

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Декан факультета



А.В. Бурковский

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Электрические и электронные аппараты»

Направление подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Профиль Электромашинвод и автоматика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2016

Автор программы

 /Тихунов А.В./

Заведующий кафедрой
Электроэнергетических
систем и электроснабжения

 /Шелякин В.И./

Руководитель ОПОП

 /Питодин В.М./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Овладение знаниями о видах, назначении и принципе действия электрических и электронных аппаратов, используемых в электротехнике и электроэнергетике, а также получение практических навыков выбора и эксплуатации аппаратов различного назначения.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- ознакомление с видами, назначением и особенностями применения электрических и электронных аппаратов;
- получение практических навыков работы с аппаратами различного назначения;
- овладение методами расчета и выбора электрических аппаратов для электротехнических и электроэнергетических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Электрические и электронные аппараты» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике

ПК-2 - способность обрабатывать результаты экспериментов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать электрические аппараты, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем; физические явления в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов; понимать существо задач анализа и синтеза узлов типовых ЭЭА, ограничения применимости методов анализа ЭЭА
	Уметь применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов
	Владеть навыками проведения стандартных испытаний электротехнического оборудования; методами анализа режимов работы ЭЭА; навыками проведения стандартных испытаний электротехнического оборудования
ПК-2	Знать правильно использовать допущения при анализе процессов в ЭЭА
	Уметь формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчёта
	Владеть навыками обработки результатов экспериментальных исследований ЭЭА

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электрические и электронные аппараты»

составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	90	90
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость академические часы	144	144
з.е.	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	24	24
В том числе:		
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ)	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа	116	116
Контрольная работа	+	+
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость академические часы	0	144
з.е.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Физические основы теории электрических аппаратов	Введение. Предмет и задачи. Литература и ГОСТы, определения и классификация. Электрические и электронные аппараты как средства управления потоками энергии от источника к потребителю. Классификация электрических и электронных аппаратов. Принципы действия электрических и электронных аппаратов, их назначение, история и основные тенденции развития и совершенствования изделий электроаппаратостроения. Электрические контакты	4	4	4	20	32

		как средство организации электрической цепи и кинематической коммутации. Сопротивление контактов, зависимость его от усилий нажатия и температуры. Эрозия контактов, сваривание. Явление электродинамического отброса контактов. Конструкция, материалы контактов, выбор нажатия и провала контактов. Свойства электрической дуги. Условия гашения дуги постоянного и переменного тока. Конструкция дугогасительных устройств. Искрогашения с помощью специальных линейных и нелинейных вентильных схем.					
2	Контактные коммутационные электрические аппараты.	Методы анализов, проводимости воздушных зазоров, учет нелинейности характеристик ферромагнетиков, влияние потока рассеяния. Тяговые характеристики электромагнитов. Сила тяги электромагнитов постоянного и переменного тока. Зависимость силы тяги от величины рабочего зазора. Механическая характеристика, согласование тяговой и механической характеристик, коэффициент возврата. Вибрация якорей электромагнитов переменного тока, устранение вибраций. Время срабатывания и отпускания электромагнитов. Ускорение и замедление работы электромагнитов	6	6	6	25	43
3	Защитные электрические аппараты, аппараты управления.	Электрические реле. Релейная характеристика. Электромагнитные реле тока и напряжения. Реле на герконах. Реле времени. Поляризованное реле. Тепловое реле. Реле защиты, автоматики, управления, связи. Основные параметры и выбор реле. Электрические аппараты высокого напряжения. Комплектные распределительные устройства (КРУ), модульный принцип их исполнения.	4	4	4	20	32
4	Бесконтактные электрические аппараты	Датчики. Назначения и классификация электрических датчиков. Требования, предъявляемые к электрическим датчикам. Реостатные, угольные, тензодатчики. Индуктивные датчики, датчики Холла, пьезодатчики. Магнитные усилители; принцип действия дроссельных магнитных усилителей (МУ), основные характеристики.	4	4	4	25	37
Итого			18	18	18	90	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Физические основы теории электрических аппаратов	Введение. Предмет и задачи. Литература и ГОСТы, определения и классификация. Электрические и электронные аппараты как средства управления потоками энергии от источника к потребителю. Классификация электрических и электронных аппаратов. Принципы действия электрических и электронных аппаратов, их	2	2	4	30	38

		назначение, история и основные тенденции развития и совершенствования изделий электроаппаратостроения. Электрические контакты как средство организации электрической цепи и кинематической коммутации. Сопротивление контактов, зависимость его от усилий нажатия и температуры. Эрозия контактов, сваривание. Явление электродинамического отброса контактов. Конструкция, материалы контактов, выбор нажатия и провала контактов. Свойства электрической дуги. Условия гашения дуги постоянного и переменного тока. Конструкция дугогасительных устройств. Искрогашения с помощью специальных линейных и нелинейных вентильных схем.					
2	Контактные коммутационные электрические аппараты.	Методы анализов, проводимости воздушных зазоров, учет нелинейности характеристик ферромагнетиков, влияние потока рассеяния. Тяговые характеристики электромагнитов. Сила тяги электромагнитов постоянного и переменного тока. Зависимость силы тяги от величины рабочего зазора. Механическая характеристика, согласование тяговой и механической характеристик, коэффициент возврата. Вибрация якорей электромагнитов переменного тока, устранение вибраций. Время срабатывания и отпускания электромагнитов. Ускорение и замедление работы электромагнитов	1	4	2	30	37
3	Защитные электрические аппараты, аппараты управления.	Электрические реле. Релейная характеристика. Электромагнитные реле тока и напряжения. Реле на герконах. Реле времени. Поляризованное реле. Тепловое реле. Реле защиты, автоматики, управления, связи. Основные параметры и выбор реле. Электрические аппараты высокого напряжения. Комплектные распределительные устройства (КРУ), модульный принцип их исполнения.	2	2	2	35	41
4	Бесконтактные электрические	Датчики. Назначения и классификация электрических	1	2	-	21	24

аппараты	датчиков. Требования, предъявляемые к электрическим датчикам. Реостатные, угольные, тензодатчики. Индуктивные датчики, датчики Холла, пьезодатчики. Магнитные усилители; принцип действия дроссельных магнитных усилителей (МУ), основные характеристики.					
Итого		6	10	8	116	140

- Исследование электродинамических сил;
 - Исследование переходного сопротивления контактов.
 - Исследование контактора постоянного тока.
 - Исследование электромагнита переменного тока.
 - Исследование методов изменения времени срабатывания и отпускания реле.
- Исследование защитных реле.
- Исследование характеристик автоматических выключателей

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать электрические аппараты, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем; физические явления в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов; понимать существо задач анализа и синтеза узлов типовых ЭА, ограничения применимости методов анализа ЭА	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов	Решение стандартных практических задач, выполнение	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

		лабораторных работ		
	Владеть навыками проведения стандартных испытаний электротехнического оборудования; методами анализа режимов работы ЭЭА; навыками проведения стандартных испытаний электротехнического оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать правильно использовать допущения при анализе процессов в ЭЭА	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчёта	Решение стандартных практических задач, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками обработки результатов экспериментальных исследований ЭЭА	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать электрические аппараты, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем; физические явления в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов; понимать существо задач анализа и синтеза узлов типовых ЭЭА, ограничения применимости методов анализа ЭЭА	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	Владеть навыками проведения стандартных испытаний электротехнического оборудования; методами анализа режимов работы ЭЭА; навыками проведения стандартных испытаний электротехнического оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	ответы Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	во всех задачах Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать правильно использовать допущения при анализе процессов в ЭЭА	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчёта	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками обработки результатов экспериментальных исследований ЭЭА	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

– Электрический аппарат

А. это электротехническое устройство, которое используется для включения и отключения электрических цепей, контроля, измерения, защиты, управления регулированием установок предназначенных для передачи, преобразования, распределения и потребления электроэнергии

Б. это электротехническое устройство, которое используется для включения и отключения электрических цепей.

В. это электрическая машина которая служит для преобразования электрической энергии в механическую.

– признаки классификаций электрических аппаратов

А. цена

Б. назначение

В. внешний вид

Г. область применения

Д. принцип действия

Е. род тока

Ж.исполнение защиты от воздействия окружающей среды

– Что из перечисленного не относится к коммутационным аппаратам

А.магнитный пускатель

Б.рубильник

В.пакетный выключатель

– отделители, короткозамыкатели, разъединители относятся

А. аппаратам защиты

Б. к коммутационным аппаратам

В.к токоограничивающим аппаратам

– токоограничивающие аппараты

А. токоограничивающий реактор

Б.вентильный разрядник

В. трубчатый разрядник

Г.высоковольтный предохранитель

– аппараты предназначенные для пуска, регулирования частоты вращения, напряжения и тока электрических машин или каких-либо других потребителей электрической энергии

А. разрядник

Б. магнитный пускатель

В. автоматический воздушный выключатель

Г. резистор

– Аппараты для контроля заданных электрических и неэлектрических параметров

А. реле тока

Б. реле времени

В. датчик движения

Г. командоаппарат

– С помощью этих аппаратов цепи первичной коммутации (главные цепи) изолируются от цепей измерительных и защитных приборов, а измеряемая величина приобретает стандартное значение удобное для измерений.

А. ограничивающие

Б. измерительные

В. коммутационные

– Функция защитных оболочек электрических аппаратов

А. Для предотвращения соприкосновения обслуживающего персонала с токоведущими или подвижными частями и исключение попадания в аппараты инородных тел

Б. Для предотвращения соприкосновения обслуживающего персонала с токоведущими частями

В. защита от внешних факторов

– степень защиты от прикосновения к опасным деталям аппарата в обозначении аппарата

А. I

Б. Р

В. 1цифра

Г. 2 цифра

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

– Из каких материалов изготавливаются контактирующие элементы электрических аппаратов?

a. Металлов с малым удельным электрическим сопротивлением.

b. Металлов с большим удельным электрическим сопротивлением.

c. Керамики.

d. Диэлектрических материалов.

e. Полупроводниковых материалов.

– Для чего применяют контактное нажатие в электрических контактах электрических аппаратов?

a. Уменьшения вибрации контактов.

b. Увеличения прочности контактов.

c. Уменьшения времени срабатывания контактов.

d. Увеличения механической износоустойчивости.

e. Уменьшения электрического сопротивления контактирующих элементов.

– Для каких материалов контактов в месте контактирования допускается наибольшая температура?

a. Медь.

b. Серебро.

c. Сплавы металлов.

d. Металлокерамика.

– Какие муфты управления обладают большим ресурсом работы?

a. Гистерезисные.

b. Фрикционные

c. Ферропорошковые.

– Для чего нужна дугогасительная камера в контакторе?

a. Для охлаждения электрической дуги.

b. Для гашения электрической дуги.

c. Для удлинения дуги под воздействием электромагнитной силы.

d. Для удлинения и охлаждения электрической дуги.

– Для чего нужна система магнитного дутья в контакторе?

a. Для охлаждения электрической дуги.

b. Для гашения электрической дуги.

c. Для разрыва силовой электрической цепи.

d. Для удлинения дуги под воздействием электромагнитной силы от взаимодействия тока дуги с магнитным полем обмотки системы.

– Какие дугогасительные камеры наиболее эффективны?

a. С широкой щелью.

b. С узкой щелью.

c. Многократные щелевые.

d. Лабиринтные.

– Какую роль выполняет немагнитная прокладка на якоре электромагнита контактора постоянного тока?

a. Смягчает удар якоря о неподвижный магнитопровод.

b. Уменьшает воздушный зазор.

c. Уменьшает ход якоря.

d. Уменьшает залипание якоря.

– Какую роль выполняют мощные контакты в контакторе?

a. Коммутируют цепь управления.

b. Коммутируют силовую цепь.

c. Коммутируют цепи управления и силовую цепь.

– Какой командоаппарат имеет большее количество контактов?

a. Кнопка.

b. Путьевой выключатель.

c. Блокировочный выключатель.

d. Контроллер.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача 1. Выбор модульного автоматического выключателя

Пусть необходимо защитить кабель, питающий нагрузку (розетки) с рабочим номинальным током 36 А. Проектировщик выбрал для этого четыре медных провода в поливинилхлоридной изоляции, проложенных в одной трубе с поперечным сечением 10 мм^2 .

Решение

При выборе модульного автоматического выключателя приходится считаться с тем обстоятельством, что номинальные токи этих выключателей совпадают с уставкой и не подлежат регулировке. Поэтому следует учитывать необходимость выполнения двух условий. Во-первых, номинальный ток автоматического модульного выключателя должен быть больше номинального тока нагрузки, питаемой защищаемой линией. Во вторых, для безусловной защиты кабеля (провода) от перегрузок уставка защиты от перегрузок должна быть не более длительно допустимого тока кабеля.

Для этого способа прокладки в соответствии с *Правилами устройства электроустановок (ПУЭ)* [5] в соответствующей таблице можно найти, что длительно допустимый ток равен 50 А. Из дискретного ряда номинальных токов модульных автоматических выключателей, выпускаемых, например, фирмой *ABB*, найдем только одно возможное значение номинального тока. Это 40 А. Другие ближайшие значения не подходят: 32 А оказывается менее рабочего тока, а 63 А — больше длительно допустимого тока.

Задача 2. Три медных одножильных провода в трубе питают нагрузку с номинальным рабочим током 26 А. Проектировщик выбрал провода в поливинилхлоридной изоляции с поперечным сечением 3 мм^2 . Такие провода имеют длительно допустимый ток 28 А. Необходимо выбрать модульный

автоматический выключатель для защиты такой линии.

Решение

Из дискретного ряда номинальных токов модульных выключателей пробуем выбрать 25 А. Но это значение таково, что выключатель в принципе может отключить сеть при номинальном рабочем токе. Значит, следует выбрать выключатель с большим номинальным током. В дискретном ряду номинальных токов ближайшее большее значение равно 32 А. Но и это значение не удовлетворяет условиям задачи, так как $32 \text{ А} > 28 \text{ А}$. И следовательно, выключатель с таким номинальным током не защитит от перегрузок провода. Решение может быть найдено, если применить провода большего поперечного сечения. В частности, достаточно увеличить поперечное сечение до 4 мм^2 . Тогда длительно допустимый ток станет равным 35 А (см. таблицу в ПУЭ) и выключатель с номинальным током 32 А сможет защитить такой провод от перегрузок.

Задача 3. Расчет вводного автомата дома

Осуществите выбор вводного автоматического выключателя жилого дома. Исходные данные: напряжение сети $U_n = 0,4 \text{ кВ}$; расчетная мощность $P_p = 80 \text{ кВт}$; коэффициент мощности $\cos\varphi = 0,84$;

Решение

1 способ: Чтобы выбрать номинал автоматического выключателя считаем номинал тока нагрузки данной электросети:

$$I_p = P_p / (\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi) \quad I_p = 80 / (\sqrt{3} \times 0,4 \times 0,84) = 137 \text{ А}$$

2-й способ: Чтобы избежать, ложное срабатывание автомата защиты, номинальный ток автомата защиты (ток срабатывания теплового расцепителя) следует выбрать на 10% больше планируемого тока нагрузки:

- $I_{\text{ток.расцепителя}} = I_p \times 1,1$
- $I_{\text{т.р}} = 137 \times 1,1 = 150 \text{ А}$

Итог расчета: По сделанному расчету выбираем автомат защиты (по ПУЭ-85 п. 3.1.10) с током расцепителя ближайшим к расчетному значению:

- $I_{\text{ном.ав}} = 150 \text{ Ампер (150 А)}$.

Такой выбор автомата защиты позволит стабильно работать электрической цепи дома в рабочем режиме и срабатывать, только в аварийных ситуациях.

Задача 4. Расчет автоматического выключателя групповой цепи кухни

Осуществите выбор автоматического выключателя для розеточной групповой цепи электропроводки кухни.

Решение:

Расчет состоит из двух частей: расчет тока нагрузки электрической цепи кухни и расчет тока теплового расцепителя.

Расчет тока нагрузки:

Исходные данные:

- Напряжение сети $U_n = 220 \text{ В}$;
- Расчетная мощность $P_p = 6 \text{ кВт}$;
- Коэффициент мощности $\cos\varphi = 1$;

• **Расчетную мощность** рассчитаем, как сумму мощностей всех бытовых приборов кухни, умноженной на коэффициент использования, он же коэффициент использования бытовой техники.

• **Коэффициент использования** бытовой техники это поправочный коэффициент, уменьшающий расчетную (полную) потребляемую мощность электроцепи и учитывающий количество одновременно работающих электроприборов.

Рассчитать коэффициент использования для простой группы можно по следующей методике:

• Составляется перечень планируемых бытовых электроприборов, установленных на кухне с указанием номинальной мощности.

• Рассчитывается суммарная номинальная мощность ($P_{\text{расч}}$).

• Проводится анализ возможности одновременной работы электроприборов (чайник+ тостер, микроволновка+блендер, чайник+микроволновка+тостер, и т.д.)

• Рассчитываются суммарные мощности этих групп. Затем рассчитывается среднюю суммарную мощность групп одновременно включаемых приборов – $P_{\text{ном}}$ (номинальная мощность).

• коэффициент использования кухни это отношение $P_{\text{расч}} / P_{\text{ном}}$.

Примечание: В теории расчетов коэффициент использования внутри дома (без инженерных

сетей) и квартиры принимается равным, единице, если количество розеток не больше 10. Это так, но на практике, именно коэффициент использования позволяет работать современным бытовым приборам кухни на старой электропроводке.

В теории расчетов 1 бытовая розетка планируется на 6 кв. метров квартиры (дома). При этом:

- коэффициент использования=0,7 –для розеток от 50 шт.;
- коэффициент использования=0,8 –розеток 20-49 шт.;
- коэффициент использования=0,9 –розеток от 9 до 19шт.;
- коэффициент использования=1,0 –розеток ≤ 10 шт.

Рассчитаем номинальное значение тока нагрузки кухни:

- $I_p = P_p / 220V$;
- $I_p = 6000 / 220 = 27,3 \text{ A}$.

Ток расцепителя:

- $I_{расчет} = I_p \times 1,1 = 27,3 \times 1,1 = 30 \text{ A}$

По проведенному расчету выбираем номинал автомата защиты для кухни в 32 Ампер.

Вывод

Приведенный пример расчета кухни получился несколько завышенным, обычно для [электропроводки кухни](#) хватает 16 А если учесть, что плиту, стиральную машину, посудомоечную машину выводят в отдельные группы.

Задача 5: Суммарный ток нагрузки трех однофазных электроприемников равен 8 А. Для каждого электроприемника допускается в эксплуатации снижение сопротивления изоляции до 100 кОм. Длительный допустимый ток питающего кабеля составляет 16 А. Для защиты кабеля от сверхтоков применен АВ, а для защиты человека от поражения электрическим током — УЗО.

На какой номинальный ток должны быть выбраны АВ и УЗО? Какую уставку дифференциального тока должно иметь УЗО, чтобы не срабатывать при исправном состоянии электроприемников и в то же время выполнять свою функцию?

Решение

Номинальный ток автоматического выключателя должен находиться внутри диапазона, ограниченного, с одной стороны, рабочим током нагрузки т.е. 8 А, а с другой — длительно допустимым током питающего кабеля, т.е. 16 А. Это условие будет выполнено, если применить автоматический выключатель с номинальным током 10 А. Номинальный ток УЗО должен быть выбран из условия, что при токах перегрузки он должен быть защищен автоматическим выключателем, как и кабель. Это условие безусловно выполняется при выборе УЗО с номинальным током 16 А. Однако, в частном случае допустимо применение УЗО и с номинальным током 10 А, если УЗО выполнено на базе выключателя той же фирмы, что и автоматический выключатель, поскольку защитная характеристика последнего согласована с его перегрузочной способностью.

Согласно условию задачи эквивалентное сопротивление изоляции трех электроприемников, включенных параллельно, может снизиться в исправной электроустановке до 33,3 кОм. В этом случае при напряжении 220 В ток утечки будет равен $220/33,3 = 6,6 \text{ mA}$. Дифференциальный ток несрабатывания УЗО составляет 50% тока срабатывания (уставки) УЗО. При выборе УЗО с уставкой 10 мА возможны ложные срабатывания при возникновении тока утечки более 5 мА. Поэтому для исключения ложных срабатываний необходимо выбрать УЗО с уставкой 30 мА. При этом согласно существующим правилам УЗО с чувствительностью 30 мА гарантированно защищает человека от поражения электрическим током.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой

Контактное, переходное сопротивление.

Зависимость контактного сопротивления от различных факторов.

Каковы основные параметры контактных соединений?

Основные материалы, используемые для контактов. Основные типы конструкций твёрдо- и жидкометаллических контактов.

Процессы образования искры и дуги в контактном промежутке?

Условия гашения дуги на постоянном токе, переменном токе?

Основные дугогасительные устройства низких напряжений?

Основная и дополнительные причины нагрева ЭЭА.

Нагрев ЭЭА в установившемся, кратковременном и КЗ режиме.

Допустимая температура нагрева и стойкость ЭЭА.

. Какова основная задача расчета магнитных цепей.

Трудности расчета магнитных цепей, пути их решения.

Решение обратной задачи расчёта магнитной цепи.

Расчет обмотки электромагнитов постоянного тока?

Основные факторы влияющие на время срабатывания электромагнита.

Расчет обмотки электромагнитов переменного тока.

Что такое механическая характеристика ЭММ.

Определение тягового усилия ЭММ на различных зазорах.

Отличие тяговой характеристики ЭММ переменного тока от тяговой характеристики однотипного электромагнита постоянного тока.

Соотношение механической и тяговой характеристик на срабатывание отпущения.

Коэффициент возврата (K_v).

Принцип действия, устройство и параметры контроллеров.

Назначение, принцип действия и конструкции кнопок управления, путевых и конечных выключателей, тумблеров.

Назначение резисторов в ЭЭА.

Основные конструкции реостатов.

Принцип действия, конструкция и характеристики контакторов постоянного тока; переменного тока.

Основное назначение и условия работы магнитных пускателей.

Нереверсивный и реверсивный пуск и отключение асинхронного двигателя с помощью магнитного пускателя.

Выбор контакторов и магнитных пускателей.

Принцип действия, конструкция и характеристики предохранителей.

Релейное устройство, его основные характеристики.

Классификация реле. Основные требования к реле.

Принцип действия и характеристики электромагнитных реле тока, индукционного реле.

Реле времени с электромагнитным замедлением.

Реле времени с механическим замедлением.

Принцип действия, конструкция основных типов герконов.

Принцип работ и схема полупроводникового пускателя.

Основное назначение и принцип построения основных логических элементов используемых в ЭЭА

Основные параметры датчиков.

Конструкция и основные параметры контактных датчиков.

Принцип действия, конструкции индуктивных датчиков.

Принцип действия, конструкции и основные параметры индукционных датчиков.

Принцип действия полупроводниковых тензодатчиков, кварцевого пьезодатчика, датчика Холла?

Принцип действия дроссельного МУ, его недостатки.

Конструкция и параметры высоковольтных разъединителей, отделителей и короткозамыкателей.

Принцип действия, конструкция и параметры высоковольтных выключателей.

Принцип действия, конструкции и параметры реакторов.

Конструкции и параметры высоковольтных разрядников.

Основные конструкции и параметры токовых трансформаторов, трансформаторов напряжения.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 10

баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 14 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 15 до 19 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 19 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Физические основы теории электрических аппаратов	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
2	Контактные коммутационные электрические аппараты.	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Защитные электрические аппараты, аппараты управления.	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
4	Бесконтактные электрические аппараты	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Гуляев А.А. Электрические и электронные аппараты А.А. Гуляев, Н.И. Королев; Р.О. Нюхин Учеб. пособие. - Воронеж : Научная книга, 2010. - 131 с.

Аполлонский, С. М. Электрические аппараты управления и автоматики [Электронный ресурс] / Аполлонский С. М., Куклев Ю. В., Фролов В. Я., - 1-е изд. - : Лань, 2017. - 256 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-2605-8. URL: <https://e.lanbook.com/book/96241>

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам “Электрические и электронные аппараты”, “Коммутационные устройства в электроснабжении”, “Коммутационные аппараты систем электроснабжения” для студентов направлений 13.03.02, 35.03.06, 35.04.06 очной формы обучения [Электронный ресурс] . Ч.1 / Каф. электромеханических систем и электроснабжения; Сост.: А. А.

Гуляев, С. А. Горемыкин, В. П. Шелякин П. П. Видулин. - Электрон. текстовые, граф. дан. (350 Кб). - Воронеж : ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 1 файл. - 00-00.

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 15 "Исследование характеристик автоматических выключателей" по дисциплинам "Электрические и электронные аппараты", "Коммутационные устройства в электроснабжении", "Коммутационные аппараты систем электроснабжения" для студентов направлений 13.03.02, 35.03.06, 35.04.06 очной формы обучения [Электронный ресурс] / Каф. электромеханических систем и электроснабжения; Сост.: А. А. Гуляев, С. А. Горемыкин, Н. И. Королев, Н. В. Ситников, П. П. Видулин. - Электрон. текстовые, граф. дан. (472 Кб). - Воронеж : ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 1 файл. - 00-00.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

8.2.1 Программное обеспечение

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic
- OpenOffice;
- SMath Studio;
- Adobe Acrobat Reader;
- Internet explorer;
- Opera;

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ

8.2.3 Информационные справочные системы

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

- Электротехника. Сайт об электротехнике. Адрес ресурса: <https://electrono.ru>
- Школа для электрика. URL: <http://electricalschool.info/spravochnik/apparaty/146-klassifikacija-jelektricheskikh.html>.

– Графические и буквенные обозначения в электрических схемах. URL: <https://ddecad.ru/uslovnye-oboznacheniya-v-elektricheskikh-skhemakh/>

– Elektrik.info Адрес ресурса: <http://elektrik.info/beginner.html>

– Электроцентр. Адрес ресурса: <http://electrocentr.info/>

– Netelectro. Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации.

Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

– Marketelectro. Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг. Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оборудованная видеопроектором.

Лаборатория «Электрические и электронные аппараты» кафедры ЭМСЭС, оборудованная стендами для проведения исследований в рамках лабораторных работ, а также натурными образцами электрических и электронных аппаратов различного назначения.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Электрические и электронные аппараты» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков выбора и расчета электрических и электронных аппаратов различного назначения. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения;

	- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2017	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
4	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	

