

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Горных машин и электромеханических систем»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №10 от 27 февраля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ»**

---

Специальность: 21.05.04 Горное дело

---

Электрификация и автоматизация горного производства

---

Квалификация: Горный инженер (специалист)

---

Форма обучения: очная

---

Документ подписан простой электронной подписью  
Составитель программы: Юхимович  
Дмитрий Леонидович  
Дата подписания: 03.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью  
Утвердил и согласовал: Храмовских Виталий  
Александрович  
Дата подписания: 03.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

### 1.1 Дисциплина «Электрические аппараты» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-3 Способность осуществлять комплекс организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации систем электроснабжения горнодобывающих предприятий	ПКС-3.1

### 1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-3.1	Принимает участие в разработке электрических схем управления и защиты на основе принципов действия и технических характеристик электрических аппаратов при коммутации электрических цепей оборудования на горнодобывающих предприятиях	<b>Знать</b> конструкции и принципы действия, эксплуатационные параметры и характеристики электромагнитных аппаратов; элементную базу, основные типы и области применения электронных аппаратов; виды исполнения электрических аппаратов. <b>Уметь</b> выбирать электрические и электронные аппараты в зависимости от режимов работы электрооборудования по степени защиты и климатическому исполнению; обеспечить надлежащее техническое обслуживание аппаратов и их наладку. <b>Владеть</b> Владеть навыками чтения и выполнения принципиальных электрических схем, эксплуатации электрических аппаратов, разработки электрических схем управления и защиты; методами наладки электромагнитных и электронных аппаратов.

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электрические аппараты» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Основы электротехники», «Теоретические основы электротехники и электроники»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Электрические машины», «Теория электропривода», «Системы управления электроприводом», «Эксплуатация электромеханических систем», «Релейная защита и автоматика», «Электромонтажные работы», «Электроснабжение горного производства»

### 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	16	16
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

### 4 Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Общие сведения об электрических и электронных аппаратах.	1	1					1	16	Устный опрос
2	Свойства электрической дуги и условия её гашения. Способы гашения электрической дуги.	2	2					4	24	Устный опрос
3	Электрические контакты.	3	2							Устный опрос
4	Электродинамические усилия в электрических аппаратах.	4	2							Устный опрос
5	Нагрев электрических аппаратов.	5	2							Устный опрос

6	Электромагнитные контакторы.	6	2							Устный опрос
7	Пускатели магнитные.	7	2							Устный опрос
8	Электромагнитные реле. Герконовые реле.	8	2							Устный опрос
9	Тяговые электромагниты.	9	2							Устный опрос
10	Тормозные устройства.	10	2							Устный опрос
11	Предохранители.	11	2							Устный опрос
12	Автоматические воздушные выключатели.	12	2			1	8	2, 3	20	Устный опрос
13	Выключатели переменного тока высокого напряжения.	13	2							Устный опрос
14	Разъединители. Отделители и короткозамыкатели.	14	2							Устный опрос
15	Токоограничивающие реакторы.	15	1							Устный опрос
16	Разрядники.	16	1							Устный опрос
17	Измерительные трансформаторы.	17	1							Устный опрос
18	Бесконтактные коммутирующие и регулирующие устройства переменного тока (БКРПУ).	18	1							Устный опрос
19	Аппараты управления.	19	1			2	8			Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32				16		60	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие сведения об электрических и электронных аппаратах.	Понятие об электрическом и электронном аппарате. Электрический и электронный аппараты как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы электроснабжения и управления автоматизированным электроприводом; электромеханические аппараты автоматики, управления, распределительных устройств (РУ) и релейной защиты. Расположение электрических и электронных аппаратов в установке по производству, распределению и потреблению

		электрической энергии. Требования, предъявляемые к электрическим и электронным аппаратам. Особенности схем электроустановок и общие требования к их выполнению.
2	Свойства электрической дуги и условия её гашения. Способы гашения электрической дуги.	Свойства дугового разряда. Вольтамперные характеристики электрической дуги. Условия гашения дуги постоянного тока. Энергия, выделяемая в дуге. Условия гашения дуги переменного тока. Дугогасительные устройства постоянного и переменного тока. Широкие и узкие продольные щели. Дугогасительные решётки. Гашение дуги высоким давлением. Гашение дуги в масле. Гашение дуги воздушным дутьём. Гашение дуги в элегазе. Применение полупроводниковых приборов для облегчения гашения дуги.
3	Электрические контакты.	Общие сведения. Режимы работы контактов. Материалы контактов. Конструкция твёрдометаллических контактов. Жидкометаллические контакты. Расчёт контактов аппаратов.
4	Электродинамические усилия в электрических аппаратах.	Общие сведения. Методы расчёта электродинамических усилий. Усилия между параллельными проводниками. Усилия и моменты, действующие на взаимно перпендикулярные проводники. Усилия в витке, катушке и между катушками. Усилия в месте изменения сечения проводника. Усилия при наличии ферромагнитных частей. Электродинамические усилия при переменном токе. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Расчёт динамической стойкости шин.
5	Нагрев электрических аппаратов.	Общие сведения. Активные потери энергии в аппаратах. Способы передачи тепла внутри нагретых тел и с их поверхности. Установившийся режим нагрева. Нагрев аппаратов в переходных режимах. Нагрев аппаратов при коротком замыкании. Допустимая температура различных частей электрических аппаратов. Термическая стойкость электрических аппаратов.
6	Электромагнитные контакторы.	Назначение контакторов. Классификация контакторов. Область применения контакторов. Узлы контактора и принцип его действия; физические явления, происходящие в электрическом аппарате. Параметры контакторов. Контактные переключатели переменного тока, их конструкция и основные параметры. Электромагнитные контакторы постоянного тока.
7	Пускатели магнитные.	Назначение магнитных пускателей. Основные требования и условия работы; физические явления, происходящие в электрических аппаратах. Конструкция и схема включения. Магнитные

		пускатели серии ПМЛ. Пускатели серии ПМА. Нереверсивные пускатели. Схема включения нереверсивного пускателя. Реверсивный магнитный пускатель. Схема включения реверсивного пускателя. Выбор магнитных пускателей.
8	Электромагнитные реле. Герконовые реле.	Назначение и область применения реле. Классификация реле. Принцип действия и устройство электромагнитных реле, физические явления в электрических аппаратах. Основные характеристики и параметры реле. Требования, предъявляемые к реле. Согласование тяговых и противодействующих характеристик реле. Электромагнитные реле тока и напряжения для защиты энергосистем, управления и защиты электропривода. Выбор максимально-токовых реле. Назначение, принцип действия и устройство геркона; физические явления в электрическом аппарате. Основные параметры герконового реле. Конструкции герконовых реле. Реле тока на герконе. Поляризованные ГР. Управление герконом с помощью ферромагнитного экрана. ГР с магнитной памятью. Конструкция гезаконов. Силовые герконы. Расчёт обмотки геркона. Выбор, применение и эксплуатация герконов и герконовых реле.
9	Тяговые электромагниты.	Основные понятия, физические явления в электрических аппаратах. Энергия магнитного поля и индуктивность системы. Работа, производимая якорем электромагнита при перемещении. Вычисление сил и моментов электромагнита. Электромагниты переменного тока. Короткозамкнутый виток. Статические тяговые характеристики электромагнитов. Выбор, применение и эксплуатация тяговых электромагнитов.
10	Тормозные устройства.	Динамические характеристики электромагнитов. Уравнение движения подвижной системы. Замедление и ускорение действия электромагнита. Тормозные устройства, физические явления в электрических аппаратах. Поляризованные электромагнитные системы. Выбор, применение и эксплуатация тормозных устройств.
11	Предохранители.	Назначение, принцип действия и устройство предохранителя; физические явления в электрическом аппарате. Параметры предохранителя. Конструкция предохранителей. Предохранители с гашением дуги в закрытом объёме. Предохранители с мелкозернистым наполнителем (серии ПН-2, ПРС). Предохранители с жидкометаллическим контактом.

		Быстродействующие предохранители для защиты полупроводниковых приборов. Предохранитель - выключатель. Выбор, применение и эксплуатация предохранителя для защиты электродвигателя и полупроводниковых устройств. Требования, предъявляемые к предохранителям ВН. Принцип действия, устройство и основные параметры предохранителей ВН, физические явления в электрических аппаратах. Предохранители с мелкозернистым наполнителем серий ПК и ПКТ. Предохранители серии ПКТН. Предохранители с автогазовым, газовым и жидкостным гашением дуги. Выбор, применение и эксплуатация предохранителей ВН.
12	Автоматические воздушные выключатели.	Назначение, классификация и область применения автоматов. Требования, предъявляемые к автоматам. Узлы автомата и принцип его действия, физические явления в электрическом аппарате. Основные параметры. Универсальные и установочные автоматы. Быстродействующие автоматы. Автоматы для гашения магнитного поля мощных генераторов. Выбор, применение и эксплуатация автоматических воздушных выключателей.
13	Выключатели переменного тока высокого напряжения.	Назначение выключателей ВН. Основные параметры. Требования, предъявляемые к выключателям. Классификация выключателей. Принцип действия и устройство высоковольтных выключателей, физические явления в электрическом аппарате. Баковые масляные выключатели. Маломасляные выключатели. Приводы масляных выключателей. Воздушные выключатели. Элегазовые выключатели. Вакуумные выключатели. Электромагнитные выключатели. Выключатели нагрузки. Выбор, применение и эксплуатация выключателей ВН.
14	Разъединители. Отделители и короткозамыкатели.	Назначение разъединителей. Требования, предъявляемые к разъединителям. Классификация разъединителей. Принцип действия, устройство и основные параметры разъединителей, физические явления в электрических аппаратах. Разъединители для внутренней установки. Разъединители для наружной установки. Блокировка разъединителей и выключателей. Выбор, применение и эксплуатация разъединителей. Назначение и принцип действия короткозамыкателей и отделителей, физические явления в электрических аппаратах. Конструкция короткозамыкателей и отделителей. Основные параметры. Выбор короткозамыкателей и отделителей.

15	Токоограничивающие реакторы.	Назначение, область применения и принцип работы реактора, физические явления в электрическом аппарате. Основные параметры реактора. Бетонные реакторы. Масляные реакторы. Сдвоенные реакторы. Выбор, применение и эксплуатация реакторов.
16	Разрядники.	Назначение, область применения разрядников. Требования, предъявляемые к разрядникам. Основные параметры разрядников. Конструкции разрядников. Трубчатые разрядники. Вентильные разрядники. Разрядники постоянного тока. Ограничители перенапряжения. Выбор разрядников.
17	Измерительные трансформаторы.	Назначение, принцип действия, схема включения трансформатора тока. Основные параметры трансформаторов тока. Режимы работы трансформаторов тока. Конструкция и принцип действия трансформаторов тока, физические явления в электрическом аппарате. Выбор трансформаторов тока. Назначение и основные параметры ТН. Принцип действия ТН, физические явления в электрическом аппарате. Погрешности ТН. Схема включения однофазного ТН. Конструкция ТН. Выбор трансформаторов ТН.
18	Бесконтактные коммутирующие и регулирующие устройства переменного тока (БКРПУ).	Современные подходы при создании коммутационных аппаратов низкого напряжения и перспективы их совершенствования. Пускатели тиристорные серии ПТ. Тиристорные станции управления типа БЛЭ. Тиристорные станции управления серии ПТУ с динамическим торможением и реверсом. Тиристорный регулятор мощности. Принципы создания бесконтактных выключателей. Транзисторные устройства коммутации и защиты сетей постоянного тока. Выключатели тиристорные.
19	Аппараты управления.	Кнопки управления. Командаконтроллеры. Путевые выключатели и микровыключатели. Универсальные переключатели. Пакетные выключатели и переключатели.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Выбор автоматических выключателей.	8
2	Подготовка презентации на заданную тему	8

	Тестирование в Moodle.	
--	------------------------	--

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	16
2	Подготовка к практическим занятиям	10
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	10
4	Проработка разделов теоретического материала	24

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: занятия по курсу могут проводиться в форме активного практического обучения: выездных занятий с посещением организаций и мероприятий для получения новых знаний и/или повторения материала на практике. При проведении таких занятий преподаватель выступает в качестве помощника и координатора процесса, передавая активную функцию обучения студентам. Он же регулирует процесс посредством подготовки специальных заданий, проведения консультаций, оценки знаний, умений и навыков, предоставления обратной связи. Помимо получения знаний активные практические занятия развивают коммуникативные навыки, учат студентов работать в команде, решать проблемы

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

##### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

###### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Электронное обучение ИРНИТУ: сайт. URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=3889> (дата обращения: 01.06.2025). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

###### 5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Электронное обучение ИРНИТУ: сайт. URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=3889> (дата обращения: 01.06.2025). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

#### 6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

##### 6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

###### 6.1.1 семестр 5 | Устный опрос

###### Описание процедуры.

обучающийся, используя материалы лекции, основную и дополнительную литературу, прорабатывает теоретический материал

###### Критерии оценивания.

Оценка формируется исходя из пятибалльной шкалы. Оценивается правильность и полнота ответов на вопросы, активность в групповых дискуссиях.

## 6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-3.1	Правильно ответил на теоретические вопросы, выполнил и защитил в срок практические работы. Ответил на все дополнительные вопросы. Сдал зачет.	Устный опрос. Выполнение практических работ.

### 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

#### 6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

##### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Знания, умения, владения обучающегося на зачете оцениваются оценками: «зачтено» или «не зачтено». Проверяется знание теоретического материала, наличие всех лекций и выполненных практических работ.

##### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Знание основной части теоретического материала. Правильное выполнение практических работ.	Незнание основной части теоретического материала. Неправильное выполнение практических работ.

## 7 Основная учебная литература

1. Чунихин А. А. Электрические аппараты. Общий курс : учебник для электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов / А. А. Чунихин, 2008. - 718.
2. Электроника: электрические аппараты [Электронный ресурс] : учебник и практикум для СПО / под редакцией П. А. Курбатова, 2024. - 251.
3. Аполлонский С. М. Электрические аппараты управления и автоматики : учебное пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев, В. Я. Фролов, 2017. - 256.
4. Аполлонский С. М. Электрические аппараты автоматики : учебное пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев, 2019. - 228.
5. Аполлонский С. М. Электрические аппараты управления и автоматики : учебное пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев, В. Я. Фролов, 2019. - 256.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Чунихин Александр Адольфович. Аппараты высокого напряжения: Учеб. пособие для вузов по спец. "Электрические аппараты" / Александр Адольфович Чунихин, М. Жаворонков, 1985. - 432.
2. Алиев И. И. Электрические аппараты : справочник / И. И. Алиев, М. Б. Абрамов, 2005. - 255.
3. Таев И. С. Электрические аппараты: Общая теория / И. С. Таев, 1977. - 272.
4. Основы теории электрических аппаратов : учебник для вузов по спец. "Электрические аппараты" / Под ред. И. С. Таева, 1987. - 352.

## **9 Ресурсы сети Интернет**

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. PTC MathCAD
2. Office 2019 Pro Plus

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Стенд лабораторный "Автоматизированное управ-ие электроприводом с МК"
2. 316867 Цифровой измеритель параметров ЦИП-1
3. Осциллограф GOS 620