

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

А.А. Каракозов

« 31 » марта 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.01 Коммутационные аппараты и электрооборудование систем  
электроснабжения**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

Программа: бакалавриат

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная


Форма обучения:	Очная	Очно- заочная	Заочная
Семестр(ы)	4	7	7
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4/144	4/144	4/144
Контактная работа (час.) в том числе:	72	32	16
лекции (час.)	51	16	6
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-	-
лабораторные работы (час.)	17	10	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе	54	94	110
курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экз.,18час.	экз.,18час.	экз.,18час.

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Коммутационные аппараты и электрооборудование систем электроснабжения» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электроснабжение» для 2023 года приёма по очной, очно-заочной и заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры электроснабжения  
промышленных предприятий и городов,  
к.т.н., доцент

 Чурсинов В.И.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий и городов.

Протокол от «03» 03 2023 года № 9

Заведующий кафедрой  Левшов А.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДОННТУ по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Протокол от «23» 03 2023 года № 3

Председатель  Ткаченко С.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий и городов.

Протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий и городов.

Протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий и городов.

Протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий и городов.

Протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий и городов.

Протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

# 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы устройства, назначения и принципа работы коммутационных электрических аппаратов в системах электроснабжения промышленных предприятий, а также вопросы, связанные с электрооборудованием систем электроснабжения.

Цель дисциплины «Коммутационные аппараты и электрооборудование систем электроснабжения» - усвоить основные положения теории коммутационных аппаратов высокого и низкого напряжения, особенности работы аппаратов в нормальных и аварийных режимах, принцип действия, устройство, режимы работы аппаратов и отдельных их частей, эксплуатационные характеристики, методы расчета, выбора и проверки электрических аппаратов и токоведущих частей..

В результате освоения данной дисциплины студент должен:

*знать*: основы теории нагрева аппаратов и токоведущих частей токами продолжительного режима и режима короткого замыкания, электродинамические расчеты и электродинамические процессы в электрических аппаратах, закономерности процессов которые протекают при коммутации цепей высокого и низкого напряжения, принцип действия, конструкцию, особенности аппаратов разного назначения и конструкцию их отдельных частей, режимы работы аппаратов, их характеристики, основные направления повышения эффективности работы аппаратов, расчетные условия для выбора аппаратов и токоведущих частей.

*уметь*: рассчитывать тепловые режимы проводников и аппаратов, определять их термическую и динамическую стойкость, производить выбор токоведущих частей и электрических аппаратов разного назначения, анализировать работу электрических аппаратов и их элементов в нормальном и аварийных режимах, рассчитывать эксплуатационные характеристики аппаратов на основании измерений;

*владеть*: способностью применять знания принципов работы, навыками определения параметров электрических аппаратов в своей профессиональной деятельности.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способность использовать технические средства для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем и происходящих в них процессов (ПК-5).

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного процесса.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: Математика, Физика, Теоретические основы электротехники.

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин (Электрооборудование подстанций, Основы релейной защиты и автоматизации энергосистем, Электроснабжение, Проектирование систем электроснабжения), прохождении производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

## 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	очная/очно-заочная/заочная				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СРС
Тема 1 «Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы»	7/4,5/4	3/0,5/0	-/-/-	2/0/0	2/4/4
Тема 2 «Электромагниты постоянного тока»	5/5/4,5	3/1/0,5	-/-/-	0/0/0	2/4/4
Тема 3 «Электромагниты переменного тока»	5/5/4,5	3/1/0,5	-/-/-	0/0/0	2/4/4
Тема 4 «Обмотки электромагнитов. Динамика работы и время срабатывания электромагнитов»	6/5/4	2/1/0	-/-/-	2/0/0	2/4/4
Тема 5 «Электрические контакты»	4/5/4,5	2/1/0,5	-/-/-	0/0/0	2/4/4
Тема 6 «Электрическая дуга и процесс коммутации»	10/9/10,5	4/1/0,5	-/-/-	2/2/2	4/6/8
Тема 7 «Дуогасительные устройства»	5/4,5/4	2/0,5/0	-/-/-	1/0/0	2/4/4
Тема 8 «Плавкие предохранители»	10/9/10,5	4/1/0,5	-/-/-	2/2/0	4/6/10
Тема 9 «Аппараты ручного управления. Автоматические воздушные выключатели»	8/7/8,5	4/1/0,5	-/-/-	0/0/0	4/6/8
Тема 10 «Контакторы и магнитные пускатели»	8/9/8	2/1/0	-/-/-	2/2/0	4/6/8
Тема 11 «Реле»	20/20/20	6/2/1	-/-/-	6/4/2	8/14/17
Тема 12 «Высоковольтные выключатели»	8/7/8	4/1/1	-/-/-	0/0/0	4/6/7
Тема 13 «Трансформаторы тока и напряжения»	4/5/4,5	2/1/0,5	-/-/-	0/0/0	2/4/4

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов очная/очно-заочная/заочная				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СРС
Тема 14 «Датчики»	4/4,5/4	2/0,5/0	-/-/-	0/0/0	2/4/4
Тема 15 «Короткозамыкатели. Разъединители. Отделители»	6/7/8,5	2/1/0,5	-/-/-	0/0/0	4/6/8
Тема 16 «Разрядники»	4/4,5/4	2/0,5/0	-/-/-	0/0/0	2/4/4
Тема 17 «Реакторы»	4/4,5/4	2/0,5/0	-/-/-	0/0/0	2/4/4
Тема 18 «Полупроводниковые бесконтактные аппараты управления»	4/4,5/4	2/0,5/0	-/-/-	0/0/0	2/4/4
Контактная работа (дополнительная)	4/6/6				
Курсовая работа (проект)	-/-/-				
Итого по видам занятий	126	51/16/6	-/-/-	17/10/4	54/94/110
Контроль	18/18/18				
<b>Итого:</b>	<b>144</b>				

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-5	Тема 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18

### 3.2 Лекции

Тема 1. Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы.

#### Содержание темы 1:

Общие понятия об электрических и электронных аппаратах. Классификация электрических и электронных аппаратов по назначению, по току и напряжению, по области применения. Применение электрических и электронных аппаратов в системах электроснабжения, электропривода и электрического оборудования.

#### Литература к теме 1: [1, 2, 4, 6]

Тема 2. Электромагниты постоянного тока

#### Содержание темы 2:

Электромагниты постоянного тока. Общие сведения про магнитные цепи аппаратов. Магнитные цепи с постоянной МДС. Расчет неразветвленной однородной магнитной цепи. Анализ уравнения полного тока для неоднородной цепи. Магнитная характеристика. Законы магнитных цепей и их аналогия с электрическими цепями. Рабочий цикл электромагнита..

#### Литература к теме 2: [1, 2, 4, 6]

Тема 3. Электромагниты переменного тока

#### Содержание темы 3:

Электромагниты переменного тока. Магнитные цепи с переменной МДС. Электромагнитные процессы. Магнитное поле идеальной катушки переменного тока с ферромагнитным сердечником. Магнитные потери. Влияние воздушного зазора. Вибрация якоря электромагнита, снижение вибрации. Расчет короткозамкнутого витка. Расчет обмотки переменного тока. Материалы магнитных цепей. Сравнение статических тяговых характеристик электромагнитов постоянного и переменного тока. Параметры и характеристики электромагнитов..

Литература к теме 3: [1, 2, 4, 6]

Тема 4. Обмотки электромагнитов. Динамика работы и время срабатывания электромагнитов

Содержание темы 4:

Обмотки электромагнитов. Динамика работы и срабатывания электромагнитов. Требования к обмоткам электромагнитов. Расчет обмоток постоянного и переменного тока. Время трогания и время движения якоря электромагнитов. Время движения при возвращении. Ускорение и замедление времени срабатывания электромагнитов.

Литература к теме 4: [1, 2, 4, 5, 6]

Тема 5. Электрические контакты

Содержание темы 5:

Понятие электрического контакта. Сопротивление электрического контакта. Влияние контактов на нагрев проводников. Сваривание контактов. Контактные материалы. Работа контактных узлов. Расчет контактов.

Литература к теме 5: [1, 2, 4, 5, 6]

Тема 6. Электрическая дуга и процесс коммутации

Содержание темы 6:

Плазма электрической дуги. Процессы ионизации и деионизации. Вольт-Амперная характеристика. Условия равновесия в цепи постоянного тока с электрической дугой. Динамическая Вольт-Амперная характеристика. Условия не зажигания электрической дуги после нуля тока.

Литература к теме 6: [1, 2, 4, 6]

Тема 7. Дугогасительные устройства.

Содержание темы 7:

Дугогасящие устройства аппаратов. Средства гашения электрической дуги. Столб дуги. Перемещение дуги под действием магнитного поля. Гашение дуги с помощью дугогасящих решеток. Гашение дуги высоким давлением. Гашение дуги в трансформаторном масле. Гашение дуги с помощью полупроводников.

Литература к теме 7: [1, 2, 4, 6]

Тема 8. Плавкие предохранители

Содержание темы 8:

Плавкие предохранители. Общие положения. Нагрев плавкой вставки при длительной нагрузке. Нагрев плавкой вставки при коротких замыканиях. Конструкция предохранителей низкого напряжения. Выбор предохранителей. Предохранители высокого напряжения.

Литература к теме 8: [1, 2, 4, 6]

Тема 9. Аппараты ручного управления. Автоматические воздушные выключатели

Содержание темы 9:

Аппараты ручного управления. Автоматические воздушные выключатели. Общие положения. Переключатели и рубильники. Токопроводящая цепь и дугогасительная система автоматов. Приводы и механизмы универсальных автоматов. Расцепители автоматов. Быстродействующие автоматы. Выбор автоматов. Мероприятия по технике безопасности при работе с автоматами.

Литература к теме 9: [1, 2, 4, 6]

Тема 10. Контактторы и магнитные пускатели

Содержание темы 10:

Контактторы и магнитные пускатели. Общие положения. Контактторы постоянного тока. Контактторы переменного тока. Контактная система контакторов.

Литература к теме 10: [1, 2, 4, 6]

Тема 11. Реле

Содержание темы 11:

Реле. Общие положения (классификация, назначение, терминология, основные требования к реле). Конструкции и параметры контактных узлов. Обмотки реле. Выбор и эксплуатация реле. Электромагнитные реле постоянного тока. Электромагнитные реле переменного тока. Герконы и герконовые реле. Магнитоэлектрические реле. Индукционные

реле. Электротепловые реле. Анализ и расчет времени срабатывания реле. Ускорение и замедление времени срабатывания электромагнитных реле. Реле времени.

Литература к теме 11: [1, 2, 4, 5, 6]

Тема 12. Высоковольтные выключатели

Содержание темы 12:

Высоковольтные выключатели. Общие положения. Баковые масляные выключатели. Маломасляные выключатели. Воздушные выключатели. Электромагнитные выключатели. Выбор выключателей.

Литература к теме 12: [1, 2, 3, 4, 6]

Тема 13. Трансформаторы тока и напряжения.

Содержание темы 13:

Трансформаторы тока и напряжения. Общие положения. Конструкции трансформаторов тока. Режимы работы трансформаторов тока. Выбор трансформаторов тока. Конструкция трансформаторов напряжения. Выбор трансформаторов напряжения. Погрешность трансформаторов тока и напряжения.

Литература к теме 14: [1, 2, 3, 4, 6]

Тема 14. Датчики

Содержание темы 14:

Датчики. Общие положения. Бесконтактные датчики. Контактные датчики. Конструкция и область применения датчиков.

Литература к теме 14: [1, 2, 3, 4, 6]

Тема 15. Короткозамыкатели. Разъединители. Отделители

Содержание темы 15:

Короткозамыкатели. Разъединители. Отделители. Общие положения. Конструкция разъединителей и их приводов. Блокировки разъединителей. Отделители и короткозамыкатели.

Литература к теме 15: [1, 2, 3, 4, 6]

Тема 16. Разрядники

Содержание темы 16:

Разрядники. Общие положения. Трубчатые разрядники. Вентильные разрядники. Разрядники постоянного тока.

Литература к теме 16: [1, 2, 3, 4, 6]

Тема 17. Реакторы

Содержание темы 17:

Реакторы. Общие положения. Конструкция реакторов. Удвоенные реакторы.

Литература к теме 17: [1, 2, 3, 4, 6]

Тема 18. Полупроводниковые бесконтактные аппараты управления

Содержание темы 18:

Полупроводниковые бесконтактные ЭА управления. Операционные усилители. Полупроводниковые реле. Типы реле, выполненные на основе операционных усилителей. Реле на интегральных микросхемах.

Литература к теме 18: [1, 2, 3, 4, 6]

### **3.3 Практические занятия**

В учебном плане не запланировано



### 3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/очно- заоч/заочн	Литерату- ра
1	Исследование электромагнитных механизмов	2/0/0	[1,2,7]
2	Исследование электрической дуги постоянного и переменного тока	2/2/2	[1,2,7]
3	Исследование электрической дуги постоянного и переменного тока	1/0/0	[2,3,4,7]
4	Исследование низковольтных плавких предохранителей	2/2/0	[2,3,4,7]
5	Изучения и исследования автоматических выключателей и контакторов	2/2/0	[2,3,4,7]
6	Исследование биметаллических расцепителей тепловых реле и автоматов	2/0/0	[2,3,4,5,7]
7	Исследование реле защиты мощных энергоустановок	2/2/2	[2,3,4,5,7]
8	Исследование режимов работы электрических аппаратов	2/0/0	[2,3,4,7]
9	Исследование реле времени	2/2/0	[2,3,4,5,7]
Итого:		17/10/4	

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	25/62/82
2	Подготовка к практическим занятиям	0/0/0
3	Подготовка к лабораторным работам	17/20/16
4	Выполнение курсового проекта	0/0/0
5	Выполнение курсовой работы	0/0/0
6	Выполнение индивидуального задания	12/12/12
Итого:		54/94/110

### 3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не запланирован.

Для оценки уровня практического применения изученного теоретического материала предусматривается выполнение расчётной работы. Тематика задания связана с самостоятельным выполнением расчетной работы по темам дисциплины, которые не рассматриваются на лекциях, практических и лабораторных занятиях и изучаются студентом самостоятельно в соответствии с [2,3,4,5,7,8].

Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – 12 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчета катушки электромагнита, работающего на постоянном или переменном токе.

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;



- минимальный уровень: даны неполные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую литературу, передовой опыт.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## 4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Общая характеристика и классификация электрических аппаратов.
2. Основные требования, предъявляемые к электрическим аппаратам.
3. Нагрев электрических аппаратов.
4. Режим работы электрических аппаратов.
5. Нагрев и охлаждение аппарата в кратковременном режиме работы.
6. Нагрев и охлаждение аппарата при повторно кратковременном режиме работы.
7. Электромагниты. Магнитные цепи.
8. Магнитные цепи с постоянной МДС. Расчет неразветвленной однородной магнитной цепи.
9. Магнитные цепи с переменной МДС.
10. Магнитный поток идеальной катушки переменного тока с ферромагнитным сердечником.
11. Магнитные потери.
12. Основное свойство магнитного потока идеальной катушки с ферромагнитным сердечником. Влияние воздушного зазора.
13. Практическое использование магнитных цепей.
14. Электромагниты постоянного тока.
15. Рабочий цикл электромагнита.
16. Основные параметры и характеристики электромагнитов.
17. Форсировка электромагнитов постоянного тока.
18. Электромагниты переменного тока.
19. Вибрация якоря электромагнита переменного тока.
20. Способы устранения вибрации.
21. Катушка электромагнита.
22. Расчет катушки постоянного тока.
23. Электрические контакты.
24. Конструктивное исполнение контактов.
25. Основные параметры контактных соединений.
26. Переходное сопротивление контакта во включенном состоянии.
27. Износ контактов при отключении.
28. Износ контактов при больших токах.
29. Износ контактов при включении.
30. Основные требования к материалам контактора.
31. Электрическая дуга .
32. Процессы деионизации.
33. ВАХ дуги постоянного тока.
34. Распределение напряжения по длине дуги постоянного тока.
35. Условия горения и гашения дуги постоянного тока.
36. Горение, гашение дуги переменного тока.
37. Способы гашения дуг постоянного и переменного токов.
38. Предохранители.
39. Требования к предохранителям.
40. Нагрев плавкой вставки при коротком замыкании.
41. Плавкие вставки .
42. Дутогасящие среды .
43. Корпуса плавких вставок .
44. Конструкция плавких элементов.
45. Конструкция указателей срабатывания плавких вставок.
46. Закрытые предохранители.
47. Предохранители с наполнителем.
48. Инерционные, жидкометаллические быстродействующие предохранители для защиты п/п приборов и блок “предохранитель-выключатель”

49. Выбор предохранителей.
50. Электрические реле.
51. Основные узлы реле защиты, выполненных на операционных усилителях.
52. Типы реле (серийных) защиты на операционных усилителях.
53. Блок сопротивлений [ПРЭ].
54. Техника обслуживания аппаратуры реле защиты на интегральных микросхемах.
55. Трансформаторы тока и напряжения.
56. Основные параметры трансформаторов тока.
57. Трансформаторы напряжения.
58. Основные параметры трансформаторов напряжения.
59. Датчики.
60. Индуктивные датчики.
61. Дифференциальный индуктивный датчик.
62. Емкостные датчики.
63. Индукционные или трансформаторные датчики.
64. Датчики Холла.
65. Другие разновидности датчиков.
66. Разъединители, отделители и короткозамыкатели.
67. Автоматические выключатели.
68. Бездуговые контактные аппараты.

### Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Программа подготовки:	бакалавриат
Направление подготовки:	13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Направленность (профиль):	Электроснабжение
Семестр:	4
Учебная дисциплина:	Коммутационные аппараты и электрооборудование систем электроснабжения

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Общая характеристика и классификация электрических аппаратов электроприемников.
  2. Рабочий цикл электромагнита
  3. Дифференциальный индуктивный датчик
- Утверждено на заседании кафедры Электроснабжение промышленных предприятий и городов

Протокол	№	от
Зав. кафедрой		Левшов А.В.
	(подпись)	(Ф.И.О.)
Экзаменатор		Чурсинов В.И.
	(подпись)	(Ф.И.О.)

### 4.3 Критерии оценивания

В каждом билете содержится три теоретических вопроса. Заданиям присваиваются следующие весовые коэффициенты: 0,3; 0,4 и 0,3. Сумма весовых коэффициентов равна единице.

Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале.

В случае теоретического задания оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

В случае задачи оценка «100» ставится в случае представления полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин и выполненном полном анализе результатов (если требуется). Баллы снимаются, если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов), неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не искажившие ход решения в целом (до 25 баллов), неточность численных результатов (до 15 баллов), ошибки в анализе результатов (до 20 баллов).

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма произведений оценок за каждое задание на их весовой коэффициент.

Пример расчета итоговой оценки по экзамену.

В билете имеется три задания с весовыми коэффициентами 0,3, 0,4 и 0,3. Пусть оценки за каждое задание по 100-балльной шкале составили: 90, 70 и 85, соответственно. Тогда итоговая оценка по экзамену составляет:  $0,3 \cdot 90 + 0,4 \cdot 70 + 0,3 \cdot 85 = 80,5 \approx 81 \text{ балл}$ .

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ECTS.

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично / зачтено
80-89	B	Хорошо / зачтено
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно / зачтено
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно / не зачтено
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на лабораторных занятиях

На примере темы «Исследование низковольтных плавких предохранителей»

##### Контрольные вопросы

1. Объясните назначение дросселя в схеме для исследования низковольтных предохранителей.
2. Как плавкие предохранители осуществляют защиту электрической цепи?
3. Как выглядит характеристика предохранителя?
4. Что такое номинальный ток и пороговый ток плавкой вставки?
5. В чем отличие номинального тока плавкой вставки от номинального тока предохранителя?
6. Объяснить, для чего нужны перешейки в плавких вставках и как работают вставки с перешейками.
7. Для чего выполняют плавкие вставки в виде нескольких параллельных ветвей?
8. Что такое "металлургический эффект" и как его используют в предохранителях?
9. Как происходит гашение дуги в предохранителях с наполнителем и без него?

#### 4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *І Основная литература*

1. Правила устройства электроустановок. – М.: Кнорус, 2015. – 488с.
2. Синюкова, Т. В. Электрические аппараты: учебное пособие для СПО / Т. В. Синюкова. — 2-е изд. — Липецк, Саратов : Липецкий государственный технический университет, Профобразование, 2021. — 49 с. — ISBN 978-5-00175-033-8, 978-5-4488-0983-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101617.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - <http://www.iprbookshop.ru/98770.html>
3. Бойчук, В. С. Электрооборудование энергетических систем: учебное пособие / В. С. Бойчук, А. В. Куксин. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-9729-0761-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115000.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей <http://www.iprbookshop.ru/98770.html>.

### *II Дополнительная литература*

4. Попов, Е. В. Устройство и эксплуатация электрических аппаратов. Часть 1. Коммутационные электрические аппараты : конспект лекций / Е. В. Попов. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2015. — 49 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/46877.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей <http://www.iprbookshop.ru/98770.html>
5. Гуревич, В. И. Электрические реле. Устройство, принцип действия и применения: настольная книга электротехника / В. И. Гуревич. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2018. — 688 с. — ISBN 978-5-91359-225-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90318.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей <http://www.iprbookshop.ru/98770.html>

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:**

6. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплинам «Коммутационные аппараты и электрооборудование систем электроснабжения» и «Электрические аппараты» : для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электроснабжения промышленных предприятий и городов ; сост.: В. И. Чурсинов, И. А. Бершадский, Н. М. Халявинская. — Донецк : ДОННТУ, 2021. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. экрана.
7. Методические указания для проведения лабораторных работ по дисциплинам «Коммутационные аппараты и электрооборудование систем электроснабжения» и «Электрические аппараты» : для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электроснабжения промышленных предприятий и городов ; сост. В. И. Чурсинов, И. А. Бершадский, Н. М. Халявинская. — Донецк : ДОННТУ, 2021. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. экрана.
8. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплинам «Коммутационные аппараты и электрооборудование систем электроснабжения» и «Электрические аппараты» : для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф.

электроснабжения промышленных предприятий и городов ; сост.: В. И. Чурсинов, И. А. Бершадский, Н. М. Халявинская. – Донецк: ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул.экрана.

### **Электронно-информационные ресурсы**

1. ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>
2. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
3. Сайт Российской государственной библиотеки: <http://www.rsl.ru>.
4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России: <http://www.gpntb.ru>.
5. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
6. Электронно-библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com/>

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Учебная лекционная аудитория № 8.411 учебный корпус 8 для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: специализированная мебель: доска аудиторная, парты, мультимедийный проектор, экран, компьютер AMD Athlon 64, 1800 MHz (9 x 200) 3000+, Asus A8V, VIA K8T800Pro, 1024 МБ (2x512 МБ PC3200 DDR SDRAM ), GeForce FX 5500 (128 МБ), Realtek C850 @ VIA AC'97, SAMSUNG SP2504C SCSI Disk Device (250 Gb), SyncMaster 763MB, Windows XP, Libreoffice 5.1.0 (лицензия GNU LGPLv3+ и MPL2.0), Mozilla Firefox (лицензия GNU LGPLv3+ и MPL2.0).

2. Учебная аудитория № 8.403 учебный корпус 8 для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель: столы аудиторные, стулья ученические, демонстрационное и действующее оборудование: автомат 3-х фазный (11шт.); автомат 1-фазный (7шт.); секундомер (7шт.); вольтметр (7шт.); амперметр (18шт.); реле (6 шт.); контакторы (3шт.); латр (5шт.); трансформатор напряжения (5шт.); трансформатор тока (12шт.); ключ управления (1шт.).

3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).