ред. П.А. Курбатова. – М.: Издательство Юрайт. 2016 - 440 с. ISBN 978-5-534-00953-8.
2. Электрические и электронные аппараты: учеб. : в 2 т. / ред.: А. Г. Годжелло, Ю. К. Розанов. - М.: Издательский центр "Академия", Т. 1 : Электромеханические аппараты. - 2010. - 344 с
3. Электрические и электронные аппараты: учеб. : в 2 т. / ред. Ю. К. Розанов. - М.: Издательский центр "Академия, Т. 2 : Силовые электронные аппараты. - 2010. - 315 с.
4. Правила устройства электроустановок: все действующие разделы шестого и седьмого изд. с изм. и доп. по сост. на 1 мая 2012 г. - М.: КНОРУС, 2012. - 488 с.
5. Выбор и применение низковольтных электрических аппаратов распределения, управления и автоматики [Электронный ресурс]: справочное пособие / Е. Г. Акимов [и др.]. - Электрон. текстовые дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. Режим доступа : <https://elibr.bstu.ru/Reader/Book/8134>
6. Буткевич Г.В., Дегтярь В.Г., Сливинская А.Г. Задачник по электрическим аппаратам: учебное пособие для вузов. –М.: Высшая школа, 1987. – 199с.
7. Электрические аппараты : общий курс : учеб. для вузов / А. А. Чунихин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1988. - 720 с.
8. Курсовое и дипломное проектирование по низковольтным электрическим аппаратам : учебное пособие для техникумов / Г. А. Жукова, В. П. Жуков. - М.: Высш. шк., 1987. - 160 с.

9. Справочник по электротехнике и электрооборудованию : учеб. пособие для вузов / И. И. Алиев. - 4-е изд., доп. - М. : Высш. шк., 2003. - 447 с.
10. Электрические аппараты : справ. / И. И. Алиев, М. Б. Абрамов. - М. : РадиоСофт, 2005. - 255 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Справочник электрослужбы. Выбор и расчет электрических аппаратов.
<http://www.elektrikii.ru/publ/7>
2. Большая энциклопедия нефти и газа. Электрические аппараты.
<http://www.ngpedia.ru/id75055p1.html>
3. Энциклопедия по машиностроению XXL. Радиоэлектронная аппаратура.
<http://mash-xxl.info/info/129527/>
4. Электрические аппараты автоматического управления.
<http://forca.ru/knigi/arhivy/elektricheskie-apparaty-avtomaticheskogo-upravleniya.html>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ¹

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями²

Протокол № _____ заседания кафедры от «__» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

¹ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

² Нужно подчеркнуть