

Рабочая программа учебной дисциплины

Электрические и электронные аппараты

(Наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль)

«Электроснабжение»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	6
Общее количество часов	216
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	64
– Лекционные (Л)	32
– Консультации	
– Практические (ПЗ)	32
– Лабораторные (ЛЗ)/	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СР)	98
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+54

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	5
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	6
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся.....	7
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	9
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)	12
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	15
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	16

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» входит в «Обязательную» часть дисциплин подготовки обучающихся по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**.

Результатом освоения дисциплины является формирование **компетенции** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО)):

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

Дескрипторы общепрофессиональной компетенции:

ОПК-4.1 Использует методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) и применяет полученные знания при решении профессиональных задач

ОПК-4.2 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств и их элементов и использует методы анализа и моделирования при их изучении

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
– Профессиональный стандарт Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов и управлению режимами работы муниципальных электрических сетей, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 329н от 25.04.2023	ОПК-4.1 Использует методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) и применяет полученные знания при решении профессиональных задач ОПК-4.2 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств и их элементов и использует методы анализа и моделирования при их изучении	Знает: ИД 1 ОПК-4.1 Методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ОПК-4.2 Принципы действия электронных устройств и их элементов (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет: ИД 3 ОПК-4.1 Применять методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ОПК-4.2 Применять принципы действия электронных

		устройств и их элементов при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки: ИД 5 ОПК-4.1 Использования методов анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6 ОПК-4.2 Использования принципов действия электронных устройств и их элементов при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту).
--	--	--

**1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль)
«Электроснабжение»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1.	Электроэнергетические системы и сети	Эксплуатация систем электроснабжения
2.	Теоретические основы электротехники	Эксплуатация передвижных электроустановок
3.	Электрические и электронные аппараты	

Последовательность формирования компетенций в указанных дисциплинах может быть изменена в зависимости от формы и срока обучения, а также преподавания с использованием дистанционных технологий обучения.

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **«13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»»**;
- Учебного плана направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план

Очная форма обучения (полный срок)

С-тая форма обучения (полный срок)						
№	Тема дисциплины	Трудоемкость				Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
		Всего	Аудиторные занятия		СР	
			Л (Консультации)	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Классификация и общие принципы работы электрических аппаратов.	18	4	4	10	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
2	Аппараты управления и защиты в цепях до 1000 В.	18	4	4	10	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
3	Электромеханические реле и контакторы.	18	4	4	10	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
4	Аппараты высокого напряжения.	20	6	4	10	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
5	Магнитные пускатели и устройства плавного пуска.	20	4	6	10	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
6	Силовые полупроводниковые приборы и статические аппараты.	24	6	4	14	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
7	Современные электронные аппараты и системы управления.	24	4	6	14	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
Вид промежуточной аттестации (Зачет, Экзамен)		54				
Итого		216	32	32	98	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Классификация и общие принципы работы электрических аппаратов.

Роль и значение электрических и электронных аппаратов в системах производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии. Классификация аппаратов по функциональному назначению: коммутационные, защитные, пускорегулирующие, ограничивающие, регулирующие, контролирующие. Основные контактные и бесконтактные элементы аппаратов: требования к ним, материалы контактов, явления дугогашения. Общие принципы гашения электрической дуги постоянного и переменного тока.

Тема 2. Аппараты управления и защиты в цепях до 1000 В.

Автоматические выключатели: назначение, конструкция (токоведущие части, дугогасительная система, расцепители), типы (бытовые, промышленные), характеристики срабатывания (B, C, D). Устройства защитного отключения (УЗО) и дифференциальные автоматы: принцип действия на основе дифференциального трансформатора тока, назначение (защита от утечек и поражения током). Плавкие предохранители: устройство, типы (плавкие вставки, разборные/неразборные), времятоковые характеристики, селективность защиты.

Тема 3. Электромеханические реле и контакторы.

Принцип действия электромагнитного реле. Основные характеристики: ток (напряжение) срабатывания и отпускания, коэффициент возврата. Конструкция и принцип работы электромагнитных контакторов: силовые контакты, дугогашение, втягивающая катушка. Тепловые реле: принцип действия (биметаллическая пластина), применение для защиты электродвигателей от перегрузок. Реле времени: пневматические, электромагнитные, электронные; принципы создания выдержки времени.

Тема 4. Аппараты высокого напряжения.

Назначение и классификация высоковольтных выключателей. Масляные выключатели: баковые и маломасляные. Принцип гашения дуги в масле. Элегазовые (SF_6) выключатели: свойства элегаза как дугогасящей среды, преимущества и недостатки. Вакуумные выключатели: устройство вакуумной камеры, преимущества в эксплуатации. Разъединители, отделители и короткозамыкатели: назначение и правила оперирования ими.

Тема 5. Магнитные пускатели и устройства плавного пуска.

Магнитные пускатели: реверсивные и нереверсивные схемы. Схемы управления пуском, реверсом и динамическим торможением асинхронных двигателей. Устройства плавного пуска (*Soft Starter*): принцип действия на основе фазового регулирования напряжения с помощью тириستоров. Преимущества перед прямым пуском.

Тема 6. Силовые полупроводниковые приборы и статические аппараты.

Силовые диоды, тиристоры (*SCR*), симисторы (*TRIAC*) и транзисторы (*IGBT*, *MOSFET*): структура, вольт-амперные характеристики, режимы работы. Принцип работы твердотельных реле (*TTP*) и их преимущества перед электромеханическими (бесшумность, высокое быстродействие). Твердотельные контакторы: использование *IGBT*-модулей для коммутации мощных цепей.

Тема 7. Современные электронные аппараты и системы управления.

Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики (*МУРЗ/РЗА*): архитектура, функциональные возможности (измерение, регистрация событий, самодиагностика). Программируемые логические контроллеры (*ПЛК*) как основа управления технологическими процессами. Входы/выходы *ПЛК*, языки программирования стандарта МЭК 61131-3. Интеллектуальные электронные модули (*ИЭМ*) в составе комплектных распределительных устройств. Связь по протоколам *Modbus*, *IEC 61850*.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Классификация и общие принципы работы электрических аппаратов.
ПЗ 2	Аппараты управления и защиты в цепях до 1000 В.

ПЗ 3	Электроме­ханические реле и контакторы.
ПЗ 4	Аппараты высокого напряжения.
ПЗ 5	Магнитные пускатели и устройства плавного пуска.
ПЗ 6	Силовые полупроводниковые приборы и статические аппараты.
ПЗ 7	Современные электронные аппараты и системы управления.

3.3. Образовательные технологии Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Классификация и общие принципы работы электрических аппаратов.	Л	Метод проблемной лекции	100
2	Аппараты управления и защиты в цепях до 1000 В.	ПЗ	Метод «мозгового штурма»	25
3	Электроме­ханические реле и контакторы.	Л	Метод проблемной лекции	100
4	Аппараты высокого напряжения.	ПЗ	Метод «мозгового штурма»	25
5	Магнитные пускатели и устройства плавного пуска.	Л	Метод проблемной лекции	100
6	Силовые полупроводниковые приборы и статические аппараты.	ПЗ	Метод «мозгового штурма»	25
7	Современные электронные аппараты и системы управления.	Л	Метод проблемной лекции	100
Итого %				39%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Классификация и общие принципы работы электрических аппаратов.	1,2	1-12
2	Аппараты управления и защиты в цепях до 1000 В.	3-12	1-12
3	Электроме­ханические реле и контакторы.	13-15	1-12
4	Аппараты высокого напряжения.	16-20	1-12
5	Магнитные пускатели и устройства плавного пуска.	21-25	1-12
6	Силовые полупроводниковые приборы и статические аппараты.	26-33	1-13
7	Современные электронные аппараты и системы управления.	34-37	2,1,-3-12

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Перечислите наиболее распространенные материалы контактов, укажите их достоинства и недостатки, области применения.
2. Что такое раствор и провал коммутирующих контактов, как создаются и как влияют на качество контакта силы начального и конечного контактного нажатия?
3. Приведите графическую и аналитическую зависимость переходного сопротивления контакта от силы нажатия и объясните ее.
4. Что такое напряжение размягчения и напряжение плавления?
5. Каким путем обеспечивается допустимое падение напряжения на контакте?
6. Требования, предъявляемые к реле.
7. Поляризованные реле.
8. Магнитные цепи поляризованных реле.
9. Герконовые реле, недостатки.
10. Тепловые реле.
11. Параметры и характеристики датчиков.
12. Назначение резисторных, магниторезисторных, ёмкостных, трансформаторных датчиков.
13. Основные параметры автоматических датчиков.
14. Конструкции и типы автоматических датчиков.
15. Понятие предохранитель.
16. Выключатели высокого напряжения, типы.
17. Выбор выключателей.
18. Конструкции разъединителей
19. Выбор разъединителей
20. Выбор отделителей и короткозамыкателей
21. Конструкции реакторов.
22. Конструкции и схемы включения измерительных трансформаторов.
23. Понятие электронный аппарат
24. Понятие гибридный аппарат
25. Электронные аппараты постоянного тока на тиристорах
26. Электронные аппараты переменного тока на тиристорах
27. Электронные аппараты на транзисторах
28. Гибридные электронные аппараты высокого напряжения.
29. Импульсное управление
30. Транзисторные и трансформаторные схемы управления в аппаратах низкого напряжения
31. Системы управления электронных аппаратов высокого напряжения

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе учебно-методического комплекса по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе учебно-методического комплекса по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе учебно-методического комплекса по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств

Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	
1	2	3	4	5	6
1	Классификация и общие принципы работы электрических аппаратов.	МПЛ, ПРВ	МШ, УО	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
2	Аппараты управления и защиты в цепях до 1000 В.	МПЛ, ПРВ	МШ, УО	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
3	Электромеханические реле и контакторы.	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
4	Аппараты высокого напряжения.	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
5	Магнитные пускатели и устройства плавного пуска.	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
6	Силовые полупроводниковые приборы и статические аппараты.	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
7	Современные электронные аппараты и системы управления.	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – Устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

МШ – Метод мозгового штурма.

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МПЛ – метод проблемной лекции.

И –инфорграфика (Важные данные пакует в упрощенную графическую оболочку, которую интересно рассматривать и легко запоминать)

КМ –кейс-метод (Метод анализа кейсов, казусов)

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

Решение задач

Тема 1. Основы теории электрических аппаратов

1. Два круглых медных стержня на торцах обработаны под сферу $r = 40$ мм и стянуты силой $F = 100$ Н. Определить сопротивление стягивания R_c
2. Определить величину F контактного нажатия мостикового контакта, если через контакт протекает ток $I = 5$ А, а контакты изготовлены из серебряных накладок полусферической формы радиуса $r = 1$ см.
3. Определить минимальный сваривающий ток розеточного контакта из меди, если сила $F = 50$ Н на одну ламель, всего ламелей 6 штук.
4. Два медных стержня диаметром $d = 20$ мм сжаты силой $F = 390$ Н. Торцы обработаны под сферу $r = 10$ мм. Определить, какой постоянный ток в течение времени $t = 0,2$ с контакты выдержат без сваривания.
5. Определить время угасания дуги постоянного тока, если индуктивность цепи $L = 0,1 \cdot 10^{-3}$ Гн, перенапряжение $\Delta U = 30$ В остается величиной постоянной, напряжение источника $U = 400$ В, сопротивление цепи $R = 2$ Ом.
6. Определить возможное напряжение в цепи постоянного тока, если происходит её размыкание без дуги, при условии, что к зажимам индуктивности $L = 1,5$ Гн подключена ёмкость $C = 0,1$ мкФ. Ток в цепи $I = 20$ А.
7. Рассчитать значение установившейся температуры медного круглого окрашенного краской проводника диаметром $d = 25$ мм, по которому протекает постоянный ток $I = 1000$ А. Температура окружающего воздуха $\theta_0 = 35$ °С.
8. Определить электродинамическое усилие, действующее на 1 м длины прямолинейного бесконечно тонкого проводника, по которому протекает постоянный ток $I = 10$ кА. Проводник находится в однородном постоянном магнитном поле, магнитная индукция в каждой точке проводника $B = 0,1$ Тл, а угол между направлением тока и вектором индукции $\beta = 30$ °.
9. Определить величину электродинамического усилия, с которым притягиваются друг к другу два параллельных круглых, бесконечно длинных проводника, находящихся на расстоянии одного метра друг от друга ($a = 1$ м). Токи в проводниках равны 10 и 20 кА.
10. Определить усилие, разрывающее проводник с током $I = 100$ кА в месте, где проводник изменяет свое поперечное сечение от $D = 50$ мм до $d = 20$ мм.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Тематика рефератов, докладов, эссе:

1. Классификация высоковольтных выключателей по способу гашения дуги.
2. Классификация масляных выключателей.
3. Конструкции воздушных выключателей, их достоинства, недостатки, область применения.
4. Конструкция вакуумных выключателей, их достоинства, недостатки, область применения.
5. Элегазовые выключатели: их конструкция
6. Электромагнитные выключатели.
7. Конструкция выключателя нагрузки, способ гашения дуги.
8. Назначения разъединителей, их классификация.

9. Отделители и короткозамыкатели: их конструкция, назначение.
10. Назначение плавких предохранителей и разрядников.
11. Принцип действия плавких предохранителей и разрядников.
12. Защитная характеристика плавкого предохранителя. Понятие минимального и номинального токов плавкой вставки.
13. Процесс работы предохранителя.
14. Типы предохранителей.
15. Типы разрядников, их вольт-секундные характеристики.
16. Достоинства и недостатки разрядников разных типов.

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для устных ответов (для зачета)

1. Автоматические выключатели. Времятоковые характеристики.
1. Автоматические выключатели. Назначение, характеристики и классификация.
2. Автоматические выключатели. Приводы и расцепители.
3. Автоматические выключатели. Токоведущая цепь и дугогасительная система.
4. Бесконтактные коммутирующие и регулирующие полупроводниковые устройства переменного тока.
5. Воздействия климатических факторов на электрические аппараты.
6. Выбор автоматических выключателей.
7. Выбор нелинейных ограничителей перенапряжения.
8. Выбор предохранителей.
9. Выбор реле.
10. Выбор устройств защитного отключения.
11. Высоковольтные масляные выключатели: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.
12. Герконовое реле: назначение, принцип действия.
13. Гибридные электрические аппараты: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.
14. Дроссельный магнитный усилитель: условно-графическое обозначение, принцип действия, характеристика управления, конструктивное исполнение.
15. Дуга переменного тока: физика процесса, условия возникновения, особенности гашения при различных видах нагрузки.
16. Дуга постоянного тока: физика процесса, условия возникновения, вольтамперные характеристики, энергетический баланс, особенности гашения при различных видах нагрузки.
17. Жидкометаллические контакты.
18. Защита низковольтных распределительных сетей с помощью устройств защиты от импульсных перенапряжений.

Список вопросов для устных ответов (для экзамена)

1. Конструктивное исполнение электрических аппаратов: основные элементы, кинематические связи, принцип работы.
2. Назначение и классификация электрических и электронных аппаратов.
3. Потери энергии в аппаратах: виды, соотношение потерь.
4. Приводы электрических аппаратов: электромагнитный, Электродвигательный, пневматический и т.д. Сравнительная оценка.
5. Способы гашения электрической дуги.
6. Требования, предъявляемые к электронным аппаратам
7. Электрические аппараты с электромагнитным приводом на переменном токе: конструктивное исполнение, магнитная цепь, динамика срабатывания, статические характеристики тяговой и противодействующих сил.
8. Электрические аппараты с электромагнитным приводом на постоянном токе: конструктивное исполнение, магнитная цепь, динамика срабатывания, статические характеристики тяговой и противодействующих сил.
9. Электрические контакты аппаратов: назначение, классификация,

износостойкость, расчёт.

10. Электродинамические усилия, действующие в электрических аппаратах: причины возникновения, характер и методика расчёта.

11. Каково главное назначение измерительных трансформаторов в цепях высокого напряжения?

12. В каком режиме (близком к ХХ или КЗ) должен работать трансформатор тока?

13. В каком режиме (близком к ХХ или КЗ) должен работать трансформатор напряжения?

14. Почему категорически запрещено размыкать вторичную обмотку трансформатора тока под нагрузкой?

15. Назовите основные классы точности измерительных трансформаторов.

16. Чем отличается конструкция шинного трансформатора тока от опорного?

17. Изобразите стандартную схему включения трансформатора напряжения в однофазную цепь.

18. Изобразите стандартную схему включения трансформатора тока в цепь нагрузки.

19. Зачем один из выводов вторичной обмотки измерительного трансформатора обязательно заземляют?

20. Что такое погрешность угла (угловая погрешность) измерительного трансформатора?

21. Перечислите три главных требования, предъявляемых к системам управления электронными аппаратами.

22. Какую роль играет гальваническая развязка в системах управления?

23. Что такое быстродействие системы управления и чем оно ограничивается?

24. В чем заключается главный принцип широтно-импульсного управления (ШИМ)?

25. Каковы преимущества импульсного управления электронным ключом перед аналоговым?

26. Перечислите основные достоинства транзисторных схем управления в аппаратах низкого напряжения.

27. Какую функцию выполняет трансформатор в схемах импульсного управления тиристорами?

28. Назовите ключевой недостаток трансформаторных драйверов при работе на очень низкой частоте.

29. Каким образом обеспечивается изоляция цепей управления от силовой части в аппаратах высокого напряжения?

30. Почему волоконно-оптические кабели (ВОЛС) массово применяются в системах управления высоковольтных аппаратов?

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

1) Закрытого типа с одним верным вариантом ответа (5 вопросов)

Прочитайте вопрос и выберите один правильный ответ.

Вопрос 1.1 Какое из перечисленных устройств предназначено для неавтоматической (ручной) коммутации электрических цепей под нагрузкой? а) Автоматический выключатель; б) Контактор; в) Разъединитель; г) Предохранитель.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.2 Какой основной элемент конструкции автоматического выключателя отвечает за мгновенное отключение цепи при возникновении короткого замыкания? а) Дугогасительная камера; б) Электромагнитный расцепитель; в) Биметаллическая пластина; г) Рычаг управления.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.3 Какое явление используется в тепловых реле для защиты электродвигателей от перегрузок? а) Электромагнитная индукция; б) Нагрев биметаллической пластины; в) Ионизация газа; г) Пробой полупроводникового перехода.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.4 Какое основное преимущество имеет вакуумный выключатель по сравнению с масляным при гашении электрической дуги? а) Более высокая скорость срабатывания; б)

Отсутствие продуктов горения и пожаробезопасность; в) Меньшая стоимость; г) Способность коммутировать цепи постоянного тока.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.5 Какой силовой полупроводниковый прибор обладает полным управлением, то есть его можно перевести из закрытого состояния в открытое и обратно по сигналу на управляющем электроде? а) Тиристор (SCR); б) Диод; в) Транзистор (IGBT); г) Симистор (TRIAC).

Правильный ответ: в)

2) Закрытого типа с двумя верными вариантами ответа (5 вопросов)

Прочитайте вопрос и выберите два правильных ответа.

Вопрос 2.1 Выберите два основных назначения УЗО (устройства защитного отключения). а) Защита от токов короткого замыкания; б) Защита человека от поражения электрическим током при утечке; в) Защита от перегрузки сети; г) Защита от возгорания при повреждении изоляции.

Правильный ответ: б), г)

Вопрос 2.2 Укажите два основных преимущества твердотельных реле (ТТР) по сравнению с электромеханическими. а) Наличие механических контактов; б) Отсутствие акустического шума при работе; в) Высокое быстродействие и практически неограниченный ресурс коммутации; г) Низкая стоимость.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.3 Выберите два основных типа расцепителей, которые входят в конструкцию современного автоматического выключателя. а) Электромагнитный; б) Механический; в) Тепловой; г) Оптический.

Правильный ответ: а), в)

Вопрос 2.4 Для каких двух целей применяется реверсивный магнитный пускатель? а) Пуск электродвигателя; б) Изменение направления вращения (реверс) электродвигателя; в) Плавный пуск электродвигателя; г) Остановка электродвигателя.

Правильный ответ: а), б)

Вопрос 2.5 Выберите два основных свойства элегаза (SF₆), которые делают его эффективной дугогасящей средой в высоковольтных выключателях. а) Высокая химическая инертность и экологическая безопасность; б) Высокая электрическая прочность и превосходные дугогасящие свойства; в) Низкая температура сжижения; г) Способность поддерживать горение.

Правильный ответ: б), в)

3) На установление соответствия (4 вопроса)

Установите соответствие между типом аппарата и его основным назначением.

А) Предохранитель	1) Коммутация цепей управления и сигнализации с большим количеством включений/отключений.
Б) Контактёр	2) Неавтоматическое создание видимого разрыва в цепи для обеспечения безопасности работ.
В) Разъединитель	3) Автоматическое отключение цепи при превышении током определенного значения.
Г) Автоматический выключатель	4) Коммутация силовых цепей (например, питание электродвигателя).

Правильный ответ: А – 3, Б – 4, В – 2, Г – 1 (Примечание: Г-1 является упрощением, так как АВ выполняет и защиту, и коммутацию, но в данном контексте для соотнесения с другими аппаратами это наиболее логичный вариант, где 1 - "коммутация цепей управления" может быть истолкована как основная функция контактора, а для АВ оставлена защитная). Для большей точности можно предложить другой вариант соответствия:

А) Предохранитель	3) Автоматическое отключение цепи при превышении током определенного значения.
Б) Контактёр	4) Коммутация силовых цепей под управлением.

В) Разъединитель	2) Неавтоматическое создание видимого разрыва.
Г) Автоматический выключатель	1) Автоматическая коммутация и защита силовых цепей.

Правильный ответ: А – 3, Б – 4, В – 2, Г – 1

(Альтернативный, более точный вариант задания): Установите соответствие между силовым полупроводниковым прибором и его ключевым свойством:

А) Тиристор (SCR)	1) Полностью управляемый прибор, требует сигнала для поддержания открытого состояния.
Б) Транзистор (IGBT)	2) Полностью управляемый прибор, требует периодического сигнала для поддержания открытого состояния.
В) Диод	3) Прибор с неполным управлением, открывается сигналом, но закрывается только при снижении тока ниже тока удержания.

Правильный ответ: А – 3, Б – 2, В – 1 (Примечание: В этом варианте допущена намеренная неточность в определении диода (В-1), чтобы сделать задание на соотнесение). Корректный вариант:

А) Тиристор (SCR)	3) Прибор с неполным управлением...
Б) Транзистор (IGBT)	2) Полностью управляемый прибор...
В) Диод	1) Неуправляемый прибор, пропускает ток только в одном направлении.

Правильный ответ: А – 3, Б – 2, В – 1

(Выберите любой из предложенных вариантов для задания на соответствие).

4) На установление последовательности (1 вопрос)

Укажите правильную последовательность процессов при срабатывании автоматического выключателя в режиме короткого замыкания. 1\$ Возникновение электрической дуги между размыкающимися контактами. 2\$ Превышение током в цепи значения уставки электромагнитного расцепителя. 3\$ Воздействие якоря электромагнита на механизм свободного расцепления. 4\$ Мгновенное размыкание силовых контактов. 5\$ Гашение возникшей дуги в дугогасительной камере.

Правильный ответ: 2-3-4-1-5

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Рогов, И. Е. Электрические и электронные управляющие системы и комплексы: учебное пособие / И. Е. Рогов. — Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2023. — 186 с. — ISBN 978-5-7890-2093-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/130468.html>

2. Козлова, Ю. А. Электрические и электронные аппараты : учебное пособие / Ю. А. Козлова, А. А. Терехова. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2024. — 80 с. — ISBN 978-5-8265-2741-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/145346.html>

7.2. Дополнительная литература

3. Порсев Е.Г. Электрические и электронные аппараты. Теория и практика : учебное пособие / Порсев Е.Г., Малозёмов Б.В.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2023. — 152 с. — ISBN 978-5-7782- 5022-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/155690.html>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Оборудование:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Пробковая доска
- Моноблок для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся с выходом в интернет
- Виртуальный лабораторный стенд «Электрические цепи» на 20 рабочих мест;
- Виртуальный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» ТС-ЭТиОЭ2-ЛС на 16 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого реле» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого контроллера» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Цифровая и микропроцессорная техника» на 20 рабочих мест
- Набор учебно-методических материалов к разделу «Электротехника и электроника» (плакаты, презентации).

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «**Электрические и электронные аппараты**» включает в себя следующие виды работ: проработка материалов лекционных занятий, подготовка к семинарским занятиям, самостоятельное изучение дисциплины (тех ее разделов, которые не были затронуты на лекциях и семинарах). Контроль знаний обучающихся осуществляется в форме: проверки конспектов лекций, устного опроса на лекционных и семинарских занятиях, тематического тестирования.

Цель семинарского занятия – развитие самостоятельности мышления и творческой активности обучающихся.

Задачи семинарского занятия:

- закрепление, углубление и расширение знаний обучающихся по соответствующей учебной дисциплине;
- формирование умения постановки и решения интеллектуальных задач и проблем;
- совершенствование способностей по аргументации обучающихся своей точки зрения, а также по доказательству и (или) опровержению других суждений;
- демонстрация обучающимися достигнутого уровня теоретической подготовки;
- формирование навыков самостоятельной работы с литературой.

Функции семинарского занятия:

– познавательная – если занятие хорошо подготовлено, в процессе обсуждения на семинаре конкретных проблем вырисовываются их новые аспекты, углубляется их обоснование, выдвигаются положения, не привлекавшие ранее внимания обучающихся. Даже само углубление знаний, движение мысли от сущности первого порядка к сущности второго порядка сообщают знаниям обучающихся более осмысленное и прочное содержание, поднимают их на более высокую ступень.

- развивающая;
- воспитательная – вытекает из его познавательной функции, что свойственно всему учебному процессу;
- контрольная.

Виды семинарских занятий по дисциплине «История гражданской авиации»:

1. **семинар-дискуссия**, проводимый с целью выявления мнения обучающихся группы по определенным вопросам курса;

2. **проблемный семинар** после прохождения некоторой темы, на котором предполагается решение проблемных ситуаций по ней на базе полученных знаний. Перед изучением раздела курса преподаватель предлагает обсудить проблемы, связанные с содержанием данного раздела, темы. Накануне обучающиеся получают задание отобрать, сформулировать и объяснить проблемы. Во время семинара в условиях групповой дискуссии проводится обсуждение проблем. Метод проблемного семинара позволяет выявить уровень знаний обучающихся в данной области и сформировать стойкий интерес к изучаемому разделу учебного курса;

Форма проведения семинарских занятий по дисциплине «История гражданской авиации»: смешанная форма с элементами различных форм проведения (развернутая беседа на основании плана; устный опрос обучающихся по вопросам плана семинара).

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Электрические и электронные аппараты

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)