

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Цифровая энергетика»

УТВЕРЖДАЮ:  
Первый проректор КГУ  
\_\_\_\_\_/Т.Р.Змызгова/  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

## Рабочая программа учебной дисциплины

### **Приводы электрических аппаратов**

(наименование дисциплины)

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата  
**13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника**

Направленность:  
**Электроснабжение**

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2024

Рабочая программа дисциплины «Приводы электрических аппаратов» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение), утвержденными:

- для очной формы обучения « 28 » июня 2024 года;
- для заочной формы обучения « 28» июня 2024 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Энергетика и технология металлов» « 6 » сентября 2024 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил  
зав. кафедрой «Цифровая энергетика»

В.И. Мошкин

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Цифровая энергетика»

В.И. Мошкин

Специалист по учебно-методической  
работе учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник  
Управления образовательной деятельности

И.В. Григоренко

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетные единицы трудоемкости (108 академических часов)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		4
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	16	16
Лабораторные работы	16	16
Практические занятия	-	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>76</b>	<b>76</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	58	58
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		5
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	2	2
Лабораторные работы	4	4
Практические занятия	-	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка контрольной работы	18	18
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	66	66
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Приводы электрических аппаратов» относится к части дисциплин образовательных отношений учебным дисциплинам Блока 1, дисциплинам по выбору.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Физика;
- Высшая математика.

Результаты обучения необходимы для изучения дисциплины «Электрические машины», «Электрические станции и подстанции».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Приводы электрических аппаратов» является:

- освоение принципов работы приводов электрических аппаратов (ЭА);
- изучение основных типов и режимов работы приводов электрических аппаратов: электромагнитных, электродвигательных, электропневматических, пружинных, тепловых (на основе свойств биметаллов);
- приобретение навыков использования физических и электротехнических законов для расчета режимов работы основных типов приводов ЭА.

Задачами дисциплины являются:

- научить студентов классифицировать различные типы приводов ЭА;
- применять методы анализа различных процессов и режимов работы приводов ЭА;
- проводить элементарные испытания приводов ЭА.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

-готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-3).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Приводы электрических аппаратов», оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Приводы электрических аппаратов», индикаторы достижения компетенции ПК-3, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1.	ИД-1 <sub>ПК-3</sub>	<b>Знать:</b> основы физических явлений электротехники; способов использования компьютерных и инфор-	З (ИД-1 <sub>ПК-3</sub> )	Знает: основы физических явлений электротехники; способов использования компьютерных и инфор-	Вопросы для сдачи зачета, экзамена

		мационных технологий; теоретических основ электротехники, экологические требования		мационных технологий; теоретических основ электротехники, экологические требования	
2.	ИД-2 <sub>ПК-3</sub>	<b>Уметь:</b> самостоятельно анализировать научную литературу, выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты	У (ИД-2 <sub>ПК-3</sub> )	Умеет: самостоятельно анализировать научную литературу, выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты	Банк задач для практических занятий
3.	ИД-3 <sub>ПК-3</sub>	<b>Владеть:</b> инструментарием для решения математических и физических задач; методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах; средствами компьютерной техники и информационных технологий; методами выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов	В (ИД-3 <sub>ПК-3</sub> )	Владеет: инструментарием для решения математических и физических задач; методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах; средствами компьютерной техники и информационных технологий; методами выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов	Вопросы для сдачи зачета, экзамена

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

#### Очная форма обучения (4 семестр)

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение	1	-	-
	2	Электрические явления, протекающие в электрических аппаратах и их свойства	3	-	4

	3	Основные типы приводов электрических аппаратов	2	-	4
		Рубежный контроль №1	2		-
Рубеж 2	4	Приводы защитных электрических аппаратов	4	-	8
	5	Приводы электрических аппаратов высокого напряжения	2	-	-
		Рубежный контроль №2	2		-
<b>Всего:</b>			<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>

### Заочная форма обучения (5 семестр)

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
1	Введение	-	-	-
2	Электрические явления, протекающие в электрических аппаратах и их свойства	1	-	-
3	Основные типы приводов электрических аппаратов	-	-	2
4	Приводы защитных электрических аппаратов	1	-	2
5	Приводы электрических аппаратов высокого напряжения	-	-	-
<b>Всего:</b>		<b>2</b>	<b>-</b>	<b>4</b>

## 4.2. Содержание лекционных занятий

### *Тема 1. Введение*

Цель, задачи и значение дисциплины «Приводы электрических аппаратов». Основные понятия и определения.

### *Тема 2. Электрические явления, протекающие в электрических аппаратах и их свойства*

Общие сведения об электрических и электронных аппаратах. Свойства электрической дуги и условия её гашения. Способы гашения электрической дуги. Электрические контакты. Электродинамические усилия в электрических аппаратах. Назначение приводов электрических аппаратов.

### *Тема 3. Основные типы приводов электрических аппаратов*

Электромагнитные приводы на основе тяговых электромагнитов. Электромагнитные приводы переменного и постоянного тока и их основные параметры. Моторные приводы. Электропневматические приводы. Пружинные приводы и их особенности. Тепловые (на основе биметаллов) приводы.

### *Тема 4. Приводы защитных электрических аппаратов*

Приводы автоматических воздушных выключателей. Конструктивные схемы электромагнитных и моторных приводов. Обеспечение быстродействия и безударного хода. Особенности монтажа приводов защитных электрических аппаратов.

#### **Тема 5. Приводы электрических аппаратов высокого напряжения**

Приводы масляных, элегазовых, вакуумных и воздушных выключателей. Обеспечение быстродействия и безударного хода. Особенности монтажа приводов электрических аппаратов высокого напряжения.

### **4.3. Лабораторные занятия**

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	Введение	-	-	-
2	Электрические явления, протекающие в электрических аппаратах и их свойства	Исследование плавких предохранителей	4	-
3	Основные типы приводов электрических аппаратов	Исследование электромагнитного привода контакторов постоянного и переменного тока	4	2
4	Приводы защитных электрических аппаратов	Исследование электродвигательного привода автоматического воздушного выключателя	4	-
		Исследование биметаллического расцепителя теплового реле	4	2
5	Приводы электрических аппаратов высокого напряжения	Исследование электромагнитного привода высоковольтного выключателя -	-	-
<b>Всего:</b>			<b>16</b>	<b>4</b>

### **4.4. Контрольная работа** (для обучающихся заочной формы обучения)

В контрольной работе обучающиеся выполняют два задания:

1. Составление схем питания и управления электрическими потребителями с описанием схемы работы.
2. Описание приводов одного из электрических аппаратов (согласно варианту).

Контрольные задания имеют 100 вариантов. Исходные данные определяются по двум последним цифрам шифра студента заочного обучения.

Решению контрольной работы обязательно должно предшествовать изучение теоретического материала в соответствии с утвержденной программой курса. Основные определения и правила необходимо твердо знать. В ходе изучения материала следует проверять свои знания, выполнять тестовые задания.

Каждая работа должна оформляться на формате А4, на титульном листе должны быть указаны Ф.И.О. студента, его группа и вариант (для студентов заочного обучения – дополнительно шифр). Условие каждой задачи должно быть сформулировано достаточно полно и четко.

Графики, схемы и диаграммы выполняют с соблюдением действующих ГОСТов на условные графические обозначения, с обязательным соблюдением масштаба. Его следует выбирать так, чтобы на 1 см длины приходилось  $1 \cdot 10^n$ ,  $2 \cdot 10^n$  или  $5 \cdot 10^n$  единиц измерения физической величины, начиная с нуля, равномерно.

№ варианта (последние две цифры шифра студента)	Задание 1 Схемы питания и управления электропотребителей. (Табл. 1)	Задание 2 Перечень тем по электриче- ским аппаратам (Табл. 2)
01	10	01
02	09	02
03	08	03
04	07	04
05	06	05
06	05	06
07	04	07
08	03	08
09	02	09
10	01	10

Таблица 1 - Схемы питания и управления потребителей (Задание 1)

№ зада- ния	Названия схемы
01	Схема включения асинхронного трехфазного двигателя
02	Схема реверсивного включения асинхронного трехфазного двигателя
03	Схема торможения асинхронного трехфазного двигателя противовключением при остановке.
04	Схема динамического торможения асинхронного трехфазного двигателя при остановке.
05	Схема переключения обмоток статора асинхронного трехфазного двигателя со звезды на треугольник
06	Схема включения двухскоростного асинхронного трехфазного двигателя
07	Схема включения асинхронного трехфазного двигателя с ограничением пускового тока
08	Схема включения асинхронного трехфазного двигателя с резервным вводом

09	Составление монтажной схемы включения асинхронного трехфазного двигателя
10	Составление монтажной схемы включения двухскоростного асинхронного трехфазного двигателя

Таблица 2 –Вопросы по описанию электрических аппаратов и их приводов (Задание 2)

№ задания	Названия вопроса
01	Назначение и классификация электрических и электронных аппаратов и их приводов
02	Контакты переменного тока и их приводы
03	Электромеханические коммутационные устройства с бездуговой коммутацией и их приводы
04	Магнитные пускатели и их приводы
05	Тиристорные ключи, контакторы и пускатели и их приводы
06	Командоаппараты и их приводы
07	Управляющие устройства на основе микроконтроллеров
08	Электромеханические реле и их приводы
09	Магнитные системы электромагнитных приводов
10	Устройства питания и управления электромагнитных приводов от промышленной сети

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей лабораторной работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения лабораторных работ и защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных работ.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки

академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на лабораторных занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным занятиям, к практическим занятиям, к рубежным контролям (для обучающихся очной формы обучения), выполнение контрольной работы (для обучающихся заочной формы обучения), подготовку к зачету.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>46</b>	<b>64</b>
Приводы вакуумных выключателей: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.	10	8
Приводы элегазовых выключателей: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.	6	8
Приводы высоковольтных масляных выключателей: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.	6	8
Приводы высоковольтных разъединителей, отделителей, короткозамыкателей: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.:	6	6
Приводы высоковольтных воздушных выключателей: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.	6	12
Приводы гибридных электрических аппаратов: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.	6	12
Электрические аппараты с электромагнитным приводом на переменном токе: конструктивное исполнение, магнитная цепь, динамика срабатывания, статические характеристики тяговой и противодействующих сил.	6	10
<b>Подготовка к лабораторным занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
<b>Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	-	-
<b>Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)</b>	<b>4</b>	-

<b>Выполнение контрольной работы</b>	<b>-</b>	<b>18</b>
<b>Подготовка к зачету</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Всего:</b>	<b>76</b>	<b>102</b>

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **6.1. Перечень оценочных средств**

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ (для очной формы обучения).
2. Контрольная работа (для заочной формы обучения).
3. Отчеты обучающихся по лабораторным работам.
4. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2 (для очной формы обучения).
5. Перечень вопросов к зачету.

### **6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине**

№	Наименование	Содержание				
1	Распределение баллов за семестр по видам учебной работы ( <i>доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии</i> ), сроки сдачи учебной работы (при необходимости)	<i>Распределение баллов за 4 семестр (для очной формы обучения)</i>				
Вид УР:		Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
Балльная оценка:		<i>До 16</i>	<i>До 24</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>30</i>
Примечания:	<i>8 лекций по 2 балла</i>	<i>Доб-х баллов за 4-х часовую лаб. работу (4 л.р. - 4-х час.)</i>	<i>На 4 лекции</i>	<i>На последней лекции</i>		
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – не зачтено; ≥61 баллов - зачтено.				
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения зачета без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академи-</p>				

		<p>ческую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем;</li> <li>- участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.</li> </ul>
4	<p>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра</p>	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежный контроль проводится в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей № 1, 2 состоят из 15 вопросов.

На каждое тестирование при рубежном контроле обучающемуся отводится время не менее 30 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого обучающегося по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Зачет проводится по билетам. Билет состоит из 2 вопросов, на которые обучающийся дает развернутый ответ. За правильный ответ на каждый вопрос обучающийся максимально может получить 15 баллов. Время, отводимое студенту на экзаменационный билет, составляет 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

## **6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета**

### **Примеры тестовых заданий для рубежного контроля № 1**

#### **1 Основные части электромагнитного механизма называются:**

- 1) ярмо, якорь, намагничивающая катушка, отталкивающая пружина;
- 2) станина, якорь, намагничивающая катушка, удерживающая пружина;
- 3) ярмо, ротор, намагничивающая катушка, возвратная пружина;
- 4) ярмо, якорь, намагничивающая катушка, возвратная пружина.

#### **2 В зависимости от расположения якоря относительно остальных частей не существуют электромагниты с...**

- 1) втягиваемым якорем;
- 2) внешним притягиваемым якорем;
- 3) внешним поперечно движущимся якорем;
- 4) вытягиваемым якорем.

#### **3 Выключатель электрической цепи с ручным приводом – это ...**

- 1) отделитель; 2) автомат; 3) предохранитель; 4) рубильник.

#### **4 Что является основной функцией привода электрического аппарата?**

- 1) Бестоковая коммутация электрической цепи.
- 2) Защита от перенапряжения..
- 3) Быстродействующая коммутация электрической цепи.
- 4) Включение электрической цепи.

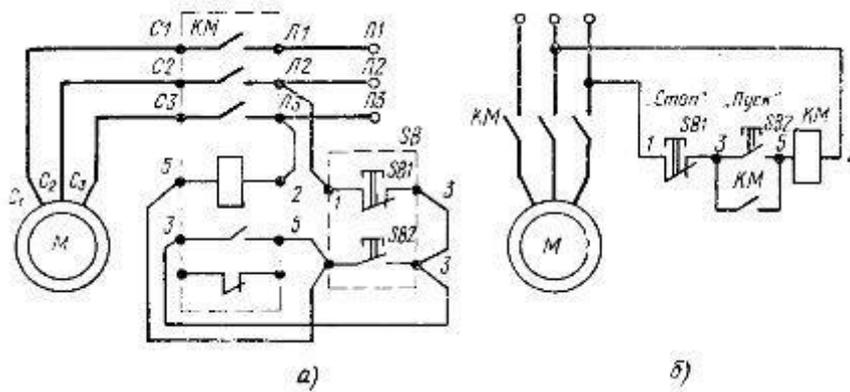
#### **5. Из каких материалов изготавливаются контактирующие элементы электрических аппаратов?**

- 1) Из полупроводников. 2) Из керамики.
- 3) Из ферромагнитов. 4) Из металлов.

#### **6. Какой аппарат, из перечисленных, предназначен для коммутации электрических цепей при номинальных токах?**

- 1) Выключатель. 2) Плавкий предохранитель.
- 3) Разъединитель-предохранитель. 4) Разъединитель.

#### **7. Укажите вид схемы на рис а) и б) . Объясните принцип работы схемы на рис б).**



**8. Что называется время-токовой характеристикой автоматического выключателя (АВ)?**

- 1) Зависимость времени срабатывания АВ от тока, протекающего в его главной цепи.
- 2) Зависимость времени срабатывания АВ от его номинального предельного тока.
- 3) Зависимость времени срабатывания АВ от его номинального тока.
- 4) Диапазон токов мгновенного расцепления АВ.
- 5) Диапазон срабатывания АВ при сверхтоках.

**9. Чем снабжают разъединители во избежание ошибочных отключений токов нагрузки?**

- 1) червячным приводом;
- 2) заземляющими ножами;
- 3) установкой большого количества изоляторов;
- 4) блокировкой;
- 5) установкой в электрической схеме высоковольтного выключателя.

**Примеры тестовых заданий для рубежного контроля № 2**

1. Выберите правильную формулу для тягового усилия  $F$  однополюсного электромагнита...

1)  $F = \frac{B_{\delta}^2 \cdot S}{2\mu_0}$ ; 2)  $F = \frac{B_{\delta}^2 \cdot S \cdot \mu_0}{2}$ ; 3)  $F = \frac{B_{\delta}^2 \cdot \mu_0}{2 \cdot S}$ ; 4)  $F = \frac{2B_{\delta}^2 \cdot S}{\mu_0}$ ; 5)  $F = \frac{2 \cdot B_{\delta}^2 \cdot \mu_0}{S}$ .

2. Выберите правильную формулу для тягового усилия  $F$  двухполюсного электромагнита...

1)  $F = \frac{B_{\delta}^2 \cdot S}{2\mu_0}$ ; 2)  $F = \frac{B_{\delta}^2 \cdot S}{\mu_0}$ ; 3)  $F = \frac{B_{\delta}^2 \cdot \mu_0}{2 \cdot S}$ ; 4)  $F = \frac{2B_{\delta}^2 \cdot S}{\mu_0}$ ; 5)  $F = \frac{2 \cdot B_{\delta}^2 \cdot \mu_0}{S}$ .

3. Выберите правильную формулу для индуктивности обмотки с магнитопроводом, числом витков  $w$ , магнитным сопротивлением  $R_M$  (магнитной проводимостью  $G_M$ ):

1)  $L = w \cdot R_M$ ; 2)  $L = w \cdot G_M$ ; 3)  $L = \frac{w}{R_M}$ ; 4)  $L = \frac{w}{G_M}$ ; 5)  $L = \frac{w^2}{R_M}$ .

4. Выберите правильную формулу для индуктивности обмотки с магнитопроводом, содержащим воздушный зазор  $\delta$ , числом витков  $w$ , площадью сечения сердечника  $S$ :

1)  $L = w \cdot \delta \cdot \mu_0 \cdot S$ ; 2)  $L = \frac{w}{\delta \cdot \mu_0 \cdot S}$ ; 3)  $L = \frac{w^2 \cdot \mu_0 \cdot S}{\delta}$ ; 4)  $L = \frac{w \cdot S}{\delta \cdot \mu_0}$ ;

5)  $L = \frac{w^2}{\delta \cdot \mu_0 \cdot S}$ .

5. Что дает шихтование сердечников электромагнитов переменного тока?

- 1) Снижение стоимости. 2) Повышение технологичности. 3) Увеличение электромагнитной силы. 4) Уменьшение габаритов. 5) Уменьшение потерь.

### Примерный список вопросов для зачета

1. Назначение и классификация электрических и электронных аппаратов и их приводов.
2. Требования, предъявляемые к приводам электрических аппаратов.
3. Конструктивное исполнение электрических аппаратов и их приводов: основные элементы, кинематические связи, принцип работы.
4. Типы приводов электрических аппаратов: электромагнитный, электродвигательный, пневматический, пружинных и т.д. Сравнительная оценка.
5. Потери энергии в аппаратах и их приводах: виды, соотношение потерь.
6. Электрические аппараты с электромагнитным приводом на постоянном токе: конструктивное исполнение, магнитная цепь, динамика срабатывания, статические характеристики тяговой и противодействующих сил.
7. Электрические аппараты с электромагнитным приводом на переменном токе: конструктивное исполнение, магнитная цепь, динамика срабатывания, статические характеристики тяговой и противодействующих сил.
8. Элементная база электронных аппаратов: условно-графическое обозначение, основные параметры, принцип действия, характеристики.  
Контактор постоянного тока с электромагнитным приводом: назначение, кинематическая схема, принцип действия, схема цепей управления.
9. Контактор переменного тока с электромагнитным приводом: назначение, кинематическая схема, принцип действия, схема цепей управления.
10. Привод высоковольтных вакуумных выключателей: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.
11. Привод высоковольтных масляных выключателей: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.
12. Привод высоковольтных масляных выключателей: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.
13. Привод высоковольтных воздушных выключателей: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.

14. Привод воздушных автоматических выключателей до 1000В: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.
15. Монтаж и испытание приводов электрических аппаратов.
16. Обеспечение безударного хода электрических аппаратов.
17. Способы обеспечения быстродействия электрических аппаратов.

### **Примерные темы рефератов для неуспевающих**

- 1 Электрические аппараты с электромагнитным приводом на постоянном токе: конструктивное исполнение, магнитная цепь, динамика срабатывания, статические характеристики тяговой и противодействующих сил.
- 2 Электрические аппараты с электромагнитным приводом на переменном токе: конструктивное исполнение, магнитная цепь, динамика срабатывания, статические характеристики тяговой и противодействующих сил.
- 3 Расчёт магнитных систем тяговых электромагнитов по заданному тяговому усилию.
- 4 Высоковольтные масляные выключатели и их приводы: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.
- 5 Приводы высоковольтных разъединителей, отделителей, короткозамыкателей: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.
- 6 Расчёт укороченных магнитных систем тяговых электромагнитов
- 7 Магнитные системы гибридных электрических аппаратов: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.

### **6.5. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **7.1. Основная учебная литература**

1. Рожкова Л. Д., Карнеева Л.К. и др. Электрооборудование электрических станций и подстанций. – М.: Академия, 2007. – 448 с.
2. Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ: учебно-справочное пособие для вузов/ И.П. Крючков, М.В. Пираторов, В.А. Старшинов; под ред. И.П. Крюčkова. – М.: МЭИ, 2015. – 138 с. Доступ из ЭБС «Консультант студента».

3. Монтаж электрооборудования: практикум/сост. В. И. Чарыков, В. И. Мошкин, В. А. Буторин. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2017. – Ч.1 – 158 с. (ЭБС КГУ)

## 7.2. Дополнительная учебная литература

1. Вырыханов Д.А., Угаров Г.Г., Мошкин В.И., Нечеухина Ж.В. Актуальные задачи преобразования энергии в электромеханических системах: Монография. – Курган: Изд-во КГУ, 2024. – 234 с.

2. Технология ремонта и обслуживания электрооборудования: Учебное пособие / Дайнеко В.А. - Мн.:РИПО, 2018. - 375 с. / Доступ <http://znanium.com>.

3. Основы современной энергетики. т.2: учебник для вузов, в 2 т./под общ. ред. Е. В. Аметистова, А. П. Бурмана, В. А. Строева; 4-е изд., перераб. и доп. - М.: МЭИ, 2008. – 632 с. Доступ из ЭБС «Консультант студента».

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Приводы электрических аппаратов» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (профиль «Электроснабжение» /Сост. Мошкин В.И. – Курган: Изд-во КГУ, 2017. – 15 с. Доступ из ЭБС КГУ.

2. Выбор привода высоковольтного выключателя. Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу «Приводы электрических аппаратов» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (профиль «Электроснабжение» /Сост. Мошкин В.И. – Курган: Изд-во КГУ, 2017. – 17 с. Доступ из ЭБС КГУ.

## 9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Интернет-ресурс	Краткое описание
1	<a href="http://ru.wikipedia.org">http://ru.wikipedia.org</a>	Энциклопедия Википедия
2	<a href="http://www.minprom.gov.ru">http://www.minprom.gov.ru</a>	Официальный сайт Министерства промышленности и энергетики РФ

## 10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»

#### 4. «Гарант» - справочно-правовая система

### **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

#### **12. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
**«Приводы электрических аппаратов»**

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата  
**13.03.02 - Энергетика и электротехника**

Направленность:  
**Электроснабжение**

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часа)  
Семестр: 4 (очная форма обучения), 5 (заочная форма обучения)  
Форма промежуточной аттестации: **зачет**

Содержание дисциплины

Общие понятия об электрических и электронных аппаратах и их приводах. Классификация по назначению, по току и напряжению, по области применения. Применение в схемах электроснабжения, электроприводе и электрическом транспорте. Типы приводов электрических аппаратов: электромагнитные, электродвигательные, пружинные и другие. Выбор, применение и эксплуатация приводов электрических аппаратов.

**ЛИСТ**  
**регистрации изменений (дополнений) в рабочую программу**  
**учебной дисциплины**  
**«Приводы электрических аппаратов»**

**Изменения / дополнения в рабочую программу**  
**на 20\_\_ / 20\_\_ учебный год:**

---

---

---

---

---

---

Ответственный преподаватель \_\_\_\_\_ / Ф.И.О. \_\_\_\_\_ /

Изменения утверждены на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
Протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Изменения / дополнения в рабочую программу**  
**на 20\_\_ / 20\_\_ учебный год:**

---

---

---

---

---

---

Ответственный преподаватель \_\_\_\_\_ / Ф.И.О. \_\_\_\_\_ /

Изменения утверждены на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
Протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.