

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Балахнинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Электрические и электронные аппараты

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность образовательной программы

Электрорадиотехника

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Балахна

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.21 Электрические и электронные аппараты относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1: Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока ОПК-4.2: Использует методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока ОПК-4.3: Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределёнными параметрами ОПК-4.4: Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств ОПК-4.5: Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик ОПК-4.6: Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	ОПК-4.1: - ОПК-4.2: - ОПК-4.3: - ОПК-4.4: Знает принципы действия электронных устройств. Умеет использовать принципы действия электронных устройств. Владеет методами анализа режимов работы электронных устройств. ОПК-4.5: - ОПК-4.6: Знает функции и физические основы работы электрических и электронных аппаратов. Умеет использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и	Опрос Задания	Экзамен: Контрольные вопросы

		электрических и электронных аппаратов. Владеет методами анализа и оценки режимов работы электрических и электронных аппаратов		
ОПК ОС-7: Способен использовать методы анализа и моделирования электронных устройств применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК ОС-7.1: Применяет методы анализа и моделирования электронных устройств применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК ОС-7.1: Знает методы анализа и моделирования электронных устройств применительно к объектам профессиональной деятельности. Умеет использовать методы анализа и моделирования электронных устройств применительно к объектам профессиональной деятельности. Владеет технологиями анализа и оценки режимов работы электрических и электронных аппаратов.	Опрос Задания	Экзамен: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	4	4
Часов по учебному плану	144	144
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	32	20
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16	20
- КСР	2	2
самостоятельная работа	58	66
Промежуточная аттестация	36 Экзамен	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе								
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы		
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего				
	ОФ О	ОЗ ФО	ОФ О	ОЗ ФО	ОФ О	ОЗ ФО	ОФ О	ОЗ ФО	ОФ О	ОЗ ФО	
1. Введение	4	4	1	1			1	1	3	3	
2. Правила выполнения и анализа электрических схем	10	10	4	2	2	2	6	4	4	6	
3. Основы теории электрических аппаратов	18	18	5	4	2	4	7	8	11	10	
4. Аппараты управления	24	24	6	5	4	5	10	10	14	14	
5. Аппараты распределительных устройств низкого напряжения	24	24	6	4	4	4	10	8	14	16	
6. Электронные аппараты	14	14	5	2	2	2	7	4	7	10	
7. Низковольтные комплектные устройства	12	12	5	2	2	3	7	5	5	7	
Аттестация	36	36									
КСР	2	2						2	2		
Итого	144	144	32	20	16	20	50	42	58	66	

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Основные характеристики потребителей электроэнергии

1.1. Предмет и задачи дисциплины

1.2. Общие сведения об электроприёмниках, электрических и электронных аппаратах

1.3. Классификация электрических и электронных аппаратов

1.4. Внешние воздействия на электрические аппараты

1.5. Принцип действия, функции и основные характеристики электрических аппаратов. Раздел 2.

Правила выполнения и анализа электрических схем

2.1. Классификация схем

2.2. Однолинейное и многолинейное изображение принципиальных электрических схем

2.3. Условное изображение электрических аппаратов и других элементов электрических схем Раздел 3.

Основы теории электрических аппаратов

3.1. Электродинамические, индукционные и электромагнитные явления в электрических аппаратах

3.2. Нагрев и охлаждение электрических аппаратов

3.3. Понятие коммутации электрических цепей

3.4. Электрические контакты в электрических аппаратах

3.5. Электрическая дуга постоянного и переменного тока в электрических аппаратах

3.6. Способы гашения дуги

3.7. Электромагнитные механизмы в электрических аппаратах

3.8. Способы ускорения и замедления срабатывания

3.9. Принцип действия, функции и основные характеристики электрических аппаратов. Раздел 4.

Аппараты управления

4.1. Контроллеры

- 4.2. Командоаппараты
- 4.3. Путьевые выключатели, переключатели и микровыключатели
- 4.4. Реостаты
- 4.5. Контактторы и магнитные пускатели
- 4.6. Электрические реле

Раздел 5. Аппараты распределительных устройств низкого напряжения

- 5.1. Рубильники и переключатели
- 5.2. Предохранители
- 5.3. Автоматические выключатели

5.4. Карты селективности защит низкого напряжения

5.5. Разрядники и нелинейные ограничители перенапряжения

5.6. Устройства защитного отключения

Раздел 6. Электронные аппараты

- 6.1. Полупроводниковые элементы (диоды, транзисторы, тиристоры и др.) их основные характеристики в ключевых режимах работы

6.2. Основные элементы и функциональные узлы систем управления электронных аппаратов

6.3. Микропроцессоры в системах управления (функции и структурные схемы)

6.4. Прерыватели и регуляторы постоянного и переменного тока

6.5. Принцип действия электронных устройств. Функции и основные характеристики электронных аппаратов.

Раздел 7. Низковольтные комплектные устройства

7.1. Типовые схемы низковольтных комплектных устройств

7.2. Типовые схемы управления электроприёмниками с асинхронными двигателями

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

-, -.

Открытые онлайн-курсы MOOC:

-, -.

Иные учебно-методические материалы:

-

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

1. Классификация электрических аппаратов по области применения (назначению).
 1. Классификация электрических аппаратов по роду защиты от попадания в него инородных тел (пыли и влаги).
 2. Классификация электрических аппаратов по роду защиты персонала от соприкосновения с токоведущими частями электрического аппарата.
 3. Классификация электрических аппаратов по работе в определенных климатических условиях и категории размещения.
 1. Основные материалы, применяемые в аппаратостроении.
 1. Материалы, применяемые для изготовления токоведущих частей электрических аппаратов.
 1. Материалы, применяемые для изготовления изоляции электрических аппаратов.
 1. Материалы, применяемые для изготовления контактных деталей электрических аппаратов.
 1. Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам систем автоматики.
 2. Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам систем электроснабжения.
1. Тепловой режим электрических аппаратов.
2. Термическая и электродинамическая устойчивость.
3. Механическая и электрическая износостойчивость.
4. Электрическая прочность изоляции.
5. Что называется, электрической схемой?
6. Каково назначение схем электрических установок и изделий?
7. Какие бывают схемы?
8. Чем отличается структурная схема от принципиальной?
9. Чем руководствоваться при условном изображении отдельных элементов схемы?
10. Чем отличаются однолинейные схемы от многолинейных?
 1. В каком положении даются в условных обозначениях контакты коммутирующих аппаратов и реле?
 1. Что такое разнесённая схема?
 2. Какие имеются виды принципиальных схем?
 3. Как находят отдельные элементы одного и того же аппарата на разнесенной схеме?
 4. Какие преимущества имеет разнесенная схема перед совмещенной?
 5. В чём состоит особенность монтажных схем?
 6. Категории применения контакторов переменного тока.
 7. Что такое контактор? Области применения контакторов.
 1. Изобразить схему управления трехфазным асинхронным электродвигателем. Схемой должно быть предусмотрено: управление кнопками «пуск / стоп с фиксацией» по месту, дистанционное управление кнопками «пуск / стоп» с сигнальной лампой состояния.
 1. Назначение и классификация контакторов.
 2. Категории применения контакторов постоянного тока.

3. Изобразить схему управления электроосвещением с управлением от двух кнопок

«пуск / стоп» и сигнализацией о работе на щите управления.

1. Устройство и принцип действия контакторов постоянного тока.
 2. Типы контактов контактора.
 1. По каким параметрам должен быть выбран контактор в схеме управления асинхронным электродвигателем, с фазным ротором, со следующими параметрами: $U_{ном} = 380 \text{ В}$; $P_{ном} = 3,2 \text{ кВт}$; $\cos\varphi = 0,86$; $\eta = 95 \%$?
 1. Электромагнитные механизмы контакторов.
 2. Вибрация якоря и способ ее устранения.
 3. Приводы автоматических выключателей.
 1. Выбрать номинальный ток и характеристику срабатывания автоматического выключателя защиты групповой линии освещения с пятью светодиодными светильниками мощностью 40 Вт каждый и коэффициентом мощности 0,98. Минимальный ток короткого замыкания - 340 А.
 1. Времятоковые характеристики автоматических выключателей.
 1. Изобразить схему отключения при пожаре вводного автоматического выключателя распределительного щита. Сигнал от системы пожаротушения - НО контакт.
 1. Типы расцепителей автоматических выключателей.
 1. Выбрать уставки автоматического выключателя для защиты трехфазного асинхронного двигателя с параметрами: $U_{ном} = 380 \text{ В}$; $P_{ном} = 20 \text{ кВт}$; $\cos\varphi = 0,91$; $\eta = 95 \%$.
 1. Выбор автоматических выключателей.
 1. Изобразить время-токовую характеристику автоматического выключателя по заданным уставкам.
-
1. Характеристики автоматических выключателей.
 1. Выбрать номинальный ток и характеристику срабатывания автоматического выключателя защиты групповой линии освещения с пятнадцатью светодиодными светильниками мощностью 30 Вт каждый и коэффициентом мощности 0,98. Минимальный ток короткого замыкания - 250 А.
 1. Токоведущая цепь и дугогасительная система автоматических выключателей.
 1. Изобразить схему защиты максимального напряжения с действием на независимый расцепитель автоматического выключателя.

1. Назначение и принцип действия нелинейных ограничителей перенапряжения.
2. Устройства защиты от импульсных перенапряжений.
3. Параметры нелинейных ограничителей перенапряжения.
4. Выбор устройств защиты от импульсных перенапряжений.
5. Выбор нелинейных ограничителей перенапряжения.

1. Установка устройств

защиты от импульсных перенапряжений в сеть с системой заземления TN-C-S.

1. Трехступенчатая защита низковольтных сетей от перенапряжений
2. 1) Классификация электрических аппаратов по области применения (назначению).

- 2) Классификация электрических аппаратов по роду защиты от попадания в него инородных тел (пыли и влаги).
- 3) Классификация электрических аппаратов по роду защиты персонала от соприкосновения с токоведущими частями электрического аппарата.
- 4) Классификация электрических аппаратов по работе в определенных климатических условиях и категории размещения.
- 5) Основные материалы, применяемые в аппаратостроении.
- 6) Материалы, применяемые для изготовления токоведущих частей электрических аппаратов.
- 7) Материалы, применяемые для изготовления изоляции электрических аппаратов.
- 8) Материалы, применяемые для изготовления контакт-деталей электрических аппаратов.
- 9) Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам систем автоматики.
- 10) Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам систем электроснабжения.
- 11) Тепловой режим электрических аппаратов.
- 12) Термическая и электродинамическая устойчивость.
- 13) Механическая и электрическая износостойчивость.
- 14) Электрическая прочность изоляции.
- 15) Что называется, электрической схемой?
- 16) Каково назначение схем электрических установок и изделий?
- 17) Какие бывают схемы?
- 18) Чем отличается структурная схема от принципиальной?
- 19) Чем руководствоваться при условном изображении отдельных элементов схемы?
- 20) Чем отличаются однолинейные схемы от многолинейных?
- 21) В каком положении даются в условных обозначениях контакты коммутирующих аппаратов и реле?
- 22) Что такое разнесённая схема?
- 23) Какие имеются виды принципиальных схем?

- 24) Как находят отдельные элементы одного и того же аппарата на разнесенной схеме?
- 25) Какие преимущества имеет разнесенная схема перед совмещенной?
- 26) В чём состоит особенность монтажных схем?
- 27) Категории применения контакторов переменного тока.
- 28) Что такое контактор? Области применения контакторов.
- 29) Изобразить схему управления трехфазным асинхронным электродвигателем. Схемой должно быть предусмотрено: управление кнопками «пуск / стоп с фиксацией» по месту, дистанционное управление кнопками «пуск / стоп» с сигнальной лампой состояния.
- 30) Назначение и классификация контакторов.
- 31) Категории применения контакторов постоянного тока.
- 32) Изобразить схему управления электроосвещением с управлением от двух кнопок «пуск / стоп» и сигнализацией о работе на щите управления.
- 33) Устройство и принцип действия контакторов постоянного тока.
- 34) Типы контактов контактора.
- 35) По каким параметрам должен быть выбран контактор в схеме управления асинхронным электродвигателем, с фазным ротором, со следующими параметрами: $U_{ном} = 380 \text{ В}$; $P_{ном} = 3,2 \text{ кВт}$; $\cos\varphi = 0,86$; $\eta = 95 \%$?
- 36) Электромагнитные механизмы контакторов.
- 37) Вибрация якоря и способ ее устранения.
- 38) Приводы автоматических выключателей.
- 39) Выбрать номинальный ток и характеристику срабатывания автоматического выключателя защиты групповой линии освещения с пятью светодиодными светильниками мощностью 40 Вт каждый и коэффициентом мощности 0,98. Минимальный ток короткого замыкания - 340 А.
- 40) Времятоковые характеристики автоматических выключателей.
- 41) Изобразить схему отключения при пожаре вводного автоматического выключателя распределительного щита. Сигнал от системы пожаротушения - НО контакт.
- 42) Типы расцепителей автоматических выключателей.
- 43) Выбрать уставки автоматического выключателя для защиты трехфазного асинхронного двигателя с параметрами: $U_{ном} = 380 \text{ В}$; $P_{ном} = 20 \text{ кВт}$; $\cos\varphi = 0,91$; $\eta = 95 \%$.
- 44) Выбор автоматических выключателей.
- 45) Изобразить время-токовую характеристику автоматического выключателя по заданным уставкам.
- 46) Характеристики автоматических выключателей.
- 47) Выбрать номинальный ток и характеристику срабатывания автоматического выключателя защиты групповой линии освещения с пятнадцатью светодиодными светильниками мощностью 30 Вт каждый и коэффициентом мощности 0,98. Минимальный ток короткого замыкания - 250 А.
- 48) Токоведущая цепь и дугогасительная система автоматических выключателей.

- 49) Изобразить схему защиты максимального напряжения с действием на независимый расцепитель автоматического выключателя.
- 50) Назначение и принцип действия нелинейных ограничителей перенапряжения.
- 51) Устройства защиты от импульсных перенапряжений.
- 52) Параметры нелинейных ограничителей перенапряжения.
- 53) Выбор устройств защиты от импульсных перенапряжений.
- 54) Выбор нелинейных ограничителей перенапряжения.
- 55) Установка устройств защиты от импульсных перенапряжений в сеть с системой заземления TN-C-S.
- 56) Трехступенчатая защита низковольтных сетей от перенапряжений.
- 57) Установка предохранителей для защиты устройств защиты от импульсных перенапряжений.
- 58) Расположение ограничителей перенапряжения в схеме электроснабжения.
- 59) Установка устройств защиты от импульсных перенапряжений в сеть с системой заземления TN-C-S
- 60) Вольт-секундная характеристика нелинейных ограничителей перенапряжения.
- 61) Схемы включения устройств защиты от импульсных перенапряжений.

3. енапряжений.

1. Установка предохранителей для защиты устройств защиты от импульсных перенапряжений.
 1. Расположение ограничителей перенапряжения в схеме электроснабжения.
 2. Установка устройств защиты от импульсных перенапряжений в сеть с системой заземления TN-C-S
 3. Вольт-секундная характеристика нелинейных ограничителей перенапряжения.
 4. Схемы включения устройств защиты от импульсных перенапряжений.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ОПК ОС-7:

1. Каковы особенности принципиальных схем, содержащих электронные устройства?
2. Принцип действия электронных устройств. Фун
3. Каковы особенности принципиальных схем, содержащих электронные устройства?
4. Принцип действия электронных устройств. Функции и основные характеристики электронных аппаратов.
5. Функции и основные характеристики электронных аппаратов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	-
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	-
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	-

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

1. Определить механические напряжения в шинах и изоляторах двухфазной шинной конструкции. Расположение шин - горизонтальное. Опорные изоляторы с минимальной разрушающей нагрузкой 3500 Н. Напряжение - 10 кВ. Варианты заданий:

№	Ток КЗ, кА	Постоянная времени апериодической составляющей, с	Расстояние между фазами, м	Расстояние между изоляторами, м
1	20	0,03	0,5	1,4
2	15	0,05	0,6	1,3

3	12	0,06	0,7	1,1
4	23	0,07	0,2	2,2
5	18	0,02	0,3	2,0
6	20	0,02	0,2	2,4
7	15	0,07	0,6	1,1
8	12	0,06	0,6	1,7
9	23	0,05	0,7	2,1
10	18	0,03	0,3	1,0
11	20	0,03	0,2	1,4
12	15	0,05	0,6	1,3
13	12	0,06	0,6	1,1
14	23	0,07	0,7	2,2
15	18	0,02	0,3	2,0

1. Контакты образованы двумя торцами медных цилиндров. Определить нажатие. Варианты заданий

№	Длительный ток, А	Ток КЗ, кА	Диаметр цилиндров, м	Температура окру
1.	500	15	0,03	20
2.	600	20	0,02	25
3.	800	30	0,08	35
4.	900	35	0,04	40
5.	1000	34	0,05	35
6.	550	16	0,06	45
7.	650	19	0,05	23
8.	750	17	0,03	23
9.	850	27	0,02	44
10.	950	26	0,01	38

1. Определить необходимое нажатие одноточечных контактов. Варианты заданий:

№	Материал контактов	Длительный ток, А	Ток КЗ, А
1	медь	10	250
2	серебро	1	100
3	вольфрам	15	350
4	медь	11	260
5	серебро	2	110
6	вольфрам	16	360
7	медь	12	270
8	серебро	3	120
9	вольфрам	17	370

10	медь	13	280
11	серебро	4	130
12	вольфрам	18	380
13	медь	14	290
14	серебро	5	140
15	вольфрам	19	390

1. Разработать принципиальную схему силовых цепей и цепей управления, в соответствии с вариантом задания. Выбрать электрические аппараты (автоматические выключатели, контакторы, кнопки управления, сигнальные лампы и прочее) и материалы (шкаф, шины, провода, кабельные вводы и прочее) для разработанной схемы. Разработать схемы внешних и внутренних подключений.

Варианты заданий:

А) Шкаф управления трехфазным асинхронным электродвигателем с КЗ ротором.

Предусмотреть защиту электродвигателя от перегрузки тепловым реле. Климатическая зона - умеренный климат.

№	Схемой должно быть предусмотрено	Марка электро двигателя	Размещение шкафа управления
---	----------------------------------	----------------------------	--------------------------------

1	Управление кнопками «Пуск», «Стоп с фиксацией» по месту (у двигателя) и кнопками «Пуск», «Стоп» на внешней панели шкафа управления; отключение из операторной (НЗ контакт); сигнализация о работе (две лампы) на внешней панели шкафа управления		АИР 132 М2
2	Переключатель с двумя положениями (управление «По месту», «Дистанционно»); управление кнопками «Пуск», «Стоп» по месту (у двигателя) и		АИР 160 М8

	<p>дистанционно (НО контакт); сигнализация о работе (две лампы)</p> <p>на внешней панели шкафа управления</p>	
3	<p>Управление кнопками «Пуск», «Стоп» по месту (у двигателя); отключение из операторной (НЗ контакт); сигнализация о работе (одна лампа) на местном посту управления</p>	АИР 200 М8
4	<p>Управление кнопками «Пуск», «Стоп» по месту (у двигателя) и со шкафа управления (две кнопки «Пуск», «Стоп» на внешней панели); сигнализация о работе (две лампы) на внешней панели шкафа управления</p>	АИМЛ 100L2
5	<p>Управление кнопками «Вперед», «Назад», «Стоп» на внешней панели шкафа управления; сиг</p> <p>1. Определить механические напряжения в шинах и изоляторах двухфазной шинной конструкции. Расположение шин - горизонтальное. Опорные изоляторы с минимальной разрушающей нагрузкой 3500 Н. Напряжение - 10 кВ. Варианты заданий:</p> <p>№</p> <p>Ток КЗ, кА</p> <p>Постоянная времени апериодической составляющей, с</p> <p>Расстояние между фазами, м</p> <p>Расстояние между изоляторами, м</p> <p>Материал шин</p> <p>Тип шин Высота изоляторов, м</p> <p>1</p> <p>20</p> <p>0,03</p>	АИР 100 L2

0,5	
1,4	
алюминий трубчатые (диаметр	
наружный - 70 мм, внутренний - 65 мм)	
0,4	
2 15 0,05 0,6 1,3 медь прямоугольные (10x20 мм) 0,56	
3	
12	
0,06	
0,7	
1,1	
алюминий коробчатые (наружные	
размеры - 40x50 мм, толщина 8 мм)	
0,32	
4	
23	
0,07	
0,2	
2,2	
медь трубчатые(диаметр наружный - 50 мм,	
внутренний - 44 мм)	
0,43	
5 18 0,02 0,3 2,0 алюминий прямоугольные (30x10 мм) 0,24	
6	
20	
0,02	

0,2

2,4

медь трубчатые (диаметр наружный - 66 мм,
внутренний - 60 мм)

0,41

7 15 0,07 0,6 1,1 алюминий прямоугольные (12x25 мм) 0,53

8

12

0,06

0,6

1,7

медь коробчатые (наружные размеры - 45x55 мм,
толщина 8 мм)

0,36

9

23

0,05

0,7

2,1

алюминий трубчатые(диаметр
наружный - 48 мм, внутренний - 40 мм)

0,42

10 18 0,03 0,3 1,0 медь прямоугольные (25x15 мм) 0,28

11

20

0,03

0,2

1,4

алюминий коробчатые (наружные
размеры - 40x45 мм, толщина 10 мм)

0,36

12

15

0,05

0,6

1,3

медь трубчатые(диаметр
наружный - 50 мм, внутренний - 44 мм)

0,5

13 12 0,06 0,6 1,1 алюминий прямоугольные (30x10 мм) 0,26

14

23

0,07

0,7

2,2

медь трубчатые (диаметр наружный - 67 мм,
внутренний - 62 мм)

0,34

15 18 0,02 0,3 2,0 алюминий прямоугольные (15x25 мм) 0,45

2. Контакты образованы двумя торцами медных цилиндров. Определить нажатие.
Варианты заданий

№ Длительный ток, А Ток КЗ, кА Диаметр цилиндров, м Температура

окружающей среды, °C

1. 500 15 0,03 20
2. 600 20 0,02 25
3. 800 30 0,08 35
4. 900 35 0,04 40
5. 1000 34 0,05 35
6. 550 16 0,06 45
7. 650 19 0,05 23
8. 750 17 0,03 23
9. 850 27 0,02 44
10. 950 26 0,01 38

3. Определить необходимое нажатие одноточечных контактов. Варианты заданий:

№	Материал контактов	Длительный ток, А	Ток КЗ, А
---	--------------------	-------------------	-----------

- | | | | |
|----|----------|----|-----|
| 1 | медь | 10 | 250 |
| 2 | серебро | 1 | 100 |
| 3 | вольфрам | 15 | 350 |
| 4 | медь | 11 | 260 |
| 5 | серебро | 2 | 110 |
| 6 | вольфрам | 16 | 360 |
| 7 | медь | 12 | 270 |
| 8 | серебро | 3 | 120 |
| 9 | вольфрам | 17 | 370 |
| 10 | медь | 13 | 280 |
| 11 | серебро | 4 | 130 |
| 12 | вольфрам | 18 | 380 |
| 13 | медь | 14 | 290 |
| 14 | серебро | 5 | 140 |
| 15 | вольфрам | 19 | 390 |

4. Разработать принципиальную схему силовых цепей и цепей управления, в соответствии с вариантом задания. Выбрать электрические аппараты (автоматические выключатели, контакторы, кнопки управления, сигнальные лампы и прочее) и материалы (шкаф, шины, провода, кабельные вводы и прочее) для разработанной схемы. Разработать схемы внешних и внутренних подключений.

Варианты заданий:

А) Шкаф управления трехфазным асинхронным электродвигателем с КЗ ротором.

Предусмотреть защиту электродвигателя от перегрузки тепловым реле. Климатическая зона - умеренный климат.

№ Схемой должно быть предусмотрено Марка электро

двигателя Размещение шкафа

управления Размещение электро

двигателя

1 Управление кнопками «Пуск», «Стоп с фиксацией» по месту (у двигателя) и кнопками

«Пуск», «Стоп» на внешней панели шкафа управления; отключение из операторной (НЗ контакт); сигнализация о работе (две лампы)

на внешней панели шкафа управления АИР 132 М2 наружное, среда не взрыво-, не пожароопасная наружное, среда не взрыво-, не пожароопасная

2 Переключатель с двумя положениями (управление «По месту», «Дистанционно»); управление кнопками «Пуск», «Стоп» по месту (у двигателя) и дистанционно (НО контакт); сигнализация о работе (две лампы)

на внешней панели шкафа управления АИР 160 М8 в помещении цеха, среда не взрыво-, не пожароопасная под навесом, среда не взрыво-, не пожароопасная

3 Управление кнопками «Пуск», «Стоп» по месту (у двигателя); отключение из операторной (НЗ контакт); сигнализация о

работе (одна лампа) на местном посту управления АИР 200 М8 под навесом, среда не взрыво-, не пожароопасная наружное, среда пожароопасная П-11а

4 Управление кнопками «Пуск», «Стоп» по месту (у двигателя) и со шкафа управления (две кнопки «Пуск», «Стоп» на внешней панели); сигнализация о работе (две лампы) на внешней панели шкафа управления АИМЛ 100L2 в электро-

помещении, среда не взрыво-, не пожароопасная	наружное, среда взрывоопасная В-1г IIA T2	
5 Управление кнопками «Вперед», «Назад», «Стоп» на внешней панели шкафа управления; сигнализация направления вращения (две лампы) на внешней панели шкафа управления АИР 100 L2 под навесом, среда не взрыво-, не пожароопасная под навесом, среда не взрыво-, не пожароопасная нализация направления вращения (две лампы) на внешней панели шкафа управления		

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК ОС-7:

1. Описать приведённую на рисунке схему управления

1. Магнитные пускатели.

1. Сколько вспомогательных контактов должен иметь контактор в схеме управления электродвигателем с сигнализацией о работе в АСУТП и сигнализацией о работе (две лампы) на внешней панели модуля управления? Назовите типы этих контактов (нормально замкнутые или нормально разомкнутые).

1. Перемещение электрической дуги под воздействием магнитного поля в контакторах.
2. Характеристики контакторов. Механическая и коммутационная износостойкость.

1. Изобразить схему управления трёхфазным асинхронным электродвигателем. Схемой должно быть предусмотрено: управление кнопками «пуск / стоп с фиксацией» по месту, дистанционное отключение из АСУТП, сигнализация о работе (две лампы) на щите управления.

1. Тиристорные пускатели.
2. Характеристики контакторов. Время срабатывания и время отпускания.
 1. Изобразить схему управления электрообогревом с переключателем «ручное- автоматическое управление», с управлением от одного поста управления «пуск / стоп» и по сигналу (НО контакта) датчика температуры.
 1. Характеристики контакторов. Коэффициенты запаса и возврата.
 2. Достоинства и недостатки бесконтактной коммутации в тиристорных контакторах.

1. По каким параметрам должен быть выбран контактор в схеме управления асинхронным электродвигателем с КЗ-ротором, со следующими параметрами: $U_{\text{ном}} = 380$ В; $P_{\text{ном}} = 11$ кВт; $\cos\phi = 0,91$; $\eta = 96\%$

1. Конструкция электромагнитных механизмов контакторов.
2. Что такое электрическая дуга? Перечислить способы гашения дуги в контакторах.
3. Описать приведённую на рисунке схему управления

1. Назначение и область применения тепловых реле.

1. Выбрать уставку теплового реле защиты трехфазного асинхронного электродвигателя, с параметрами: $U_{\text{ном}} = 380$ В; $P_{\text{ном}} = 5$ кВт; $\cos\phi = 0,84$; $\eta = 94\%$. Показать схему включения теплового реле в цепи питания двигателя и в цепи управления.

1. Принцип действия теплового реле.

- По приведённой времятоковой характеристике теплового реле (1), с уставкой 10 А, определить время его срабатывания при токе 50 А.
 - Чувствительный элемент теплового реле. Его устройство.
 - Изобразить схему управления трехфазным двигателем с использованием теплового реле. Управление двигателем осуществляется от одного поста управления с двумя кнопками («пуск», «стоп»).
 - Изобразить схему управления трехфазным двигателем с использованием теплового реле. Управление двигателем осуществляется от одного поста управления с двумя кнопками («пуск», «стоп»). Требуется выполнить сигнализацию срабатывания теплового реле на посту управления.
 - Время-токовая характеристика теплового реле.
 - По приведённой времятоковой характеристике теплового реле (1), определить будет ли срабатывать реле с уставкой 5 А при пуске двигателя, если его пусковой ток равен 60 А, а время пуска 3 с.
 - Выбрать уставку теплового реле защиты трехфазного асинхронного электродвигателя, с параметрами: $U_{\text{ном}} = 380$ В; $P_{\text{ном}} = 1$ кВт; $\cos\phi = 0,83$; $\eta = 91\%$.
 - Показать схему включения теплового реле в цепи питания двигателя и в цепи управления.
 - По приведенной времятоковой характеристике теплового реле (2), с уставкой 15 А, определить вр
 - 1. Описать приведённую на рисунке схему управления

2. Магнитные пускатели.

3. Сколько вспомогательных контактов должен иметь контактор в схеме управления электродвигателем с сигнализацией о работе в АСУТП и сигнализацией о работе (две лампы) на внешней панели модуля управления? Назовите типы этих контактов (нормально замкнутые или нормально разомкнутые).

4. Перемещение электрической дуги под воздействием магнитного поля в контакторах.

5. Характеристики контакторов. Механическая и коммутационная износостойкость.
 6. Изобразить схему управления трёхфазным асинхронным электродвигателем. Схемой должно быть предусмотрено: управление кнопками «пуск / стоп с фиксацией» по месту, дистанционное отключение из АСУТП, сигнализация о работе (две лампы) на щите управления.
 7. Тиристорные пускатели.
 8. Характеристики контакторов. Время срабатывания и время отпускания.
 9. Изобразить схему управления электрообогревом с переключателем «ручное- автоматическое управление», с управлением от одного поста управления «пуск / стоп» и по сигналу (НО контакт) датчика температуры.
 10. Характеристики контакторов. Коэффициенты запаса и возврата.
 11. Достоинства и недостатки бесконтактной коммутации в тиристорных контакторах.
 12. По каким параметрам должен быть выбран контактор в схеме управления асинхронным электродвигателем с КЗ-ротором, со следующими параметрами параметрами: $U_{ном} = 380 \text{ В}$; $P_{ном} = 11 \text{ кВт}$; $\cos\phi = 0,91$; $\eta = 96 \%$?
 13. Конструкция электромагнитных механизмов контакторов.
 14. Что такое электрическая дуга? Перечислить способы гашения дуги в контакторах.
 15. Описать приведённую на рисунке схему управления
 16. Назначение и область применения тепловых реле.
 17. Выбрать уставку теплового реле защиты трехфазного асинхронного электродвигателя, с параметрами: $U_{ном} = 380 \text{ В}$; $P_{ном} = 5 \text{ кВт}$; $\cos\phi = 0,84$; $\eta = 94 \%$. Показать схему включения теплового реле в цепи питания двигателя и в цепи управления.
1. Принцип действия теплового реле.

По приведённой времятоковой характеристике теплового реле (1), с уставкой 10 А, определить время его срабатывания при токе 50 А.

Чувствительный элемент теплового реле. Его устройство.

Изобразить схему управления трехфазным двигателем с использованием теплового реле. Управление двигателем осуществляется от одного поста управления с двумя кнопками («пуск», «стоп»).
 1. Условия выбора теплового реле.

Изобразить схему управления трехфазным двигателем с использованием теплового реле. Управление двигателем осуществляется от одного поста управления с двумя кнопками («пуск», «стоп»). Требуется выполнить сигнализацию срабатывания теплового реле на посту управления.

Время-токовая характеристика теплового реле.

По приведённой времятоковой характеристике теплового реле (1), определить будет ли срабатывать реле с уставкой 5 А при пуске двигателя, если его пусковой ток равен 60 А, а время пуска 3 с.

2. Требования, предъявляемые к характеристикам теплового реле.

Выбрать уставку теплового реле защиты трехфазного асинхронного электродвигателя, с параметрами: $U^{\wedge} = 380 \text{ В}$; $P^{\wedge} = 1 \text{ кВт}$; $\cos\varphi = 0,83$; $\eta = 91 \%$.

Показать схему включения теплового реле в цепи питания двигателя и в цепи управления.

3. Характеристики тепловых реле.

По приведенной времятоковой характеристике теплового реле (2), с уставкой 15 А, определить время его срабатывания при токе 40 А.

Классификация электрических реле.

Изобразить схему управления трехфазным двигателем с использованием теплового реле. Управление двигателем осуществляется от двух постов управления с двумя кнопками на каждом («пуск», «стоп»).

4. Характеристики реле.

Изобразить схему управления трехфазным двигателем с использованием теплового реле. Управление двигателем осуществляется из АСУТП (один НО контакт). Требуется выполнить сигнализацию срабатывания теплового реле на внешней панели модуля управления.

Почему тепловые реле не применяются для защиты электрических цепей от токов КЗ? Какие виды контактов имеет тепловое реле серии РТЛ?

- время его срабатывания при токе 40 А.
- Классификация электрических реле.
- Изобразить схему управления трехфазным двигателем с использованием теплового реле. Управление двигателем осуществляется от двух постов управления с двумя кнопками на каждом («пуск», «стоп»).
- Изобразить схему управления трехфазным двигателем с использованием теплового реле. Управление двигателем осуществляется из АСУТП (один НО контакт). Требуется выполнить сигнализацию
- 1. Определить механические напряжения в шинах и изоляторах двухфазной шинной конструкции. Расположение шин - горизонтальное. Опорные изоляторы с минимальной разрушающей нагрузкой 3500 Н. Напряжение - 10 кВ. Варианты заданий:

№

Ток КЗ, кА

Постоянная времени апериодической составляющей, с

Расстояние между фазами, м

Расстояние между изоляторами, м

Материал шин

Тип шин Высота изоляторов,

м

1

20

0,03

0,5

1,4

алюминий трубчатые (диаметр

наружный - 70 мм, внутренний - 65 мм)

0,4

2 15 0,05 0,6 1,3 медь прямоугольные (10x20 мм) 0,56

3

12

0,06

0,7

1,1

алюминий коробчатые (наружные

размеры - 40x50 мм, толщина 8 мм)

0,32

4

23

0,07

0,2

2,2

медь трубчатые(диаметр наружный - 50 мм,

внутренний - 44 мм)

0,43

5 18 0,02 0,3 2,0 алюминий прямоугольные (30x10 мм) 0,24

6

20

0,02

0,2

2,4

медь трубчатые (диаметр наружный - 66 мм,

внутренний - 60 мм)

0,41

7 15 0,07 0,6 1,1 алюминий прямоугольные (12x25 мм) 0,53

8

12

0,06

0,6

1,7

медь коробчатые (наружные размеры - 45x55 мм,
толщина 8 мм)

0,36

9

23

0,05

0,7

2,1

алюминий трубчатые(диаметр
наружный - 48 мм, внутренний - 40 мм)

0,42

10 18 0,03 0,3 1,0 медь прямоугольные (25x15 мм) 0,28

11

20

0,03

0,2

1,4

алюминий коробчатые (наружные
размеры - 40x45 мм, толщина 10 мм)

0,36

12

15

0,05

0,6

1,3

медь трубчатые(диаметр
наружный - 50 мм, внутренний - 44 мм)

0,5

13 12 0,06 0,6 1,1 алюминий прямоугольные (30x10 мм) 0,26

14

23

0,07

0,7

2,2

медь трубчатые (диаметр наружный - 67 мм,

внутренний - 62 мм)

0,34

15 18 0,02 0,3 2,0 алюминий прямоугольные (15x25 мм) 0,45

2. Контакты образованы двумя торцами медных цилиндров. Определить нажатие. Варианты заданий

№ Длительный ток, А Ток КЗ, кА Диаметр цилиндров, мм Температура окружающей среды, °С

1. 500 15 0,03 20

2. 600 20 0,02 25

3. 800 30 0,08 35

4. 900 35 0,04 40

5. 1000 34 0,05 35

6. 550 16 0,06 45

7. 650 19 0,05 23

8. 750 17 0,03 23

9. 850 27 0,02 44

10. 950 26 0,01 38

3. Определить необходимое нажатие одноточечных контактов. Варианты заданий:

№ Материал контактов Длительный ток, А Ток КЗ, А

1 медь 10 250

2 серебро 1 100

3 вольфрам 15 350

4 медь 11 260

5 серебро 2 110

6 вольфрам 16 360

7 медь 12 270

8 серебро 3 120

9 вольфрам 17 370

10 медь 13 280

- 11 серебро 4 130
- 12 вольфрам 18 380
- 13 медь 14 290
- 14 серебро 5 140
- 15 вольфрам 19 390

4. Разработать принципиальную схему силовых цепей и цепей управления, в соответствии с вариантом задания. Выбрать электрические аппараты (автоматические выключатели, контакторы, кнопки управления, сигнальные лампы и прочее) и материалы (шкаф, шины, провода, кабельные вводы и прочее) для разработанной схемы. Разработать схемы внешних и внутренних подключений.

Варианты заданий:

А) Шкаф управления трехфазным асинхронным электродвигателем с КЗ ротором.

Предусмотреть защиту электродвигателя от перегрузки тепловым реле. Климатическая зона - умеренный климат.

№ Схемой должно быть предусмотрено Марка электро
двигателя Размещение шкафа
управления Размещение электро
двигателя

1 Управление кнопками «Пуск», «Стоп с фиксацией» по месту (у двигателя) и кнопками «Пуск», «Стоп» на внешней панели шкафа управления; отключение из операторной (НЗ контакт); сигнализация о работе (две лампы)

на внешней панели шкафа управления АИР 132 М2 наружное, среда не взрыво-, не пожароопасная
наружное, среда не взрыво-, не пожароопасная

2 Переключатель с двумя положениями (управление «По месту», «Дистанционно»); управление кнопками «Пуск», «Стоп» по месту (у двигателя) и дистанционно (НО контакт); сигнализация о работе (две лампы)

на внешней панели шкафа управления АИР 160 М8 в помещении цеха, среда не взрыво-, не пожароопасная
под навесом, среда не взрыво-, не пожароопасная

3 Управление кнопками «Пуск», «Стоп» по месту (у двигателя); отключение из операторной (НЗ контакт); сигнализация о

работе (одна лампа) на местном посту управления АИР 200 М8 под навесом, среда не взрыво-, не пожароопасная
наружное, среда пожароопасная П-11а

4 Управление кнопками «Пуск», «Стоп» по месту (у двигателя) и со шкафа управления (две кнопки «Пуск», «Стоп» на внешней панели); сигнализация о работе (две лампы) на внешней панели шкафа управления АИМЛ 100L2 в электро- помещении, среда не взрыво-, не пожароопасная
наружное, среда взрывоопасная В-1г ПА Т2

5 Управление кнопками «Вперед», «Назад»,

«Стоп» на внешней панели шкафа управления; сигнализация направления вращения (две лампы) на внешней панели шкафа управления АИР 100 L2 под навесом, среда не взрыво-, не пожароопасная под навесом, среда не взрыво-, не пожароопасная

- ю срабатывания теплового реле на внешней панели модуля управления.
- Почему тепловые реле не применяются для защиты электрических цепей от токов КЗ? Какие виды контактов имеет тепловое реле серии РТЛ?

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	-
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	-
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	-

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-4

1. Назначение, режимы работы и классификация электрических аппаратов.
2. Климатические исполнения и категории размещения электрических аппаратов.
3. Степени защиты оболочек электрических аппаратов (код IP).
4. Работа электрических аппаратов во взрывоопасных зонах.
5. Работа электрических аппаратов в пожароопасных зонах.
6. Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам.
7. Основные материалы, применяемые в электрических аппаратах.
8. Основные правила выполнения электрических схем. Классификация электрических схем.
9. Системы заземления электроустановок (TN, TN-C, TN-S, TN-C-S, IT, TT).
10. Электродинамические усилия в электрических аппаратах. Частные случаи определения величины и направления электродинамических усилий.
11. Электродинамические усилия при переменном токе.
12. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов.
13. Нагрев электрических аппаратов. Активные потери в электрических аппаратах.
14. Нагрев электрических аппаратов. Способы передачи тепла внутри

нагретых тел и с их поверхности.

15. Установившийся режим нагрева электрических аппаратов. Нагрев электрических аппаратов в переходных режимах.

16. Термическая стойкость электрических аппаратов.

17. Переходное сопротивление контакта. Факторы, определяющие величину переходного сопротивления.

18. Процессы, происходящие при замыкании контактов.

19. Работа контактов в замкнутом состоянии.

20. Процессы, происходящие при размыкании контактов.

21. Материалы контактов.

1. Назначение, режимы работы и классификация электрических аппаратов.

2. Климатические исполнения и категории размещения электрических аппаратов.

3. Степени защиты оболочек электрических аппаратов (код IP).

4. Работа электрических аппаратов во взрывоопасных зонах.

5. Работа электрических аппаратов в пожароопасных зонах.

6. Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам.

7. Основные материалы, применяемые в электрических аппаратах.

8. Основные правила выполнения электрических схем. Классификация электрических схем.

9. Системы заземления электроустановок (TN, TN-C, TN-S, TN-C-S, IT, TT).

10. Электродинамические усилия в электрических аппаратах. Частные случаи определения величины и направления электродинамических усилий.

11. Электродинамические усилия при переменном токе.

12. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов.

13. Нагрев электрических аппаратов. Активные потери в электрических аппаратах.

14. Нагрев электрических аппаратов. Способы передачи тепла внутри

нагретых тел и с их поверхности.

15. Установившийся режим нагрева электрических аппаратов. Нагрев электрических аппаратов в переходных режимах.

16. Термическая стойкость электрических аппаратов.

17. Переходное сопротивление контакта. Факторы, определяющие величину переходного сопротивления.

18. Процессы, происходящие при замыкании контактов.

19. Работа контактов в замкнутом состоянии.

20. Процессы, происходящие при размыкании контактов.

21. Материалы контактов.

22. Неподвижные и неразборные контакты. Подвижные неразмыкающиеся

контакты.

23. Разрывные контакты.

24. Жидкометаллические контакты.

25. Электрический разряд при отключении электрических цепей. Области дугового разряда.

26. Электрическая дуга постоянного тока. Перенапряжения при отключении дуги постоянного тока.

27. Особенности электрической дуги переменного тока.

28. Способы гашения электрической дуги: воздействие на столб электрической дуги; перемещение дуги под воздействием магнитного поля.

29. Способы гашения электрической дуги: гашение дуги с помощью дугогасительной решетки; гашение дуги высоким давлением; гашение дуги в п контакты.

23. Разрывные контакты.

24. Жидкометаллические контакты.

25. Электрический разряд при отключении электрических цепей. Области дугового разряда.
26. Электрическая дуга постоянного тока. Перенапряжения при отключении дуги постоянного тока.
27. Особенности электрической дуги переменного тока.
28. Способы гашения электрической дуги: воздействие на столб электрической дуги; перемещение дуги под воздействием магнитного поля.
29. Способы гашения электрической дуги: гашение дуги с помощью дугогасительной решетки; гашение дуги высоким давлением; гашение дуги в потоке сжатого газа.
30. Способы гашения электрической дуги: гашение дуги в трансформаторном масле; гашение дуги в вакуумной среде.
30. Способы гашения электрической дуги: гашение дуги в трансформаторном масле; гашение дуги в вакуумной среде.
22. Неподвижные и неразборные контакты. Подвижные неразмыкающиеся

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК ОС-7

45. Тиристорные пускатели.
46. Электрические реле. Назначение, характеристики и классификация.
47. Электромагнитные реле тока и напряжения.
48. Поляризованные реле.
49. Тепловые реле.
50. Импульсные реле.
51. Электротепловые реле.
52. Электромеханические реле времени.
53. Герконовые реле.

54. Фотоэлектрические реле.
55. Полупроводниковые реле тока и напряжения.
56. Электронные реле времени.
57. Твердотельные реле.
58. Микропроцессорные (логические) реле.
59. Рубильники и переключатели. Назначение и конструкции.

60. Предохранители. Назначение, характеристики, принцип действия.

61. Предохранители с гашением дуги в закрытом объеме. Предохранители с мелкозернистым наполнением.

62. Предохранители с жидкометаллическим контактом. Быстродействующие предохранители для защиты полупроводниковых приборов. Блоки предохранитель- выключатель.

63. Выбор предохранителей.

64. Автоматические выключатели. Назначение, характеристики и классификация.

65. Токоведущая цепь и дугогасительная система автоматических выключателей

66. Приводы и расцепители автоматических выключателей.

67. Времятоковые характеристики автоматических выключателей.

68. Выбор автоматических выключателей.

69. Виды селективности защит электрических цепей.

70. Построение и анализ карт селективности защит.

71. Перенапряжения в электрических цепях. Виды перенапряжений, способы

защиты. Вольт-секундная характеристика.

72. Трубчатый разрядник. Вентильный разрядник. Длинно-искровой разрядник.

73. Нелинейные ограничители перенапряжения. Принцип действия, параметры, конструкция.

74. Защита низковольтных распределительных сетей с помощью устройств защиты от импульсных перенапряжений.

75. Выбор нелинейных ограничителей перенапряжения.

76. Общие сведения о защите от прямого и косвенного прикосновения.

77. Устройства защитного отключения. Назначение, устройство и принцип действия.

78. Выбор устройств защитного отключения.

60. Предохранители. Назначение, характеристики, принцип действия.

61. Предохранители с гашением дуги в закрытом объеме. Предохранители с мелкозернистым наполнением.

62. Предохранители с жидкометаллическим контактом. Быстродействующие предохранители для защиты полупроводниковых приборов. Блоки предохранитель- выключатель.

63. Выбор предохранителей.

64. Автоматические выключатели. Назначение, характеристики и классификация.

65. Токоведущая цепь и дугогасительная система автоматических выключателей

66. Приводы и расцепители автоматических выключателей.

67. Времятоковые характеристики автоматических выключателей.

68. Выбор автоматических выключателей.

69. Виды селективности защит электрических цепей.

70. Построение и анализ карт селективности защит.

71. Перенапряжения в электрических цепях. Виды перенапряжений, способы защиты. Вольт-секундная характеристика.
72. Трубчатый разрядник. Вентильный разрядник. Длинно-искровой разрядник.
73. Нелинейные ограничители перенапряжения. Принцип действия, параметры, конструкция.
74. Защита низковольтных распределительных сетей с помощью устройств защиты от импульсных перенапряжений.
75. Выбор нелинейных ограничителей перенапряжения.
76. Общие сведения о защите от прямого и косвенного прикосновения.
77. Устройства защитного отключения. Назначение, устройство и принцип действия.
78. Выбор устройств защитного отключения.
79. Бесконтактные коммутирующие и регулирующие полупроводниковые устройства переменного тока.
79. Бесконтактные коммутирующие и регулирующие полупроводниковые устройства переменного тока.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	-
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	-
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне

Оценка	Критерии оценивания
	«удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	-

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Тельманова Е. Д. Электрические и электронные аппараты / Тельманова Е. Д. - Екатеринбург : РГППУ, 2010. - 131 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции РГППУ - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=743492&idb=0>.
2. Хакимьянов М. И. Электрические и электронные аппараты : учебное пособие / Хакимьянов М. И., Хазиева Р. Т. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 198 с. - Книга из коллекции УГНТУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-7831-1908-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=804825&idb=0>.
3. Практикум к проведению занятий по дисциплине «Электрические и электронные аппараты» / Кремлев И. А., Кондратьев Ю. В., Скоков Р. Б., Тарабин И. В. - 2-е изд., с измен. - Омск : ОмГУПС, 2020. - 37 с. - Утверждено методическим советом университета. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ОмГУПС - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=751425&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Аполлонский С. М. Электрические аппараты автоматики : учебное пособие / Аполлонский С. М., Куклев Ю. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 228 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-3728-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=798864&idb=0>.
2. Электротехника и электроника. Компьютерный лабораторный практикум в программной среде TINA-8 / Алехин В.А. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2014., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=646243&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

Операционная система Microsoft Windows

Пакет прикладных программ Microsoft Office

Правовая система «Консультант плюс»

Micro-Cap – SPICE программа для аналогового и цифрового моделирования электрических и электронных цепей с интегрированным визуальным редактором

KTechLab программа для проектирования и симуляции электрических схем
Браузер Google Chrome

Интернет-ресурсы

Федеральный портал. Российское образование. <http://www.edu.ru/>
<http://elektromehanika.org/>
Сайт Министерства энергетики РФ. - www.minenergo.gov.ru
Информационный проект для работников энергетических служб и студентов
электротехнических вузов <http://electrichelp.ru>
Электрика и электроэнергетика <https://pomagerim.ru>
<http://novostienergetiki.ru>
Известия вузов «Электромеханика», <http://electromeh.npi-tu.ru/ru/archive/>
Известия вузов «Радиоэлектроника», <https://re.eltech.ru/jour#>
<http://электротехнический-портал.пф/kniga.html>
Радиотехнический сайт, https://radiotract.ru/link_sprav.html

Профессиональные базы данных

«Техэксперт» – профессиональные справочные системы <http://техэксперт.рус/> [
База данных «Электрик» <http://www.electrik.org/>
ИС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Раздел
Электротехника http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30
Онлайн электрик: база данных <https://online-electric.ru/dbase.php>
Радиоэлектроника http://window.edu.ru/catalog/resources?p_str=Радиоэлектроника
Список сайтов по радиоэлектронике [http://radiostorage.net/page/3-spisok-sajtov-po-](http://radiostorage.net/page/3-spisok-sajtov-po-radioelektronike.htm)
radioelektronike.htm
Банк изобретений, технологий и научных открытий <http://www.ntpo.com>
Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения
энергетической эффективности...<https://gisee.ru/>
Научная электронная библиотека www.elibrary.ru
База данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com>

информационные справочные системы

ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал <http://www.garant.ru/>
Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.

Автор(ы): Беянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Беянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.01.24, протокол № 5.