

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)  
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
 высшего образования  
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
 (НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ  
 Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

«30» мая 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.18 «Электрические и электронные аппараты»

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль/программа «Электроснабжение»

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная, заочная, очно-заочная

Факультет Информационных технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы Электротехники и  
энергообеспечения предприятий

Курс 2, семестр 4 – очное отделение

Курс 3, семестр 6 – заочное отделение

Курс 2, семестр 4 – очно-заочное отделение

Наименование занятия	Очное отделение		Заочное отделение		Очно-заочное отделение	
	Часы	Зачетные единицы	Часы	Зачетные единицы	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5	8	0,22	18	0,5
Практические занятия	18	0,5	4	0,11	9	0,25
Лабораторные занятия	18	0,5	4	0,11	9	0,25
Контроль самостоятельной работы	54	1,5	12	0,33	54	1,5
Самостоятельная работа	36	1	143	3,97	54	1,5
Форма аттестации	Экзамен	Экзамен	Экзамен	Экзамен	Экзамен	Экзамен
(часы на контроль)	36	1	9	0,25	36	1
Всего	180	5	180	5	180	5

Нижнекамск 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований  
Федерального государственного образовательного стандарта высшего  
образования (№ 144 от 28.02.2018 г.) по направлению 13.03.02  
«Электроэнергетика и электротехника» на основании учебного плана набора  
обучающихся (2022 г.).

Разработчик программы:

Доцент  
(должность)

  
(подпись)

Е. Н. Гаврилов  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
электротехники и энергообеспечения предприятий, протокол от 21.04.2022 г. №  
8.

Зав. кафедрой

  
(подпись)

Е. В. Тумаева  
(Ф.И.О.)



## **1. Цели освоения дисциплины**

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» предназначена для освоения теоретических основ и принципов работы электрических и электронных аппаратов. Изучения основных электромагнитных, тепловых и дуговых процессов в коммутационных аппаратах, структур и принципов их управления. Приобретение навыков расчета и выбора аппаратов из условий возможности управления потоками электроэнергии и обеспечения селективной защиты электротехнического оборудования.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» относится к обязательной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Электрические и электронные аппараты» бакалавр по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- 1) Б1.О.12 «Математика»;
- 2) Б1.О.13 «Физика»;
- 3) Б1.О.21 «Электротехническое и конструкционное материаловедение»;
- 4) Б1.О.22 «Теоретические основы электротехники».

Знания, полученные при изучении дисциплины «Электрические и электронные аппараты» могут быть использованы при изучении последующих дисциплин:

- 1) Б1.В.03 «Электрические станции и подстанции»;
- 2) Б1.В.04 «Электроснабжение»;
- 3) Б1.В.07 «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»;
- 4) Б1.В.09 «Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий»
- 5) Б1.В.12 «Электробезопасность с электроэнергетике и электротехнике».

Знания, полученные при изучении дисциплины «Электрические и электронные аппараты» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

ПК-1 Способен разрабатывать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения и оформлять техническую документацию.

Индикаторы компетенции:

ПК-1.1 - Знает основные нормы, правила и положения, используемые при проектировании системы электроснабжения; классификацию, конструкции, технические характеристики оборудования системы электроснабжения;

ПК-1.2 - Умеет проводить технико-экономическую оценку разработанной системы электроснабжения; использовать теоретические знания на практике при проектировании системы электроснабжения;

ПК-1.3 - Владеет базовыми знаниями в области систем электроснабжения; навыками использования основных методов расчета для проектирования систем электроснабжения.

ПК-2 Способен разрабатывать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами и оформлять техническую документацию.

Индикаторы компетенции:

ПК-2.1 Знает основные нормы, правила и положения, используемые при проектировании автоматизированной системы управления технологическими процессами; классификацию, конструкции, технические характеристики оборудования автоматизированной системы управления технологическими процессами;

ПК-2.2 Умеет проводить технико-экономическую оценку разработанной автоматизированной системы управления технологическими процессами; использовать теоретические знания на практике при проектировании автоматизированной системы управления технологическими процессами;

ПК-2.3 Владеет базовыми знаниями в области автоматизированных систем управления технологическими процессами; навыками использования основных методов расчета для проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами.

ПК-3 Разработка отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода и оформление технической документации.

Индикаторы компетенции:

ПК-3.1 Знает основные нормы, правила и положения, используемые при проектировании системы электропривода; классификацию, конструкции, технические характеристики оборудования систем электропривода;

ПК-3.2 Умеет проводить технико-экономическую оценку разработанной системы электропривода; использовать теоретические знания на практике при проектировании систем электроприводов;

ПК-3.3 Владеет базовыми знаниями в области систем электроприводов; навыками использования основных методов расчета для проектирования систем электроприводов.

***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

***1. Знать:***

1) электрические аппараты, как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем;

- 2) физические явления в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов;
- 3) условия образования и гашения электрической дуги на контактах электрического аппарата;
- 4) средства и способы воздействия на электрическую дугу;
- 5) способы и средства бездуговой коммутации;
- 6) физические основы возникновения переходного сопротивления контактов, влияние различных факторов на величину этого сопротивления;
- 7) физические основы электрического и механического износа контактов;
- 8) тепловые явления в электрических аппаратах, установившиеся и не установившиеся тепловые состояния;
- 9) основные типы, конструкцию, принцип действия и характеристики силовых коммутационных аппаратов, аппаратов управления и защиты;
- 10) типы и основные узлы микропроцессорных систем управления коммутационными аппаратами распределения и защиты.

## *2. Уметь:*

- 1) применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов;
- 2) использовать справочный материал по выбору электрических аппаратов при проектировании распределительных электрических схем, типовых элементов и изделий при разработке конкретных электронных и электрических аппаратов;
- 3) выполнить расчеты допустимых перегрузок, термической и электродинамической стойкости коммутационных аппаратов.

## *3. Владеть:*

- 1) методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования;
- 2) навыками проведения монтажно-наладочных работ и стандартных испытаний/исследований электроэнергетического и электротехнического оборудования;
- 3) терминологией в области электрических и электронных аппаратов;
- 4) навыками поиска информации об электрических и электронных аппаратах и применения её при проектировании элементов систем распределения электрической энергии;
- 5) навыками расчетов основных узлов электронных аппаратов для проведения проектно-конструкторских работ;
- 6) навыками оценки термической и электродинамической стойкости аппаратуры;
- 7) навыками выбора уставок аппаратов защиты;
- 8) навыками оценки теплового состояния аппаратов и комплектных устройств;

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины для очного отделения составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Практическое занятие	Лабораторные работы	КРС	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы	4	1	-	-	2	1	Контрольные вопросы к экзамену
2	Короткие замыкания в электрических цепях	4	1	-	-	7	5	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену
3	Электрические контакты	4	1	-	-	3,5	2	Контрольные вопросы к экзамену
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	4	1	4	-	3,5	2	Контрольные вопросы к экзамену
5	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	4	1	3	-	6,5	5	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену
6	Электрическая дуга и процесс коммутации	4	1	-	-	3,5	2	Контрольные вопросы к экзамену
7	Электрохимические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	4	2	4	10	3,5	2	Контрольные вопросы к экзамену
8	Электрохимические аппараты управления	4	2	3	8	3,5	2	Контрольные вопросы к экзамену
9	Электрохимические аппараты высокого напряжения	4	2	4	-	7,5	6	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену
10	Система управления силовых электронных аппаратов	4	2	-	-	4,5	3	Контрольные вопросы к экзамену
11	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	4	2	-	-	4,5	3	Контрольные вопросы к экзамену

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	4	2	-	-	4,5	3	Контрольные вопросы к экзамену
	Итого	4	18	18	18	54	36	
	Форма аттестации (часы на контроль)						Экзамен 36	

Общая трудоемкость дисциплины для заочного отделения составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Практическое занятие	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы	6	-	-	-	-	12	Контрольные вопросы к экзамену
2	Короткие замыкания в электрических цепях	6	-	-	-	4	15	Контрольные вопросы к экзамену, контрольная работа
3	Электрические контакты	6	-	-	-	-	14	Контрольные вопросы к экзамену
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	6	-	-	-	-	14	Контрольные вопросы к экзамену
5	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	6	-	-	-	4	14	Контрольные вопросы к экзамену, контрольная работа
6	Электрическая дуга и процесс коммутации	6	-	-	-	-	14	Контрольные вопросы к экзамену
7	Электрохимические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	6	3	1	4	-	10	Контрольные вопросы к экзамену
8	Электрохимические аппараты управления	6	2	1	-	-	10	Контрольные вопросы к экзамену
9	Электрохимические аппараты высокого напряжения	6	3	2	-	4	10	Контрольная работа, контрольные вопросы к экзамену

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Система управления силовых электронных аппаратов	6	-	-	-	-	10	Контрольные вопросы к экзамену
11	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	6	-	-	-	-	10	Контрольные вопросы к экзамену
12	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	6	-	-	-	-	10	Контрольные вопросы к экзамену
	Итого	6	8	4	4	12	143	
	Форма аттестации (часы на контроль)						Экзамен 36	

Общая трудоемкость дисциплины для очно-заочного отделения составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Практическое занятие	Лабораторные работы	КРС	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы	4	1	-	-	2	1	Контрольные вопросы к экзамену
2	Короткие замыкания в электрических цепях	4	1	-	-	7	7	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену
3	Электрические контакты	4	1	-	-	3,5	4	Контрольные вопросы к экзамену
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	4	1	2	-	3,5	4	Контрольные вопросы к экзамену
5	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	4	1	1,5	-	6,5	7	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену
6	Электрическая дуга и процесс коммутации	4	1	-	-	3,5	4	Контрольные вопросы к экзамену
7	Электрохимические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	4	2	2	5	3,5	4	Контрольные вопросы к экзамену



1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Электрохимические аппараты управления	4	2	1,5	4	3,5	4	Контрольные вопросы к экзамену
9	Электрохимические аппараты высокого напряжения	4	2	2	-	7,5	8	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену
10	Система управления силовых электронных аппаратов	4	2	-	-	4,5	3	Контрольные вопросы к экзамену
11	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	4	2	-	-	4,5	4	Контрольные вопросы к экзамену
12	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	4	2	-	-	4,5	4	Контрольные вопросы к экзамену
	Итого	4	18	9	9	54	54	
	Форма аттестации (часы на контроль)						Экзамен 36	

### 5. Содержание лекционных занятий по темам

#### Для очного и очно-заочного отделений

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы	1	Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы	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.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2	Короткие замыкания в электрических цепях	1	Короткие замыкания в электрических цепях	Общие сведения: виды короткого замыкания и причины их возникновения. Переходный процесс в короткозамкнутом контуре. Методы расчета токов короткого замыкания и основные допущения при производстве расчетов. Электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания на электрический аппарат.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

1	2	3	4	5	6
3	Электрические контакты	1	Электрические контакты	Понятие электрического контакта. Площадка соприкосновения. Модель Хольма. Сопротивление электрического контакта. Влияние контактов на нагрев проводников. Уравнение Хольма-Кольрауша и Ом-Вольтная характеристика контактов. Сваривание контактов. Контактные материалы. Силы Двайта и способы их компенсации в электрических аппаратах.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	1	Тепловые процессы в электрических аппаратах	Источники теплоты в электрических аппаратах. Способы передачи теплоты. Уравнение Ньютона-Рихмана. Стационарный тепловой режим. Дифференциальное уравнение нагрева и остывания, постоянная времени переходного процесса. Повторно-кратковременный режим и коэффициент перегрузки. Условие адиабатического нагрева. Кривые адиабатического нагрева проводниковых материалов. Термическая стойкость электрических аппаратов.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
5	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	1	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	Силы Ампера – электродинамические усилия. Понятие о коэффициенте контура электродинамических усилий. Электродинамические усилия при переменном токе. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Связь электродинамической стойкости с включающей способностью.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
6	Электрическая дуга и процесс коммутации	1	Электрическая дуга и процесс коммутации	Плазма электрической дуги. Процессы ионизации и деионизации. Вольт-Амперная характеристика. Условия равновесия в цепи постоянного тока с электрической дугой. Динамическая Вольт-Амперная характеристика. Условия незажигания электрической дуги после нуля тока. Дугогасительные камеры. Системы магнитного дутья.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
7	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	2	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	Устройство и принципы действия, основные параметры предохранителей, автоматических выключателей, электромагнитных и тепловых расцепителей. Защитные характеристики, выбор аппаратов и их уставок. Селективность токовая, временная, энергетическая и логическая. Назначение и принцип действия аппаратуры защитного отключения (УЗО). Схемы подключения УЗО. Выбор автоматических выключателей с УЗО	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

1	2	3	4	5	6
8	Электромеханические аппараты управления	2	Электромеханические аппараты управления	Устройство и принципы действия, основные параметры контакторов, пускателей, электромагнитных и тепловых реле. Категории применения контакторов и пускателей. Классы расцепления тепловых реле. Магнитоуправляемые контакты и герконовые реле. Выбор контакторов, пускателей и тепловых реле для управления электродвигателями. Электромеханические датчики: активные и пассивные. Коммутационные аппараты ручного управления: микропереключатели, тумблеры, кнопочные и поворотные выключатели.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
9	Электромеханические аппараты высокого напряжения	2	Электромеханические аппараты высокого напряжения	Классификация электрических аппаратов высокого напряжения. Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Виды выключателей высокого напряжения. Перспективы развития вакуумных, элегазовых и сверхпроводниковых коммутирующих систем. Реакторы устройства ограничения тока короткого замыкания. Управляемые шунтирующие реакторы. Разрядники и ограничители перенапряжений. Трансформаторы тока и напряжения. Выбор электромеханических аппаратов высокого напряжения.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
10	Система управления силовых электронных аппаратов	2	Система управления силовых электронных аппаратов	Общие сведения и назначение. Основные принципы управления импульсными системами. Организация синусоидальной широтно-импульсной модуляции. Интегральные микросхемы. Формирователи импульсов управления	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
11	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	2	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	Транзисторные и тиристорные реле и контакторы постоянного тока. Гибридные коммутационные аппараты. Типовые схемы регуляторов постоянного тока. Непрерывные регуляторы. Импульсные регуляторы с последовательным ключом, параллельным ключом и параллельным индуктивным накопителем. Принцип действия и основные характеристики регуляторов	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

1	2	3	4	5	6
12	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	2	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	Тиристорные регуляторы переменного тока с естественной и искусственной коммутацией. Реле и контакторы переменного тока на полностью управляемых электронных ключах. Регуляторы переменного тока с импульсной модуляцией.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

### Для заочного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции.
1	2	3	4	5	6
1	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	3	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	Устройство и принципы действия, основные параметры предохранителей, автоматических выключателей, электромагнитных и тепловых расцепителей. Защитные характеристики, выбор аппаратов и их уставок. Селективность токовая, временная, энергетическая и логическая. Назначение и принцип действия аппаратуры защитного отключения (УЗО). Схемы подключения УЗО. Выбор автоматических выключателей с УЗО	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2	Электромеханические аппараты управления	2	Электромеханические аппараты управления	Устройство и принципы действия, основные параметры контакторов, пускателей, электромагнитных и тепловых реле. Категории применения контакторов и пускателей. Классы расцепления тепловых реле. Магнитоуправляемые контакты и герконовые реле. Выбор контакторов, пускателей и тепловых реле для управления электродвигателями. Электромеханические датчики: активные и пассивные. Коммутационные аппараты ручного управления: микропереключатели, тумблеры, кнопочные и поворотные выключатели.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

1	2	3	4	5	6
3	Электромеханические аппараты высокого напряжения	3	Электромеханические аппараты высокого напряжения	Классификация электрических аппаратов высокого напряжения. Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Виды выключателей высокого напряжения. Перспективы развития вакуумных, элегазовых и сверхпроводниковых коммутирующих систем. Реакторы устройства ограничения тока короткого замыкания. Управляемые шунтирующие реакторы. Разрядники и ограничители перенапряжений. Трансформаторы тока и напряжения. Выбор электромеханических аппаратов высокого напряжения.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

### 6. Содержание практических занятий

Целью практических работ является закрепление теоретического лекционного материала по дисциплине.

#### Для очного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Индикаторы достигаемых компетенций
1	2	3	4	5
1	Тепловые процессы в электрических аппаратах	4	ПР №1 Рассчитать тепловые процессы в электрическом аппарате	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	3	ПР №2 Рассчитать электродинамические усилия между проводниками	
3	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	4	ПР №3 Выбрать электрические аппараты низкого напряжения	
4	Электромеханические аппараты управления	3	ПР №4 Выбрать электрические аппараты управления	
5	Электромеханические аппараты высокого напряжения	4	ПР №5 Выбрать электрические аппараты высокого напряжения	

Для заочного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Индикаторы достижимых компетенций
1	2	3	4	5
1	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	1	ПР №3 Выбрать электрические аппараты низкого напряжения	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2	Электромеханические аппараты управления	1	ПР №4 Выбрать электрические аппараты управления	
3	Электромеханические аппараты высокого напряжения	2	ПР №5 Выбрать электрические аппараты высокого напряжения	

Для очно-заочного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Индикаторы достижимых компетенций
1	2	3	4	5
1	Тепловые процессы в электрических аппаратах	2	ПР №1 Рассчитать тепловые процессы в электрическом аппарате	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	1,5	ПР №2 Рассчитать электродинамические усилия между проводниками	
3	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	2	ПР №3 Выбрать электрические аппараты низкого напряжения	
4	Электромеханические аппараты управления	1,5	ПР №4 Выбрать электрические аппараты управления	
5	Электромеханические аппараты высокого напряжения	2	ПР №5 Выбрать электрические аппараты высокого напряжения	

## 7. Содержание лабораторных занятий

Для очного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование практической работы	Индикаторы достижимых компетенций
1	2	3	4	5
1	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	10	ЛР №1 «Исследование неререверсивной схемы управления асинхронного электродвигателя» ЛР №2 «Исследование реверсивной схемы управления асинхронного электродвигателя»	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3



1	2	3	4	5
2	Электромеханические аппараты управления	8	ЛР №3 «Исследование нереверсивной схемы управления асинхронного электродвигателя с микропроцессорным блоком» ЛР №4 «Исследование реверсивной схемы управления асинхронного электродвигателя с микропроцессорным блоком»	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

Для заочного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование практической работы	Индикаторы достигаемых компетенций
1	2	3	4	5
1	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	4	ЛР №2 «Исследование реверсивной схемы управления асинхронного электродвигателя»	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

Для очно-заочного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование практической работы	Индикаторы достигаемых компетенций
1	2	3	4	5
1	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	5	ЛР №1 «Исследование нереверсивной схемы управления асинхронного электродвигателя» ЛР №2 «Исследование реверсивной схемы управления асинхронного электродвигателя»	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2	Электромеханические аппараты управления	4	ЛР №3 «Исследование нереверсивной схемы управления асинхронного электродвигателя с микропроцессорным блоком» ЛР №4 «Исследование реверсивной схемы управления асинхронного электродвигателя с микропроцессорным блоком»	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

## 8. Самостоятельная работа студента

### Для очного отделения

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достигаемых компетенций
1	2	3	4	5
1	Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы	1	Контрольные вопросы к экзамену	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2	Короткие замыкания в электрических цепях	5	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену	
3	Электрические контакты	2	Контрольные вопросы к экзамену	
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	2	Контрольные вопросы к экзамену	
5	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	5	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену	
6	Электрическая дуга и процесс коммутации	2	Контрольные вопросы к экзамену	
7	Электрохимические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	2	Контрольные вопросы к экзамену	
8	Электрохимические аппараты управления	2	Контрольные вопросы к экзамену	
9	Электрохимические аппараты высокого напряжения	6	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену	
10	Система управления силовых электронных аппаратов	3	Контрольные вопросы к экзамену	
11	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	3	Контрольные вопросы к экзамену	
12	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	3	Контрольные вопросы к экзамену	

### Для заочного отделения

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достигаемых компетенций
1	2	3	4	5
1	Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы	12	Контрольные вопросы к экзамену	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2	Короткие замыкания в электрических цепях	15	Контрольная работа, контрольные вопросы к экзамену	
3	Электрические контакты	14	Контрольные вопросы к зачету	
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	14	Контрольные вопросы к экзамену	

1	2	3	4	5
5	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	14	Контрольная работа, контрольные вопросы к экзамену	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
6	Электрическая дуга и процесс коммутации	14	Контрольные вопросы к экзамену	
7	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	10	Контрольные вопросы к экзамену	
8	Электромеханические аппараты управления	10	Контрольные вопросы к экзамену	
9	Электромеханические аппараты высокого напряжения	10	Контрольная работа, контрольные вопросы к экзамену	
10	Система управления силовых электронных аппаратов	10	Контрольные вопросы к экзамену	
11	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	10	Контрольные вопросы к экзамену	
12	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	10	Контрольные вопросы к экзамену	

**Для очно-заочного отделения**

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достигаемых компетенций
1	2	3	4	5
1	Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы	1	Контрольные вопросы к экзамену	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2	Короткие замыкания в электрических цепях	7	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену	
3	Электрические контакты	4	Контрольные вопросы к экзамену	
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	4	Контрольные вопросы к экзамену	
5	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	7	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену	
6	Электрическая дуга и процесс коммутации	4	Контрольные вопросы к экзамену	
7	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	4	Контрольные вопросы к экзамену	
8	Электромеханические аппараты управления	4	Контрольные вопросы к экзамену	
9	Электромеханические аппараты высокого напряжения	8	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену	
10	Система управления силовых электронных аппаратов	3	Контрольные вопросы к экзамену	
11	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	4	Контрольные вопросы к экзамену	
12	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	4	Контрольные вопросы к экзамену	

## 8.1 Контроль самостоятельной работы

### Для очного и очно-заочного отделений

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1	Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы	2	Консультация по вопросам к экзамену	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2	Короткие замыкания в электрических цепях	7	Проверка расчетно-графической работы, к Консультация по вопросам к экзамену	
3	Электрические контакты	3,5	Консультация по вопросам к экзамену	
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	3,5	Консультация по вопросам к экзамену	
5	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	6,5	Проверка расчетно-графической работы, Консультация по вопросам к экзамену	
6	Электрическая дуга и процесс коммутации	3,5	Консультация по вопросам к экзамену	
7	Электрохимические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	3,5	Консультация по вопросам к экзамену	
8	Электрохимические аппараты управления	3,5	Консультация по вопросам к экзамену	
9	Электрохимические аппараты высокого напряжения	7,5	Проверка расчетно-графической работы, Консультация по вопросам к экзамену	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
10	Система управления силовых электронных аппаратов	4,5	Консультация по вопросам к экзамену	
11	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	4,5	Консультация по вопросам к экзамену	
12	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	4,5	Консультация по вопросам к экзамену	

### Для заочного отделения

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1	Короткие замыкания в электрических цепях	4	Проверка контрольной работы	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	4	Проверка контрольной работы	
3	Электрохимические аппараты высокого напряжения	4	Проверка контрольной работы	

## **9. *Использование рейтинговой системы оценки знаний***

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Электрические и электронные аппараты» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

### **Для очногоиочно-заочного отделений**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
Расчетно-графическая работа	1	36	60
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

### **Для заочного отделения**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
Контрольная работа	1	36	60
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

## ***10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины***

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## ***11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины***

### ***11.1 Основная литература***

При изучении дисциплины «Электрические и электронные аппараты» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
Щербаков, Е.Ф. Электрические аппараты [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. – 303 с.- Режим доступа: <a href="https://znanium.com/read?id=339680">https://znanium.com/read?id=339680</a> , по паролю ЭБС «ZnaniUM»	ЭБС «ZnaniUM» <a href="https://znanium.com/read?id=339680">https://znanium.com/read?id=339680</a> , Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
Гаврилов, Е.Н. Электрические аппараты распределительных устройств высокого напряжения: учеб.пособие / Е.Н.Гаврилов, И.Ф.Афлятунов; НХТИ .- Казань : Школа, 2019.- 114 с.	12 экз.в библиотечном отделе УНИЦ НХТИ
Гаврилов, Е.Н. Низковольтные электрические аппараты распределения и управления: учеб.пособие / Е.Н.Гаврилов, Е.В. Тумаева; НХТИ .- Казань : Школа, 2020.- 102 с.	12 экз. в библиотечном отделе УНИЦ НХТИ
Тумаева, Е.В. Высоковольтное электрооборудование электростанций и подстанций: учебное пособие / Е.В. Тумаева. – Нижнекамск: НХТИ ФГБОУ ВПО «КНИГУ», 2015. – 93 с.	23 экз в библиотечном отделе УНИЦ НХТИ

### 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
Абдуллин, А.М. Электротехническое материаловедение: учеб.пособие/НХТИ; А.М. Абдуллин. - Нижнекамск: НХТИ, 2016.- 119 с.	42 экз. в библиотечном отделе УНИЦ НХТИ
Тумаева, Е.В., Ганиев, Р.Н., Гаврилов, Е.Н. Элементы систем автоматики: учебное пособие / Е.В. Тумаева, Р.Н. Ганиев, Е.Н. Гаврилов. - Нижнекамск: НХТИ, 2015.-83 с.	8 экз. в библиотечном отделе УНИЦ НХТИ
Дубов, А.Л. Расчет токов короткого замыкания и токов замыкания на землю в системе электроснабжения промышленного предприятия: метод.указ. по выполнению курсовой работы по дисциплине "Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах"/А.Л.Дубов, Р.Н. Ганиев. - Нижнекамск: НХТИ, 2013.-40 с.	41 экз. в библиотечном отделе УНИЦ НХТИ

### 11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Электрические и электронные аппараты» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

ЭБС «ZnaniUM» – режим доступа: <https://znanium.com/>

### 11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№п.п	Адрес Интернет-ресурса	Информационные и справочные системы
1	2	3
1	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>	Федеральный портал «Российское образование»
2	<a href="http://www.fcior.edu.ru">http://www.fcior.edu.ru</a>	Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов
3	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
4	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека

**Согласовано:**

Зав. отделом по библиотечному  
обслуживанию



В.Я. Тарасова



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

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины «Электрические и электронные аппараты» используются:

*Лекционные и практические занятия:*

№213 «Лаборатория электрических и электронных аппаратов и релейной защиты», оснащенная:

Столы, стол преподавателя, скамьи, стулья, шкаф, доска ученическая, компьютер, настенный экран, проектор, сейф.

*Лабораторные занятия:*

№220 «Лаборатория электроснабжения», оснащенная:

Учебный стенд «Эксплуатация электрооборудования» (шкаф 3) включающий в себя комплект типового лабораторного оборудования «Электромонтаж и наладка шкафов управления», лабораторный автотрансформатор, электрические машины, трансформаторы тока, микропроцессорный блок управления электрическими двигателями с монтажной панелью, измерительные приборы, устройство защитного отключения, источник постоянного тока, коммутационные и защитные аппараты, датчики температуры (термометры), прибор измерения параметров электробезопасности МРІ 508.

*Самостоятельная работа:*

№306 «Кабинет для самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций, курсового и дипломного проектирования», оснащенный:

Персональными компьютерами с доступом к сети «Интернет» и необходимым программным обеспечением; принтером; копировальным аппаратом; сканером; 6 посадочными местами. Стол, стул стандарт, шкаф, сейф.

## **13. Образовательные технологии**

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий (12 часов – очная форма обучения, 6 часов – заочная форма обучения, 8 часов – очно-заочная форма обучения):

- работа в малых группах;
- разработка проекта (метод проектов);
- использование общественных ресурсов, социальные проекты и другие внеаудиторные методы обучения, например просмотр и обсуждение видеофильмов, экскурсии, приглашение специалиста, спектакли, выставки.