

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор

Д.Н. Земский

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.26 «Электрические и электронные аппараты»

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль/программа «Электроснабжение»

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная, 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	
	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	18	0,5
Лабораторные занятия	18	0,5	4	0,11	9	0,25
Контроль самостоятельной работы	54	1,5	12	0,33	45	1,25
Самостоятельная работа	36	1	143	3,97	63	1,75
Форма аттестации	Экзамен	Экзамен	Экзамен	Экзамен	Экзамен	Экзамен
(часы на контроль)	36	1	9	0,25	27	0,75
Всего	180	5	180	5	180	5

Нижекамск 2020 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 (2019 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 15 июня 2020 г. № 9

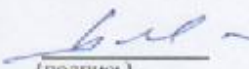
Зав. кафедрой


(подпись)

Е. В. Тумаева
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Начальник УМУ


(подпись)

Н.И. Никифорова
(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.22 «Электротехническое и конструкционное материаловедение»;
- 4) Б1.О.23 «Теоретические основы электротехники».

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

- 1) Б1.В.04 «Электрические станции и подстанции»;
- 2) Б1.В.05 «Электроснабжение»;
- 3) Б1.В.08 «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»;
- 4) Б1.В.10 «Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий»
- 5) Б1.В.13 «Электробезопасность в 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

ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Индикаторы достижения компетенции:

1) ОПК-2.1 - Знает основные законы естественнонаучных дисциплин, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

2) ОПК-2.2 - Умеет использовать основные методы естественнонаучных дисциплин, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

3) ОПК-2.3 - Владеет навыками практического использования законов естественнонаучных дисциплин, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

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	-	-	1	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

1	2	3	4	5	6	7	8	9
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
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

1	2	3	4	5	6	7	8	9
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
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	-	-	1	3	Контрольные вопросы к экзамену
2	Короткие замыкания в электрических цепях	4	1	-	-	5	7	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену
3	Электрические контакты	4	1	-	-	3	4	Контрольные вопросы к экзамену
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	4	1	4	-	3	4	Контрольные вопросы к экзамену

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	4	1	3	-	6	7	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену
6	Электрическая дуга и процесс коммутации	4	1	-	-	3	5	Контрольные вопросы к экзамену
7	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	4	2	4	9	3	5	Контрольные вопросы к экзамену
8	Электромеханические аппараты управления	4	2	3	-	3	5	Контрольные вопросы к экзамену
9	Электромеханические аппараты высокого напряжения	4	2	4	-	5	8	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену
10	Система управления силовых электронных аппаратов	4	2	-	-	4	5	Контрольные вопросы к экзамену
11	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	4	2	-	-	4	5	Контрольные вопросы к экзамену
12	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	4	2	-	-	4	5	Контрольные вопросы к экзамену
	Итого	4	18	18	9	45	63	
	Форма аттестации (часы на контроль)						Экзамен 27	

5. Содержание лекционных занятий по темам

Для очного отделения

№ 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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

1	2	3	4	5	6
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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-Вольтовая характеристика контактов. Сваривание контактов. Контактные материалы. Силы Двайта и способы их компенсации в электрических аппаратах.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

1	2	3	4	5	6
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	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

1	2	3	4	5	6
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	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

Для заочного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенций.
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	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

1	2	3	4	5	6
2	Электроме- ханиче- ские аппараты управления	2	Электроме- ханиче- ские 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. Электроме- ханические датчики: активные и пассивные. Комму- тационные аппараты ручного управления: микропереключатели, тумблеры, кнопочные и поворотные выключатели.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3	Электроме- ханиче- ские аппараты высокого напряжения	3	Электроме- ханиче- ские 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 электроме- ханических аппаратов высокого напряжения.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

Для очно-заочного отделения

№ 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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

1	2	3	4	5	6
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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-Вольтовая характеристика контактов. Сваривание контактов. Контактные материалы. Силы Двайта и способы их компенсации в электрических аппаратах.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

1	2	3	4	5	6
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	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

1	2	3	4	5	6
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	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

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	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	3	ПР №2 Рассчитать электродинамические усилия между проводниками	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3	Электрохимические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	4	ПР №3 Выбрать электрические аппараты низкого напряжения	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4	Электрохимические аппараты управления	3	ПР №4 Выбрать электрические аппараты управления	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5	Электрохимические аппараты высокого напряжения	4	ПР №5 Выбрать электрические аппараты высокого напряжения	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

Для заочного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Индикаторы достигаемых компетенций
1	2	3	4	5
1	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	1	ПР №3 Выбрать электрические аппараты низкого напряжения	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2	Электромеханические аппараты управления	1	ПР №4 Выбрать электрические аппараты управления	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3	Электромеханические аппараты высокого напряжения	2	ПР №5 Выбрать электрические аппараты высокого напряжения	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

Для очно-заочного 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	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	3	ПР №2 Рассчитать электродинамические усилия между проводниками	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	4	ПР №3 Выбрать электрические аппараты низкого напряжения	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4	Электромеханические аппараты управления	3	ПР №4 Выбрать электрические аппараты управления	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5	Электромеханические аппараты высокого напряжения	4	ПР №5 Выбрать электрические аппараты высокого напряжения	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

7. Содержание лабораторных занятий

Для очного 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	10	ЛР №1 «Исследование нереверсивной схемы управления асинхронного электродвигателя» ЛР №2 «Исследование реверсивной схемы управления асинхронного электродвигателя»	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

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»	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

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»	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

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	9	ЛР №1 «Исследование нереверсивной схемы управления асинхронного электродвигателя» ЛР №2 «Исследование реверсивной схемы управления асинхронного электродвигателя»	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

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	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2	Короткие замыкания в электрических цепях	5	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3	Электрические контакты	2	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	2	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

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

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	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2	Короткие замыкания в электрических цепях	15	Контрольная работа, контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3	Электрические контакты	14	Контрольные вопросы к зачету	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	14	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	14	Контрольная работа, контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6	Электрическая дуга и процесс коммутации	14	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	10	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
8	Электромеханические аппараты управления	10	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
9	Электромеханические аппараты высокого напряжения	10	Контрольная работа, контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

1	2	3	4	5
10	Система управления силовых электронных аппаратов	10	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
11	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	10	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
12	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	10	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

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	3	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2	Короткие замыкания в электрических цепях	7	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3	Электрические контакты	4	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	4	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	7	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6	Электрическая дуга и процесс коммутации	5	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7	Электрохимические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	5	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
8	Электрохимические аппараты управления	5	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
9	Электрохимические аппараты высокого напряжения	8	Расчетно-графическая работа, контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
10	Система управления силовых электронных аппаратов	5	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
11	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	5	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
12	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	5	Контрольные вопросы к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

8.1 Контроль самостоятельной работы

Для очного отделения

№ 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	1	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2	Короткие замыкания в электрических цепях	7	Проверка расчетно-графической работы, к Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3	Электрические контакты	3,5	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	3,5	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	6,5	Проверка расчетно-графической работы, Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6	Электрическая дуга и процесс коммутации	3,5	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7	Электрохимические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	3,5	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
8	Электрохимические аппараты управления	3,5	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
9	Электрохимические аппараты высокого напряжения	7,5	Проверка расчетно-графической работы, Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
10	Система управления силовых электронных аппаратов	4,5	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
11	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	4,5	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
12	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	4,5	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

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	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	4	Проверка контрольной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

1	2	3	4	5
3	Электромеханические аппараты высокого напряжения	4	Проверка контрольной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

Для очно-заочного отделения

№ 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	1	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2	Короткие замыкания в электрических цепях	5	Проверка расчетно-графической работы, к Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3	Электрические контакты	3	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4	Тепловые процессы в электрических аппаратах	3	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	6	Проверка расчетно-графической работы, к Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6	Электрическая дуга и процесс коммутации	3	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии низкого напряжения	3	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
8	Электромеханические аппараты управления	3	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
9	Электромеханические аппараты высокого напряжения	5	Проверка расчетно-графической работы, к Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
10	Система управления силовых электронных аппаратов	4	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
11	Статические коммутационные аппараты и регуляторы постоянного тока	4	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
12	Статические коммутационные аппараты и регуляторы переменного тока	4	Консультация по вопросам к экзамену	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

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 очного отделения

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

Для заочного отделения

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

Для очно-заочного отделения

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Расчетно-графическая 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.
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 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 УНИЦ НХТИ
Тумаева, Е.В. Высоковольтное электрооборудование электростанций и подстанций: учебное пособие / Е.В. Тумаева. – Нижнекамск: НХТИ ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2015. – 93 с.	23 экз в 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 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 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 УНИЦ НХТИ

11.3 Электронные источники информации

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

Электронная библиотека УНИЦ НХТИ – режим доступа: <http://nchti.ru/ft/>

11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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