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 ученого совета ННГУ
протокол от
«26» июня 2019 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль) образовательной программы
ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

Квалификация

БАКАЛАВР

Формы обучения
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2019

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Пересмотренная рабочая программа утверждена на заседании учёного совета Балахнинского филиала ННГУ
10 июня 2020 г. Протокол № 6. Председатель учёного совета БФ ННГУ _____А.К. Балдин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
Прикладной информатики, информационных технологий, радио- и электротехники БФ ННГУ

Протокол от 6 июня 2020 г. № 10
И.о. Зав. кафедрой _____Д.Н. Шуваев

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 2020 г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП (Б1.О.21), ориентирована на подготовку выпускников к решению всех заявленных типов задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ОПК-3, определяемое индикаторами ОПК-3.4, ОПК-3.6.

Формирование компетенции ОПК-3 начато в ходе освоения дисциплины Теоретические основы электротехники (ОПК-3.1, 3.2, 3.3, 3.5), продолжено в ходе освоения дисциплин Промышленная электроника (ОПК-3.4, 3.6), Электрические машины (ОПК-3.1, 3.5) и будет завершено в ходе выполнения Ознакомительной практики и подготовки Выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые 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**	
ОПК-3. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-3.4. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств. ОПК-3.6. Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.	Знает функции и физические основы работы электрических и электронных аппаратов, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем. Умеет использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин, самостоятельно анализировать и моделировать эксплуатацию электрических и электронных аппаратов, а также проводить их обоснованный выбор. Владеет методами анализа режимов работы электрических и электронных аппаратов и решать задачи проектирования основных узлов электрических и электронных аппаратов	Контрольные вопросы Разноуровневые задачи для практических занятий, Задания и вопросы для самостоятельных и контрольных работ

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоёмкость дисциплины

	очно-заочная форма обучения
Общая трудоёмкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144

в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа - КСР	42 20 20 2
самостоятельная работа	36
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание 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**	**Занятия лабораторного типа**	**Всего**	
	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная
1. Введение	6	1			1	5
2. Правила выполнения и анализа электрических схем	8	2			2	6
3. Основы теории электрических аппаратов	10	4			4	6
4. Аппараты управления	28	4	8		12	16
5. Аппараты распределительных устройств низкого напряжения	28	3	8		11	17
6. Электронные аппараты	16	3	4		7	9
7. Низковольтные комплектные устройства	10	3			3	7
КСР	2				2	
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
Итого	144	20	20		42	66

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. Путевые выключатели, переключатели и микровыключатели
4.4. Реостаты
4.5. Контакторы 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

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к лекционным и практическим занятиям, к ответам на контрольные вопросы, подготовка к прохождению и прохождение испытаний промежуточной аттестации.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	**Шкала оценивания сформированности компетенций**						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	Не зачтено		**Зачтено**				
Знания	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 ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объёме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочётами, выполнены все задания в полном объёме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме без недочётов
Навыки	Отсутствие владения материалом. 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 недочётами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочётами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочётов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочётов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		**Уровень подготовки**
Зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на

		уровне «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»
Не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2.Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Вопросы промежуточной аттестации (экзамен) по дисциплине «Электрические и электронные аппараты» для оценки компетенции ОПК-3.

Вопрос	Код компетенции
1. Назначение, режимы работы и классификация электрических аппаратов.	ОПК-3
2. Климатические исполнения и категории размещения электрических аппаратов.	ОПК-3
3. Степени защиты оболочек электрических аппаратов (код IP).	ОПК-3
4. Работа электрических аппаратов во взрывоопасных зонах.	ОПК-3
5. Работа электрических аппаратов в пожароопасных зонах.	ОПК-3
6. Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам.	ОПК-3
7. Основные материалы, применяемые в электрических аппаратах.	ОПК-3
8. Основные правила выполнения электрических схем. Классификация электрических схем.	ОПК-3
9. Системы заземления электроустановок (TN, TN-C, TN-S, TN-C-S, IT, TT).	ОПК-3
10. Электродинамические усилия в электрических аппаратах. Частные случаи определения величины и направлений электродинамических усилий.	ОПК-3
11. Электродинамические усилия при переменном токе.	ОПК-3
12. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов.	ОПК-3
13. Нагрев электрических аппаратов. Активные потери в электрических аппаратах.	ОПК-3
14. Нагрев электрических аппаратов. Способы передачи тепла внутри нагретых тел и с их поверхности.	ОПК-3
15. Установившийся режим нагрева электрических аппаратов. Нагрев электрических аппаратов в переходных режимах.	ОПК-3
16. Термическая стойкость электрических аппаратов.	ОПК-3
17. Переходное сопротивление контакта. Факторы, определяющие величину переходного сопротивления.	ОПК-3
18. Процессы, происходящие при замыкании контактов.	ОПК-3
19. Работа контактов в замкнутом состоянии.	ОПК-3
20. Процессы, происходящие при размыкании контактов.	ОПК-3

21. Материалы контактов.	ОПК-3
22. Неподвижные и неразборные контакты. Подвижные неразмыкающиеся контакты.	ОПК-3
23. Разрывные контакты.	ОПК-3
24. Жидкометаллические контакты.	ОПК-3
25. Электрический разряд при отключении электрических цепей. Области дугового разряда.	ОПК-3
26. Электрическая дуга постоянного тока. Перенапряжения при отключении дуги постоянного тока.	ОПК-3
27. Особенности электрической дуги переменного тока.	ОПК-3
28. Способы гашения электрической дуги: воздействие на столб электрической дуги; перемещение дуги под воздействием магнитного поля.	ОПК-3
29. Способы гашения электрической дуги: гашение дуги с помощью дугогасительной решетки; гашение дуги высоким давлением; гашение дуги в потоке сжатого газа.	ОПК-3
30. Способы гашения электрической дуги: гашение дуги в трансформаторном масле; гашение дуги в вакуумной среде.	ОПК-3
31. Основные характеристики полупроводниковых приборов в ключевых режимах работы.	ОПК-3
32. Применение оптоэлектронных приборов в электрических аппаратах.	ОПК-3
33. Достоинства и недостатки бесконтактной коммутации электрических цепей	ОПК-3
34. Устройство электромагнитного механизма и его работа.	ОПК-3
35. Классификация электромагнитных механизмов. Основные элементы электромагнитных механизмов.	ОПК-3
36. Способы замедления срабатывания и отпускания электромагнитного механизма.	ОПК-3
37. Недостатки электромагнитных механизмов переменного тока. Электромагниты, работающие на выпрямленном токе.	ОПК-3
38. Кулачковые и плоские контроллеры.	ОПК-3
39. Командоаппараты. Кнопки управления. Командоконтроллеры.	ОПК-3
40. Путевые выключатели и микровыключатели.	ОПК-3
41. Контакторы и магнитные пускатели. Назначение, характеристики и классификация.	ОПК-3
42. Устройство и принцип действия контакторов.	ОПК-3
43. Электромагнитные механизмы контакторов.	ОПК-3
44. Магнитные пускатели.	ОПК-3
45. Тиристорные пускатели.	ОПК-3
46. Электрические реле. Назначение, характеристики и классификация.	ОПК-3
47. Электромагнитные реле тока и напряжения.	ОПК-3
48. Поляризованные реле.	ОПК-3
49. Тепловые реле.	ОПК-3
50. Импульсные реле.	ОПК-3
51. Электротепловые реле.	ОПК-3
52. Электромеханические реле времени.	ОПК-3
53. Герконовые реле.	ОПК-3
54. Фотоэлектрические реле.	ОПК-3
55. Полупроводниковые реле тока и напряжения.	ОПК-3
56. Электронные реле времени.	ОПК-3
57. Твердотельные реле.	ОПК-3
58. Микропроцессорные (логические) реле.	ОПК-3

59. Рубильники и переключатели. Назначение и конструкции.	ОПК-3
60. Предохранители. Назначение, характеристики, принцип действия.	ОПК-3
61. Предохранители с гашением дуги в закрытом объеме. Предохранители с мелкозернистым наполнением.	ОПК-3
62. Предохранители с жидкометаллическим контактом. Быстродействующие предохранители для защиты полупроводниковых приборов. Блоки предохранитель- выключатель.	ОПК-3
63. Выбор предохранителей.	ОПК-3
64. Автоматические выключатели. Назначение, характеристики и классификация.	ОПК-3
65. Токоведущая цепь и дугогасительная система автоматических выключателей	ОПК-3
66. Приводы и расцепители автоматических выключателей.	ОПК-3
67. Времятоковые характеристики автоматических выключателей.	ОПК-3
68. Выбор автоматических выключателей.	ОПК-3
69. Виды селективности защит электрических цепей.	ОПК-3
70. Построение и анализ карт селективности защит.	ОПК-3
71. Перенапряжения в электрических цепях. Виды перенапряжений, способы защиты. Вольт-секундная характеристика.	ОПК-3
72. Трубчатый разрядник. Вентильный разрядник. Длинно-искровой разрядник.	ОПК-3
73. Нелинейные ограничители перенапряжения. Принцип действия, параметры, конструкция.	ОПК-3
74. Защита низковольтных распределительных сетей с помощью устройств защиты от импульсных перенапряжений.	ОПК-3
75. Выбор нелинейных ограничителей перенапряжения.	ОПК-3
76. Общие сведения о защите от прямого и косвенного прикосновения.	ОПК-3
77. Устройства защитного отключения. Назначение, устройство и принцип действия.	ОПК-3
78. Выбор устройств защитного отключения.	ОПК-3
79. Бесконтактные коммутирующие и регулирующие полупроводниковые устройства переменного тока.	ОПК-3

5.2.2. Типовые вопросы текущего контроля для оценки компетенции ОПК-3.

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 износоустойчивость.

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) Каковы особенности принципиальных схем, содержащих электронные устройства?

28) Категории применения контакторов переменного тока.

29) Что такое контактор? Области применения контакторов.

30) 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.

31) Назначение и классификация контакторов.

32) Категории применения контакторов постоянного тока.

33) Изобразить схему управления электроосвещением с управлением от двух кнопок «пуск / стоп» и сигнализацией о работе на щите управления.

34) Устройство и принцип действия контакторов постоянного тока.

35) Типы контактов контактора.

36) По каким параметрам должен быть выбран контактор в схеме управления асинхронным электродвигателем, с фазным ротором, со следующими параметрами: Цюм = 380 В; *Рном* = 3,2 кВт; cosφ = 0,86; п = 95 %?

37) Электромагнитные механизмы контакторов.

38) Вибрация якоря и способ ее устранения.

39) Приводы автоматических выключателей.

40) Выбрать номинальный ток и характеристику срабатывания автоматического

41) выключателя защиты групповой линии освещения с пятью светодиодными светильниками мощностью 40 Вт каждый и коэффициентом мощности 0,98. Минимальный ток короткого замыкания -340 А.

42) Времятоковые характеристики автоматических выключателей.

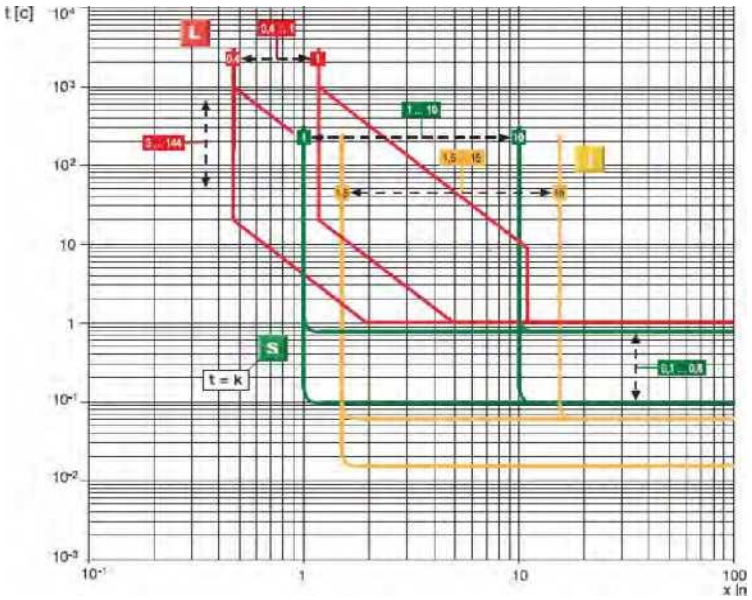
43) Изобразить схему отключения при пожаре вводного автоматического выключателя распределительного щита. Сигнал от системы пожаротушения - НО контакт.

44) Типы расцепителей автоматических выключателей.

45) Выбрать уставки автоматического выключателя для защиты трехфазного асинхронного двигателя с параметрами: $u_{ном}$ = 380 В; $P_{ном}$ = 20 кВт; cosφ = 0,91; п = 95 %.

46) Выбор автоматических выключателей.

47) Изобразить время-токовую характеристику автоматического выключателя по заданным уставкам.

48) 

49) Характеристики автоматических выключателей.

50) 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.

51) Токоведущая цепь и дугогасительная система автоматических выключателей.

52) Изобразить схему защиты максимального напряжения с действием на независимый расцепитель автоматического выключателя.

53) Назначение и принцип действия нелинейных ограничителей перенапряжения.

54) Устройства защиты от импульсных перенапряжений.

55) Параметры нелинейных ограничителей перенапряжения.

56) Выбор устройств защиты от импульсных перенапряжений.

57) Выбор нелинейных ограничителей перенапряжения.

58) Установка устройств защиты от импульсных перенапряжений в сеть с системой заземления TN-C-S.

59) Трехступенчатая защита низковольтных сетей от перенапряжений.

60) Установка предохранителей для защиты устройств защиты от импульсных перенапряжений.

61) Расположение ограничителей перенапряжения в схеме электроснабжения.

62) Установка устройств защиты от импульсных перенапряжений в сеть с системой заземления TN-C-S

63) Вольт-секундная характеристика нелинейных ограничителей перенапряжения.

64) Схемы включения устройств защиты от импульсных перенапряжений.

65) Принцип действия электронных устройств. Функции и основные характеристики электронных аппаратов.

5.2.3. Типовые разноуровневые задачи для практических занятий для оценки компетенции ОПК-3.

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 (10х20 мм)	0,56
3	12	0,06	0,7	1,1	алюминий	коробчатые (наружные размеры - 40х50 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 (30х10 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 (12х25 мм)	0,53
8	12	0,06	0,6	1,7	медь	коробчатые (наружные размеры - 45х55 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 (25х15 мм)	0,28
11	20	0,03	0,2	1,4	алюминий	коробчатые (наружные размеры - 40х45 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 (30х10 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 (15х25 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, °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 ввода и прочее) для разработанной схемы. Разработать схемы внешних и внутренних подключений.

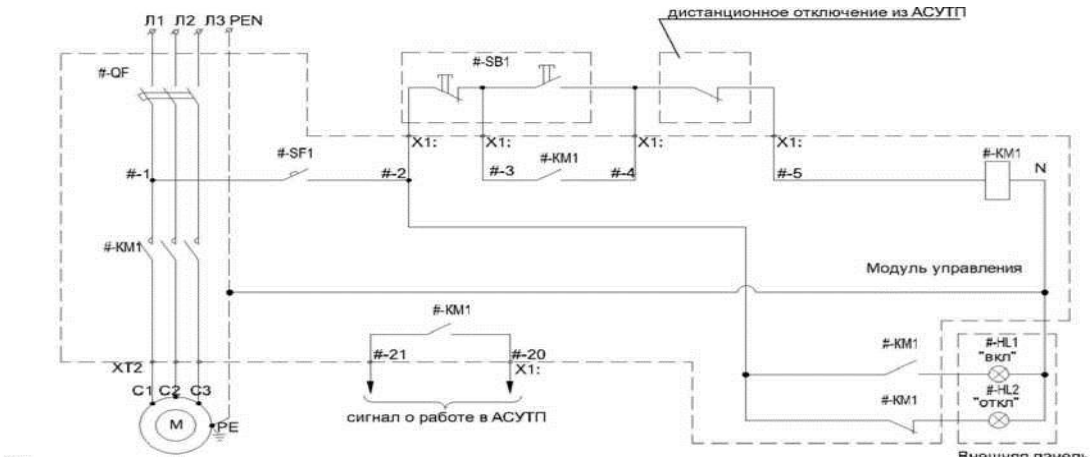
Варианты заданий:

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

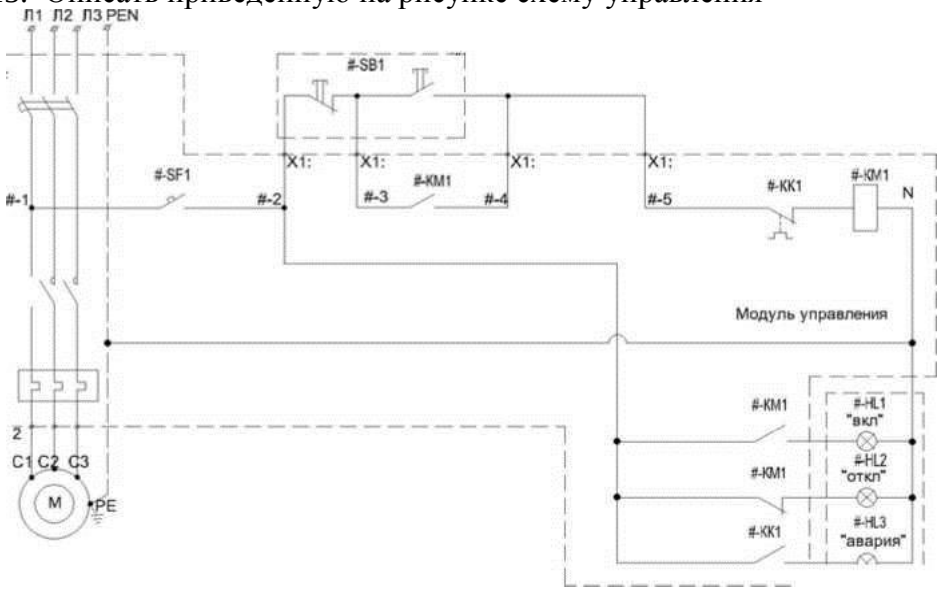
5.2.4. Типовые задания и вопросы самостоятельных и контрольной работ

1. Описать приведённую на рисунке схему управления

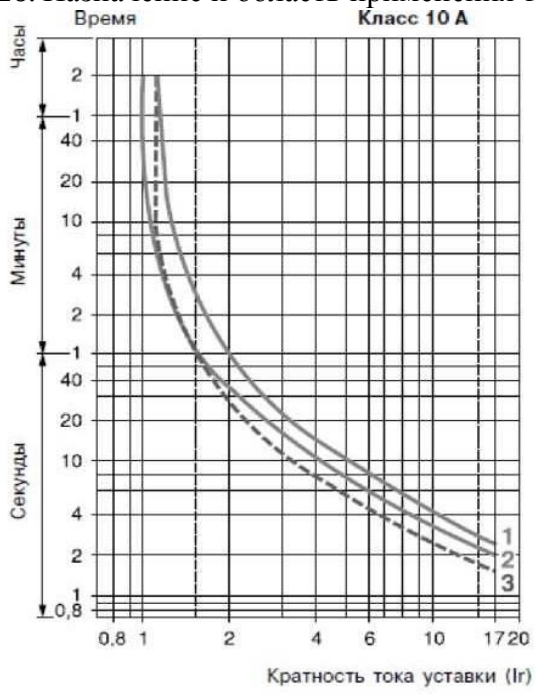


2. Магнитные пускатели.
3. Сколько вспомогательных контактов должен иметь контактор в схеме управления электродвигателем с сигнализацией о работе в АСУТП и сигнализацией о работе (две лампы) на внешней панели модуля управления? Назовите типы этих контактов (нормально замкнутые или нормально разомкнутые).

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: £/$_{ном}$ = 380 В; $P_{ном}$ = 11 кВт; еоБф = 0,91; п = 96 %?
13. Конструкция электромагнитных механизмов контакоров.
14. Что такое электрическая дуга? Перечислить способы гашения дуги в контакторах.
15. Описать приведённую на рисунке схему управления

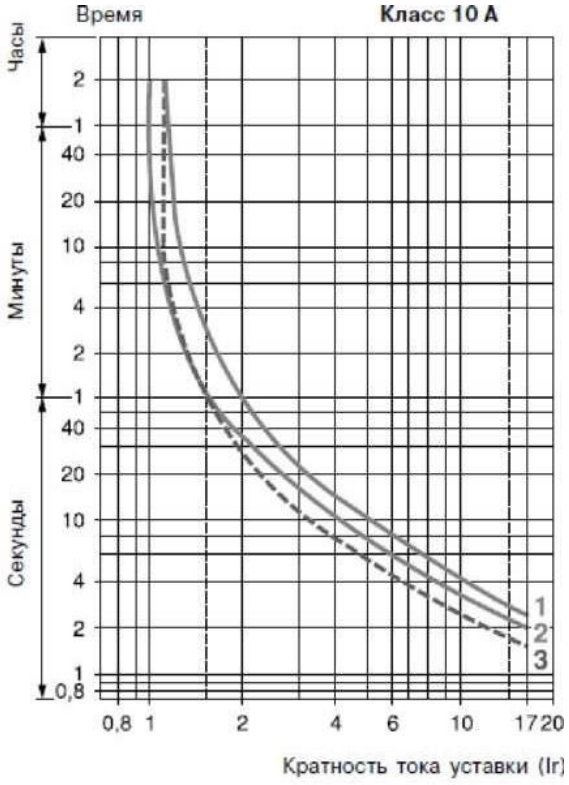


16. Назначение и область применения тепловых реле.



17. Выбрать уставку теплового реле защиты трехфазного асинхронного электродвигателя, с параметрами: £/$_{ном}$ = 380 В; $P_{ном}$ = 5 кВт; cos**9** = 0,84; п = 94 %. Показать схему включения теплового реле в цепи питания двигателя и в цепи управления.

1. Принцип действия теплового реле.
2. По приведённой времятоковой характеристике теплового реле (1), с уставкой 10 А, определить время его срабатывания при токе 50 А.
3. Чувствительный элемент теплового реле. Его устройство.
4. 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.
2. 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.
3. Время-токовая характеристика теплового реле.
4. 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.
5. Требования, предъявляемые к характеристикам теплового реле.
6. Выбрать уставку теплового реле защиты трехфазного асинхронного электродвигателя, с параметрами: *U*^ = 380 В; *P*^ = 1 кВт; cosφ = 0,83; п = 91 %. Показать схему включения теплового реле в цепи питания двигателя и в цепи управления.



1. Характеристики тепловых реле.
2. По приведенной времятоковой характеристике теплового реле (2), с уставкой 15 А, определить время его срабатывания при токе 40 А.
3. Классификация электрических реле.
4. Изобразить схему управления трехфазным двигателем с использованием теплового реле. Управление двигателем осуществляется от двух постов управления с двумя кнопками на каждом («пуск», «стоп»).
5. Характеристики реле.
6. 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.
7. Почему тепловые реле не применяются для защиты электрических цепей от токов КЗ? Какие виды контактов имеет тепловое реле серии РТЛ?

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Абрамов Е.Ю., Электрические и электронные аппараты [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Абрамов Е.Ю. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – 48 с. - ISBN 978-5-7782-3211-2 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232112.html [23.09.2019]

2. Александров Д.С., Щербаков Е.Ф. Электрические аппараты: учеб. пособие. – М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 303 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/1019416 [23.09.2019]

б) Дополнительная литература

1. Алехин В.А., Электротехника и электроника. Компьютерный лабораторный практикум в программной среде TINA-8 [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2014. – 208 с. - ISBN 978-5-9912-0380-7 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203807.html [23.09.2019]

в) 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

г) 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://pomegerim.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.рф/kniga.html
- Радиотехнический сайт, https://radiotract.ru/link_sprav.html
- ЭБС «Юрайт». Режим доступа: http://biblio-online.ru
- ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru
- ЭБС «Лань». Режим доступа: http://e.lanbook.com/
- ЭБС «Znanium.com». Режим доступа: www.znanium.com

д) Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- «Техэксперт» – профессиональные справочные системы http://техэксперт.рус/ [26.10.19]
- База данных «Электрик» http://www.electrik.org/ [26.10.19]
- ИС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Раздел Электротехника http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30 [26.10.19]
- Онлайн электрик: база данных https://online-electric.ru/dbase.php [26.10.19]
- Радиоэлектроника http://window.edu.ru/catalog/resources?p_str=Радиоэлектроника [26.10.19]
- Список сайтов по радиоэлектронике http://radiostorage.net/page/3-spisok-sajtov-po-radioelektronike.html [26.10.19]
- Банк изобретений, технологий и научных открытий http://www.ntpo.com [26.10.19]

- Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности…https://gisee.ru/ [26.10.19]
- Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [26.10.19]
- База данных рецензируемой литературы Scopus https://www.scopus.com [26.10.19]
- База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com [26.10.19]
- ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал http://www.garant.ru/
- Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения, используемые при реализации дисциплины, представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий.

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированной лаборатории электронной техники, микропроцессоров и микропроцессорных систем, электрических измерений, оснащённой комплектами лабораторного оборудования, лабораторными стендами, измерительным оборудованием, техническим оборудованием, обеспечивающим проведение занятий.

Помещения (аудитории) для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключённой к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Автор: к.т.н. И.В. Белянин

Рецензент:
д.т.н., начальник отдела АО "Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения им. И. И. Африкантова" В.А. Панов

Программа утверждена на заседании объединённой методической комиссии Института открытого образования и филиалов университета, протокол № 13 от 29.04.2019 г.