

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Факультет приборостроения, электротехнических
и биотехнических систем
Кафедра электромеханики**

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись)

« 18 »

Тарасенко О.В.



2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрические аппараты»

По направлению подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль: «Электромеханика»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические аппараты» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. – 32 с.

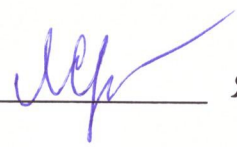
Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические аппараты» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 144 с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами МИНОБРНАУКИ РОССИИ № 1456 от 26.11.2020 г., № 83 от 08.02.2021 г., №662 от 19.07.2022).

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электромеханики
« 14 » 04 20 23 года, протокол № 6-1.

Заведующий кафедрой  Яковенко В.В.

Переутверждена: « ____ » ____ 20 ____ года, протокол № ____.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии
факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем
« 18 » 04 20 23 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета приборостроения,
электротехнических и биотехнических систем  Яременко С.П.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины - овладение студентами основами теории и расчета электрических аппаратов (ЭА), методами анализа физических явлений, происходящих в ЭА, изучение конструкций, характеристик, технических возможностей и назначения основных типов ЭА, приобретение навыков экспериментального исследования, выбора, эксплуатации и наладки ЭА.

Задачи:

- изучение конструкций и принципов действия основных типов электрических аппаратов;
- изучение основ физических явлений, имеющих место при работе электрических аппаратов;
- освоение основных методов количественной и качественной оценки физических явлений в электрических аппаратах;
- освоение проектирования электрических аппаратов;
- изучение технологии изготовления и возможности их использования, приобретение опыта определения важнейшие характеристики основных типов электрических аппаратов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электрические аппараты» относится к вариативной части цикла профессиональной подготовки.

знания:

специальную терминологию на иностранном языке, используемую в научных текстах, структурирование дискурса, основные приемы перевода специального текста; меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности, оценку риска; по каким критериям и как выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности.

умения:

соотносить профессиональную лексику на иностранном языке с соответствующим определением на русском языке; оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности; выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности.

навыки:

практического решения социально-коммуникативных задач в различных областях иноязычной деятельности; оценки риска и определения меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности; выбора серьезных и проектирования новых объектах профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины «Электрические аппараты». Является основой для изучения следующих дисциплин: «Теория электропривода», «Теория автоматического управления и автоматика в электромеханике», «Основы автоматического проектирования электромеханических систем», «Специальные электрические аппараты».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ПК ОПК-4.1. Способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научно-технической литературы и информационных материалов по тематике исследования; ОПК-4.2. Способен подготовить исходные данные для математического описания физики процесса в электрических цепях и электрических машинах с учетом их назначения и элементной базы; ОПК-4.3. Способен адекватно применить математический инструментарий при моделировании электрических цепей и электрических машин.	Знать: методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока; методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока; основы теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами; принцип действия электронных устройств; Уметь: анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использовать знания их режимов работы и характеристик; применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов; Владеть: навыками количественной оценки изменений электромагнитных переменных, прогнозирования функционирования электрической цепи или электротехнического устройства при изменении этих переменных, а также управляющих и возмущающих воздействий; формулирования требований к простейшим электромагнитным устройствам, определения их характеристик и параметров.

ПК-02. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-02.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности; ПК-02.2. Демонстрирует знание требований законодательных, нормативно-правовых актов и нормативно-технической литературы Российской Федерации, основных видов энергоресурсов, способов преобразования их в электрическую и тепловую энергию, расчетов основных типов энергетических установок объектов профессиональной деятельности. ПК-02.3. Демонстрирует знание и применяет систему автоматизированного проектирования и программы для выполнения графических и текстовых разделов проектов систем объектов профессиональной деятельности	Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования; Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации; Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности.
ПК-04. Способен решать производственно-технологические задачи при производстве и монтаже объектов профессиональной деятельности	ПК-04.1. Демонстрирует знания требований законодательных, нормативноправовых актов и нормативотехнической литературы Российской Федерации, технологии монтажа, наладки энергетического, электротехнического оборудования и передового опыта в области эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования; ПК-04.2. Производит выдачу производственных заданий персоналу, контролирует их выполнение и осуществляет проверку качества выполняемых работ по монтажу, наладке, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования; ПК-04.3. Использует правила электробезопасности при эксплуатации электроустановок	Знать: требуемые режимы работы объектов профессиональной деятельности; Уметь: рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности; Владеть: навыками подготовки технологических карт на производство и монтаж объектов профессиональной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	360 (10 зач. ед)	360 (10 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	187	36
Лекции	68	12
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	51	12
Лабораторные работы	68	12
Курсовая работа (курсовой проект)	36	36
Другие формы и методы организации образовательного процесса: индивидуальное задание	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	173	324
ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ	КП, экзамен	КП, экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 1

ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Тема 1. Цель и задачи курса, связь его с другими дисциплинами. Краткие исторические сведения о развитии науки об электрических аппаратах (ЭА).

Цель и задачи курса, связь его с другими дисциплинами. Краткие исторические сведения о развитии науки об электрических аппаратах (ЭА). Классификация ЭА и их защитных оболочек. Требования, предъявляемые к ЭА.

Тема 2. Электромагниты. Общие сведения о магнитных цепях аппаратов.

Общие сведения о магнитных цепях аппаратов. Требования к материалам для магнитных цепей аппаратов. Обмотки электромагнитов.

Тема 3. Расчеты магнитных цепей электромагнитов.

Расчет потоков рассеяния и индуктивности катушек без учета сопротивления стали. Расчет магнитной цепи с учетом магнитного сопротивления стали без учета потока рассеяния. Расчет магнитной цепи с учетом магнитного сопротивления стали и потоков рассеяния. Магнитная цепь электромагнитов переменного тока. Магнитная система без активных потерь в стали и насыщения. Учет потерь в стали магнитопровода.

Тема 4. Сила тяги и динамика электромагнитов

Энергетический баланс электромагнита постоянного тока. Сила тяги электромагнитов постоянного и переменного тока. Динамика и время срабатывания электромагнитов.

Тема 5. Электродинамические усилия (ЭДУ) в ЭА.

Природа возникновения ЭДУ. Расчеты ЭДУ. Динамическая стойкость ЭА

Тема 6. Нагрев ЭА.

Источники тепла в ЭА. Способы передачи тепла в ЭА. Нагрев ЭА при различных режимах работы. Допустимая температура различных частей ЭА. Термическая стойкость.

Тема 7. Электрические контакты

Общие сведения. Переходное сопротивление контактов. Режимы работы контактов. Материалы контактов. Основные параметры контактов. Конструкции контактов ЭА.

Семестр 2.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ

Тема 8. Реле. Общие сведения.

Классификация, основные характеристики и требования к реле. Устройство и принцип действия реле.

Тема 9. Электромагнитные и индукционные токовые реле.

Назначение, устройство, принцип действия, параметры и характеристики.

Тема 10. Поляризованные реле

Назначение, устройство, принцип действия, параметры и характеристики.

Тема 11. Тепловые реле

Назначение, устройство, принцип действия, параметры и характеристики.

Тема 12. Контактторы

Назначения устройство, принцип действия. Категории применения контакторов. Основные технические параметры контакторов. Контактторы постоянного и переменного тока, особенности их конструкций. Выбор контакторов.

Тема 13. Магнитные пускатели

Назначение, устройство, принцип действия. Серии магнитных пускателей. Тиристорный пускатель. Схемы управления асинхронными электродвигателями с помощью пускателей.

Тема 14. Плавкие предохранители

Назначение, устройство и принцип действия. Защитная характеристика и основные параметры. Плавкие вставки. Металлургический эффект. Материалы плавких вставок. Выбор предохранителей.

Тема 15. Электрические аппараты с магнитоуправляемыми контактами

Устройство, принцип действия, характеристики герконовых реле. Конструктивные разновидности герконовых реле. Токовые реле с герконами. Герконовые реле с магнитной памятью. Гезакон. Герсикон.

Тема 16. Автоматические выключатели

Назначение, устройство, принцип действия. Классификация автоматов. Токоведущая цепь и дугогасительная система автоматов. Приводы, расцепляющие устройства и расцепители автоматов. Серии автоматов. Выбор автоматов.

Тема 17. Автоматические регуляторы и стабилизаторы

Общие сведения. Регулирование напряжения генераторов. Конструкции регуляторов и стабилизаторов.

4.3. Лекции

1 семестр

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Цель и задачи курса, связь его с другими дисциплинами. Краткие исторические сведения о развитии науки об электрических аппаратах (ЭА).	2	1
2	Электромагниты. Общие сведения о магнитных цепях аппаратов.	2	
3	Расчеты магнитных цепей электромагнитов постоянного тока.	10	1
4	Сила тяги электромагнитов. Динамика работы электромагнитов.	6	1
5	Электродинамические усилия (ЭДУ) в ЭА.	4	1
6	Нагрев ЭА.	4	1
7	Электрические контакты.	6	1
ИТОГО:		34	6

2 семестр

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
8	Реле.	2	1
9	Электромагнитные и индукционные токовые реле.	4	
10	Поляризованные реле.	4	
11	Тепловое реле.	2	1
12	Контакты	4	
13	Магнитные пускатели.	4	1
14	Плавкие предохранители	4	1
15	Электрические аппараты с магнитоуправляемыми контактами	4	1
16	Автоматические выключатели	4	1
17	Автоматические регуляторы и стабилизаторы	2	
Итого:		34	6

4.4. Практические занятия

1 семестр

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Вводное занятие. Выдача задания на курсовой проект (КП). Требования к курсовому проекту. Разработка конструкции электромагнита.	4	1
2	Расчеты магнитных проводимостей воздушных промежутков электромагнита.	4	
3,4	Расчеты магнитной цепи электромагнита.	4	1
5	Расчеты статических тяговых характеристик электромагнита.	4	2
6	Расчеты обмоток электромагнита.	4	
7	Тепловые расчеты обмоток.	4	2
8	Расчеты массы электромагнита.	4	
9	Выполнение графической части проекта.	6	
Итого:		34	6

2 семестр

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Расчеты ЭДУ	2	1
2,3	Тепловые расчеты элементов конструкции ЭА	4	2
4	Расчеты сопротивлений контактов	2	
5,6	Расчеты магнитных цепей ЭА	4	2
7	Выбор предохранителей	2	1
8	Выбор тепловых реле	2	
9	Выбор магнитных пускателей	1	
Итого:		17	6

4.5. Лабораторные занятия

1 семестр

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности.	2	2
2,3	Исследование магнитных проводимостей воздушных зазоров.	4	
4,5	Исследование тяговых характеристик клапанного электромагнита постоянного тока.	4	
6,7	Исследование тяговых характеристик броневое электромагнита постоянного тока.	4	
8,9	Исследование электромагнита переменного тока.	4	2
10,11	Исследование электродинамических усилий между двумя параллельными шинами конечной длины прямоугольного сечения.	4	
12,13	Исследование электродинамических усилий между двумя дисковыми реакторами.	4	
14,15	Исследование нагрева катушек электрических аппаратов при различных режимах работы.	4	2
16	Исследование переходного сопротивления контактов	4	
17	Заключительное занятие	2	
Итого:		34	6

2 семестр

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Исследование реле напряжения	2	2
2	Исследование электромагнитного токового реле.	2	
3	Исследование индукционного токового реле.	2	
4,5	Исследование поляризованных реле.	4	
6	Исследование реле времени с электромагнитным замедлением.	2	2
7,8	Исследование электромеханических реле времени.	4	
9,10	Исследование магнитного пускателя.	4	
11,12	Исследование терморегулятора при различных режимах работы	4	
13,14	Исследование плавких вставок предохранителей.	4	2
15,16	Исследование герконовых реле.	4	
17	Исследование пуско-защитного реле	2	
Итого:		34	6

4.6. Самостоятельная работа студентов

1 семестр

№	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Курсовой проект (КП)	выполнение КП и проработка вопросов для защиты КП	19	34
2	Материалы магнитопроводов ЭА	подготовка к практич. и лабораторным занятиям, оформление отчетов	19	34
3	Обмоточные провода	подготовка к практич. и лабораторным занятиям, оформление отчетов	19	32
4	Магнитные усилители	изучение теоретического материала	19	32
5	Расчеты магнитных цепей	подготовка к практич. и лабораторным занятиям, оформление отчетов	19	32
6	Коммутация электрических цепей	изучение теоретического материала	19	34
Итого:			114	198

2 семестр

№	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Реле автоматики и защиты	подготовка к практич. и лабораторным занятиям, оформление отчетов	14	37
2	Датчики	изучение теоретического материала	14	36
3	ЭА высокого напряжения	изучение теоретического материала	14	30
4	Электрические аппараты с магнитоуправляемыми контактами	подготовка к практич. и лабораторным занятиям, оформление отчетов	17	23
Итого:			59	126

4.7. Курсовые работы/проекты.

4.7.1. Курсовой проект

Курсовой проект выполняется в пятом семестре параллельно с изучением лекционного материала на тему: «Проектирование электромагнита постоянного тока»

Курсовой проект представляет собой расчет и проектирование электромагнита, в процессе выполнения которого производится: расчет магнитных проводимостей воздушных зазоров; определение коэффициентов

выпучивания рабочего зазора и коэффициентов рассеяния магнитной системы; определение магнитодвижущей силы (МДС) обмотки; расчет катушки (определение диаметра провода, числа витков, создаваемой МДС, сопротивления, потребляемой мощности); расчет магнитной цепи; определение магнитного потока в рабочем зазоре; расчет и построение тяговой характеристики спроектированного электромагнита. Выполнение курсового проекта предусматривает использование компьютера.

Графическая часть содержит 2 листа формата А1, на которых приведены сборочный чертеж общего вида электромагнита постоянного тока, сборочные единицы и детали. Также студентами делается спецификация к общему виду электромагнита и сборочным единицам.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, методические указания по курсовому проектированию, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям.

Работа в команде: каждая лабораторная работа выполняется несколькими студентами совместно в бригадах по 4-5 чел. Для каждой бригады имеется свое задание, общее для студентов этой бригады. Кроме этого каждый студент получает свое индивидуальное задание к лабораторной работе, что позволяет мотивировать каждого студента на совместную работу в команде.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- вопросы к лабораторным работам;
- вопросы для защиты курсового проекта;
- вопросы к экзамену.

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме и письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задачи). Студентам, выполнившим 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационные ведомости и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенные в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
------------------	--

отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендуемую литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в излагаемых ответах в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Абрамов Е.Ю., Электрические и электронные аппараты : учебно-методическое пособие / Абрамов Е.Ю. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 48 с. - ISBN 978-5-7782-3211-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232112.html>. - Режим доступа : по подписке.

2. Акимов Е.Г., Выбор и применение низковольтных электрических аппаратов распределения, управления и автоматики / Е.Г. Акимов, Ю.С. Коробков, В.П. Соколов, Е.В. Таланов; под ред. Е.Г. Акимова и Ю.С. Коробкова - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01035-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010358.html>. - Режим доступа : по подписке.

3. Электрические аппараты : учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 250 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-9715-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblioonline.ru/bcode/397673>.

б) дополнительная литература:

1. Загирняк М.В., Кузнецов Н.И. Электрические аппараты: Учебное пособие. – Луганск: Издательство ВНУ им. Даля, 2006. – 320 с.

2. Герасимова В.Г., Электротехнический справочник Т.2: Электротехнические изделия и устройства / Герасимова В.Г. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01174-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011744.html>. - Режим доступа : по подписке.

в) методические рекомендации:

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электрические аппараты», часть 1 (для студентов, обучающихся по специальностям «Электрические машины и аппараты» и «Электробытовая техника») / Сост.: Н.И. Кузнецов (учебно-методическое пособие). - Луганск: Изд-во Луганского ун-та им. В. Даля: 2015. - 36 с.

2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электрические аппараты», часть 1 (для студентов, обучающихся по специальностям «Электрические машины и аппараты» и «Электробытовая техника») / Сост.: Н.И. Кузнецов (учебно-методическое пособие). - Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. - 37 с.

3. Загирняк М.В., Кузнецов Н.И. Электрические аппараты: Учебное пособие. – Луганск: Издательство ВНУ им. Даля, 2006. – 320 с.

г) интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

9. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

10. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

11. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

12. Электрические и электронные аппараты. [Электронный ресурс]: Учебник для вузов./Под редакцией д.т. н., проф. Разанова Ю.К. - М.: Информэлектро, 1998. - 752с. - http://www.studmed.ru/rozanov-yuk-elektricheskie-i-elektronnye-apparaty_33e77fbddc2.html

13. Чунихин А.А. Электрические аппараты. [Электронный ресурс]: Общий курс: учеб. пособие для вузов./Под редакцией А.А. Чунихин - 3-ое изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 720 с. - <http://mexalib.com/download/16591>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Электрические аппараты» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: аудитория, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Практические занятия: аудитория, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лабораторные работы: лаборатория электрических аппаратов, оснащенная специализированными лабораторными стендами, плакаты со схемами лабораторных работ, шаблоны отчетов по лабораторным работам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/

Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Программа трехмерного проектирования	КОМПАС-3D v18.1	https://kompas.ru/kompas-3d/download/
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Электрические аппараты»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1. Способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научно-технической литературы и информационных материалов по тематике исследования; ОПК-4.2. Способен подготовить исходные данные для математического описания физики процесса в электрических цепях и электрических машинах с учетом их назначения и элементной базы; ОПК-4.3. Способен адекватно	Тема 1 Цель и задачи курса, связь его с другими дисциплинами. Краткие исторические сведения о развитии науки об электрических аппаратах (ЭА).	5
				Тема 2. Электромагниты. Общие сведения о магнитных цепях аппаратов.	5
				Тема 3. Расчеты магнитных цепей электромагнитов постоянного тока.	5
				Тема 4. Сила тяги электромагнитов. Динамика работы электромагнитов.	5
				Тема 5. Электродинамические усилия (ЭДУ) в ЭА.	5

			применить математический инструментарий при моделировании электрических цепей и электрических машин.	Тема 6. Нагрев ЭА.	5
				Тема 7. Электрические контакты.	5
				Тема 8. Реле.	6
				Тема 9. Электромагнитные и индукционные токовые реле.	6
				Тема 10. Поляризованные реле.	6
				Тема 11. Тепловое реле.	6
				Тема 12. Контактторы	6
				Тема 13. Магнитные пускатели.	6
				Тема 14. Плавкие предохранители	6
				Тема 15. Электрические аппараты с магнитоуправляемыми контактами	6
				Тема 16. Автоматические выключатели	6
				Тема 17. Автоматические регуляторы и стабилизаторы	6
2	ПК-02	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-02.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности; ПК-02.2. Демонстрирует знание требований законодательных, нормативно-правовых актов и нормативно-технической литературы Российской Федерации, основных видов энергоресурсов, способов	Тема 2. Электромагниты. Общие сведения о магнитных цепях аппаратов.	5
				Тема 3. Расчеты магнитных цепей электромагнитов постоянного тока.	5
				Тема 4. Сила тяги электромагнитов. Динамика работы электромагнитов.	5
				Тема 5. Электродинамические усилия (ЭДУ) в ЭА.	5
				Тема 6. Нагрев ЭА.	5

			преобразования их в электрическую и тепловую энергию, расчетов основных типов энергетических установок объектов профессиональной деятельности. ПК-02.3. Демонстрирует знание и применяет систему автоматизированного проектирования и программы для выполнения графических и текстовых разделов проектов систем объектов профессиональной деятельности	Тема 7. Электрические контакты.	5
				Тема 8. Реле.	6
				Тема 9. Электромагнитные и индукционные токовые реле.	6
				Тема 10. Поляризованные реле.	6
				Тема 12. Контактторы	6
				Тема 13. Магнитные пускатели.	6
				Тема 14. Плавкие предохранители	6
				Тема 15. Электрические аппараты с магнитоуправляемыми контактами	6
				Тема 16. Автоматические выключатели	6
				Тема 17. Автоматические регуляторы и стабилизаторы	6
3	ПК-04	Способен решать производственные технологические задачи при производстве и монтаже объектов профессиональной деятельности	ПК-04.1. Демонстрирует знания требований законодательных, нормативно-правовых актов и нормативно-технической литературы Российской Федерации, технологии монтажа, наладки энергетического, электротехнического оборудования и передового опыта в области эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования; ПК-04.2. Производит выдачу производственных	Тема 2. Электромагниты. Общие сведения о магнитных цепях аппаратов.	5
				Тема 8. Реле.	6
				Тема 9. Электромагнитные и индукционные токовые реле.	6
				Тема 10. Поляризованные реле.	6
				Тема 12. Контактторы	6
				Тема 13. Магнитные пускатели.	6
				Тема 14. Плавкие предохранители	6
				Тема 15. Электрические аппараты с магнитоуправляемыми	6

			заданий персоналу, контролирует их выполнение и осуществляет проверку качества выполняемых работ по монтажу, наладке, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования; ПК-04.3. Использует правила электробезопасности при эксплуатации электроустановок	контактами	
				Тема 16. Автоматические выключатели	6
				Тема 17. Автоматические регуляторы и стабилизаторы	6

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-4	ОПК-4.1. Способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научно-технической литературы и информационных материалов по тематике исследования; ОПК-4.2. Способен подготовить исходные данные для математического описания физики процесса в электрических цепях и электрических машинах с учетом их назначения и элементной базы; ОПК-4.3. Способен адекватно применить математический инструментарий при моделировании электрических цепей	Знать: методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока; методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока; основы теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами; принцип действия электронных устройств; Уметь: анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использовать знания их режимов работы и характеристик; применять знания функций и основных характеристик	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10 Тема 11 Тема 12 Тема 13 Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17	Вопросы к лабораторным работам, вопросы для контроля выполнения курсового проекта и вопросы к экзаменам

		и электрических машин.	электрических и электронных аппаратов; Владеть: навыками количественной оценки изменений электромагнитных переменных, прогнозирования функционирования электрической цепи или электротехнического устройства при изменении этих переменных, а также управляющих и возмущающих воздействий; формулирования требований к простейшим электромагнитным устройствам, определения их характеристик и параметров.		
2	ПК-02	ПК-02.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности; ПК-02.2. Демонстрирует знание требований законодательных, нормативно-правовых актов и нормативно-технической литературы Российской Федерации, основных видов энергоресурсов, способов преобразования их в электрическую и тепловую энергию, расчетов основных типов энергетических установок объектов профессиональной деятельности.	Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования; Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации; Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности.	Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10 Тема 12 Тема 13 Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17	Вопросы к лабораторным работам, вопросы для контроля выполнения курсового проекта и вопросы к экзаменам

		ПК-02.3. Демонстрирует знание и применяет систему автоматизированного проектирования и программы для выполнения графических и текстовых разделов проектов систем объектов профессиональной деятельности			
3	ПК-04	ПК-04.1. Демонстрирует знания требований законодательных, нормативноправовых актов и нормативнотехнической литературы Российской Федерации, технологии монтажа, наладки энергетического, электротехнического оборудования и передового опыта в области эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования; ПК-04.2. Производит выдачу производственных заданий персоналу, контролирует их выполнение и осуществляет проверку качества выполняемых работ по монтажу, наладке, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования; ПК-04.3. Использует правила электробезопасности	Знать: требуемые режимы работы объектов профессиональной деятельности; Уметь: рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности; Владеть: навыками подготовки технологических карт на производство и монтаж объектов профессиональной деятельности.	Тема 2 Тема 8 Тема 9 Тема10 Тема 12 Тема 13 Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17	Вопросы к лабораторным работам , вопросы для контроля выполнения курсового проекта и вопросы к экзаменам

		при эксплуатации электроустановок			
--	--	--------------------------------------	--	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Электрические аппараты»

Оценочные средства для текущей аттестации (лабораторная работа):

Вопросы к лабораторным работам:

1. Какие существуют методы расчета электродинамических усилий?
2. В каких единицах измеряется электродинамическая сила, действующая в электрических аппаратах?
3. Какой формулой выражается закон Био-Саварра-Лапласа?
4. Как производится расчет сил между двумя параллельными проводниками?
5. Что такое коэффициент геометрии контура и как он определяется?
6. Как учитывается влияние формы поперечного сечения проводника на величину электродинамических усилий?
7. Как оценить электродинамическую устойчивость электрического аппарата?
8. Определите направление ЭДУ, действующих между параллельными проводниками при протекании токов в них: в одну сторону; в разные стороны.
9. Определите направление ЭДУ в проводнике изогнутом под углом $\frac{\pi}{2}$.
10. Как расчетным путем определить среднюю величину электродинамической силы взаимодействия между реакторами?
11. Как определить взаимную индуктивность реакторов?
12. Определите направление ЭДУ в одном витке.
13. Определите направление действующих в реакторе ЭДУ.
14. Как определить величину индуктивного сопротивления реактора с учетом взаимоиндуктивности?
15. Что называется перемежающимся, повторно-кратковременным и кратковременным режимом работы?
16. В каких единицах измеряется коэффициент теплоотдачи?
17. Как определить превышение температуры нагрева аппарата над температурой окружающей среды при длительном режиме работы?
18. Какие методы применяются для измерения температуры нагрева катушки? Какой из них используется в данной работе?
19. Что понимается под постоянной времени нагрева?
20. Что называется электрическим контактом?
21. Что называют переходным сопротивлением контакта?
22. От чего зависит переходное сопротивление контакта?
23. Как влияет на переходное сопротивление состояние контактируемых поверхностей?
24. Как влияет температура нагрева на переходное сопротивление?
25. Как определяется экспериментально величина магнитного потока в воздушном зазоре?

26. Как определяется экспериментально магнитная проводимость области зазора, заключенного между торцами полюсов?
27. Как определяется экспериментально проводимость зазора потокам выпучивания?
28. Как экспериментально определяется проводимость зазора потокам с боковых поверхностей полюсов?
29. Как измеряется разность магнитных потенциалов между полюсами?
30. В чем заключается физическая сущность метода Ротерса?
31. Как записывается закон Ома для магнитной цепи?
32. Для чего применяются электромагниты?
33. Какие требования предъявляются к статическим тяговым характеристикам электромагнитов?
34. Каковы последствия наличия потоков рассеяния?
35. Какие допущения делаются при расчете тяговой силы электромагнита и с какой целью?
36. По каким формулам определяются тяговые силы электромагнитов броневого и клапанного типа?
37. Как классифицируются реле?
38. Какие параметры реле являются статистическими, а какие динамическими?
39. Как устроено реле напряжения?
40. Как определить коэффициент возврата реле?
41. Какова зависимость напряжения срабатывания, отпускания и коэффициента возврата от натяжения противодействующей пружины?
42. Как зависит время срабатывания от значения подаваемого на катушку реле напряжения?
43. Как зависит время отпускания от силы противодействующей пружины?
44. Какое влияние оказывает электромагнитная постоянная цепи на время срабатывания реле?
45. Где применяются максимально-токовые реле?
46. Пояснить конструкцию электромагнитного максимально-токового реле.
47. Пояснить конструкцию индукционного максимально-токового реле.
48. Построить векторную диаграмму реле.
49. От чего зависит тяговый момент реле?
50. Для чего в электромагнитном реле применяют короткозамкнутые витки?
51. Как осуществляется регулировка выдержки времени в изученных реле?
52. Чем отличается поляризованное реле от нейтрального электромагнитного?
53. Какие существуют виды магнитных цепей поляризованных электромагнитов?
54. Как происходит распределение поляризующего потока в параллельной магнитной цепи?
55. От чего зависит направление магнитного потока реле?

56. В каких пределах находятся выдержки времени реле для схем автоматического управления приводом, защиты энергосистем и автоматизации технологических процессов?

57. Как осуществляется точная регулировка выдержки времени реле с электромагнитным замедлением?

58. Какой тип реле времени применяется для создания выдержки времени в 20... 30 мин?

59. Какой аппарат называется магнитным пускателем?

60. Какая существует классификация магнитных пускателей по назначению?

61. Какая блокировка существует в магнитном пускателе?

62. Как осуществляется реверс электродвигателя реверсивным пускателем?

63. Из каких элементов состоит магнитный пускатель?

64. Для чего нужен короткозамкнутый виток на полюсе электромагнита?

65. Дать определение предохранителя,

66. Из каких основных элементов состоит предохранитель?

67. Какая существует классификация предохранителей?

68. Какие основные требования предъявляют к предохранителям?

69. От чего зависит температура предохранителя в установившемся режиме?

70. Что такое номинальный и пограничный ток предохранителя, от чего они зависят?

71. От чего зависят время плавления и постоянные времени в установившемся режиме?

72. В чем заключается согласование время-токовых характеристик предохранителя и защищаемого объекта?

73. Что такое "металлургический эффект" и как он влияет на время-токовую характеристику по данным эксперимента?

74. Устройство и принцип действия герконов и реле на их основе.

75. Конструктивные особенности переключающих и мощных герконов.

76. Конструкция и технические данные изучаемых в данной работе типов герконов и реле на их основе.

77. Противодействующая и тяговая характеристика герконовых реле.

78. Особенности процесса срабатывания герконовых реле.

79. Устройства и принцип действия ферридов.

80. Сравнительная характеристика основных технических данных герконовых и обычных электрических реле.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству текущего контроля
(лабораторная работа)**

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, нет погрешностей в оформлении работы.
хорошо (4)	задания лабораторной работы выполнены с несущественными недочетами или неточностями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями, присутствуют некоторые погрешности в оформлении.
удовлетворительно (3)	выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями, допущено небрежность и неточность у оформления.
незачтено (2)	Студентом допущены серьезные ошибки по содержанию работы или задания лабораторной работы выполнены неправильно; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

**Оценочные средства для промежуточной аттестации (курсовой проект):
вопросы к курсовому проекту:**

1. Дайте определение электромагнита (ЭМ).
2. Для чего используются электромагниты?
3. Назовите основные элементы электромагнита.
4. Назовите основные элементы магнитопровода электромагнита.
5. Дайте определение основных элементов магнитопровода электромагнита.
6. Из какого материала изготовлен магнитопровод?
7. Для чего предназначена намагничивающая катушка?
8. Для чего предназначен якорь?
9. Для чего предназначен полюсный наконечник?
10. Для чего предназначено ярмо (скоба)?
11. Для чего предназначен сердечник?
12. Для чего предназначена возвратная пружина?
13. Для чего предназначен винт упорный?
14. Что такое рабочий воздушный зазор?
15. Чем и как регулируется величина рабочего воздушного зазора?
16. Что такое нерабочий (паразитный) воздушный зазор?
17. Чем обусловлено наличие нерабочих воздушных зазоров?
18. Какова роль нерабочих воздушных зазоров?
19. Что такое немагнитный зазор?
20. Что такое немагнитный зазор в притяннутом положении якоря?
21. Чем обусловлено наличие немагнитных зазоров в электромагнитах?

22. Каковы, обычно, численные значения немагнитного зазор в притянутаом положении якоря электромагнита?

23. Чем создается в электромагните магнитодвижущая сила (МДС)?

24. Чем создается в электромагните намагничивающая сила (НС)?

25. Назовите единицы измерения магнитодвижущей силы (МДС) и намагничивающей силы (НС).

26. Чем создается магнитный поток?

27. Назовите единицы измерения магнитного потока , магнитной индукции, разности магнитных потенциалов, напряженности магнитного поля.

28. Нарисуйте примерную картину потокораспределения в проектируемом электромагните.

29. Что понимается под рабочим магнитным потоком?

30. Что понимается под магнитными потоками рассеяния (утечки)?

31. Какова роль магнитных потоков рассеяния (утечки)?

32. Назовите единицы измерения магнитодвижущей силы (МДС), намагничивающей силы (НС) , магнитного потока, магнитной индукции, напряженности магнитного поля..

33. Что такое магнитная проводимость?

34. Что такое магнитная проводимость воздушного зазора (промежутка)?

35. В каких единицах измеряется магнитная проводимость?

36. Как вычисляется магнитная проводимость воздушного зазора (промежутка)?

37. Перечислите методы расчета магнитной проводимости и охарактеризуйте их?

38. Каким методом Вами рассчитана магнитная проводимость рабочего воздушного зазора (промежутка)?

39. Каким методом Вами рассчитаны магнитные проводимости нерабочих воздушных зазоров (промежутков)?

40. Для чего вычисляется производная магнитной проводимости рабочего воздушного зазора?

41. Что такое магнитная цепь?

42. Назовите элементы магнитной цепи.

43. Что такое эквивалентная схема замещения магнитной цепи?

44. Назовите элементы схемы замещения магнитной цепи.

45. Назовите линейные и нелинейные элементы схемы замещения магнитной цепи проектируемого Вами электромагнита.

46. Что такое кривая намагничивания?

47. Нарисуйте кривую намагничивания и выделите (примерно) области: рабочую и насыщенную.

48. Что понимается под расчетом потокораспределения?
49. Каким методом производили расчет магнитной цепи?
50. На что и как влияет конструкция намагничивающей катушки?
51. Как определяется класс нагревостойкости изоляции катушки?
52. Какие провода используются для изготовления намагничивающей катушки?
53. На что и как повлияет намотка обмотки на каркас из изоляционного материала?
54. На что и как повлияет намотка обмотки на металлическую гильзу?
55. На что и как повлияет намотка обмотки непосредственно на сердечник?
56. Что такое превышение температуры нагрева обмотки?
57. Что такое постоянная времени нагрева обмотки?
58. Что такое максимально допустимая температура нагрева?
59. Каким методом производили тепловой нагрев обмотки?
60. Как определяли тяговую электромагнитную силу электромагнита?
61. Как изменится тяговая сила электромагнита при изменении того или иного размера элемента магнитной цепи и почему?
63. Как повлияют на величину тяговой силы ЭМ и нагрев намагничивающей обмотки изменения: напряжения питающей сети, числа витков обмотки, сечения обмоточного провода?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (курсовой проект)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом умеет пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой, грамотно и самостоятельно формулирует решения, проявляет инициативу и старательность, убедительно защищает свою точку зрения. Работает систематически, аккуратно выполняя график работ. Проект оформлен в соответствии с установленной нормативной документацией; приведенные расчеты выполнены правильно; графическая часть выполнена с соблюдением требований ЕСКД; выводы содержат результаты расчетов и верно отражают картину исследуемого физического процесса.
хорошо (4)	Студент твердо усвоил теоретический материал, может применять его на практике самостоятельно и по указанию преподавателя. Правильно отвечает на вопросы по защите, работает в целом по графику и систематически, умеет пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой. Проект оформлен в соответствии с установленной нормативной документацией; приведенные расчеты выполнены с незначительными ошибками, неточностями; графическая часть

	выполнена с соблюдением требований ЕСКД, но с некоторыми ошибками в оформлении; выводы содержат результаты расчетов и, в целом, верно отражают картину исследуемого физического процесса.
удовлетворительно (3)	Студент освоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя применяет его практически. Проект оформлен в соответствии с установленной нормативной документацией; приведенные расчеты содержат ошибки, которые искажают картину исследуемого физического процесса и не позволяют сделать верные выводы; графическая часть выполнена с соблюдением требований ЕСКД не в полном объеме.
неудовлетворительно (2)	Студент не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки. Отказывается от ответов на дополнительные вопросы. Проект обучающегося не соответствует установленной нормативной документации; приведенные расчеты содержат ошибки, которые искажают картину исследуемого физического процесса и не позволяют сделать верные выводы; графическая часть проекта выполнена с существенными ошибками в оформлении или не выполнена.

Оценочные средства для промежуточной аттестации (вопросы к экзаменам):

1. Классификация электрических аппаратов.
2. Защитные оболочки электрических аппаратов.
3. Воздействие климатических и механических факторов на электрические аппараты.
4. Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам.
5. Методы расчета электродинамических усилий в электрических аппаратах.
6. Способы определения направления действия электродинамических усилий в электрических аппаратах.
7. Расчет электродинамических усилий между параллельными проводниками.
8. Электродинамические усилия, действующие на перемычку.
9. Электродинамические усилия в месте изменения сечения проводника.
10. Электродинамические усилия в витке.
11. Электродинамические усилия между витками.
12. Электродинамические усилия в цилиндрической катушке и между цилиндрическими катушками.
13. Действие электродинамических усилий на электрическую дугу.
14. Электродинамические усилия при переменном токе (однофазная цепь).
15. Электродинамические усилия в трехфазной цепи переменного тока.
16. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов.
17. Способы передачи тепла в электрических аппаратах
18. Расчет потерь энергии в электрических аппаратах.

19. Нагрев электрических аппаратов при длительном режиме работы.
20. Нагрев электрических аппаратов при кратковременном режиме работы.
21. Нагрев электрических аппаратов при перемежающемся и повторно-кратковременном режимах работы.
22. Нагрев электрических аппаратов при коротком замыкании.
23. Допустимые температуры нагрева частей электрических аппаратов.
24. Термическая стойкость электрических аппаратов.
25. Классификация контактов.
26. Сопротивления стягивания.
27. Зависимость площадки контактирования от силы нажатия.
28. Зависимость контактного сопротивления от силы нажатия и температуры.
29. Что такое напряжение размягчения и плавления контактов, как оно определяется?
30. Минимальные токи и напряжения дугообразования.
31. Режимы работы контактов.
32. Контактный узел с перекатыванием подвижного контакта.
33. Двухступенчатая контактная система.
34. Раствор и провал контактов.
35. Требования к материалам контактов, какие материалы наиболее часто используются для контактов.
36. Конструкция контактов электрических аппаратов.
37. Устройство и принцип действия электромагнита постоянного тока.
38. Устройство и принцип действия электромагнита переменного тока.
39. Короткозамкнутый виток.
40. Что называется магнитной цепью и из каких элементов она состоит.
41. Схемы замещения магнитных цепей (без учета потоков рассеяния и с учетом потоков рассеяния).
42. Методы расчета магнитных проводимостей воздушных зазоров.
43. Расчет потоков рассеяния и индуктивности катушки без учета сопротивления стали.
44. Расчет магнитной цепи с учетом магнитного сопротивления стали и потоков рассеяния.
45. Магнитная цепь электромагнитов переменного тока.
46. Обмотки электромагнитов.
47. Сила тяги электромагнита постоянного тока.
48. Сила тяги электромагнита переменного тока.
49. Статическая тяговая характеристика электромагнита и ее согласование с механической характеристикой реле с замыкающими контактами.
50. Динамика работы электромагнитов.
51. Ускорения и замедление срабатывания и отпускания электромагнитов.
52. Параметры электромагнитов.
53. Условия стабильного горения и гашения электрической дуги постоянного тока.

54. Условия стабильного горения и гашения электрической дуги переменного тока.

55. Способы облегчения отключения электрических цепей.

56. Устройство и принцип действия магнитного усилителя.

57. Классификация реле.

58. Основные характеристики электрических реле.

59. Согласование тяговых и противодействующих характеристик реле.

60. Реле напряжения.

61. Реле токовые.

62. Реле времени.

63. Тепловые реле.

64. Поляризованные реле.

65. Позисторная защита электродвигателей.

66. Бесконтактные реле и логические элементы на базе магнитных усилителей.

67. Логические элементы на транзисторах и диодах.

68. Полупроводниковые реле.

69. Операционные усилители.

70. Общие сведения о датчиках.

71. Бесконтактные датчики.

72. Электромагнитные муфты управления.

73. Неавтоматические выключатели.

74. Пакетные выключатели.

75. Резисторы пусковых и пуско-регулирующих реостатов.

76. Реостаты и сопротивления.

77. Общие сведения о контакторах (назначения, основные параметры).

78. Контактторы переменного тока.

79. Контактторы постоянного тока.

80. Магнитные пускатели. Назначение, область применения и разновидности.

81. Схема нереверсного магнитного пускателя.

82. Схема реверсного магнитного пускателя с тепловым реле.

83. Тиристорный пускатель.

84. Выбор контакторов.

85. Выбор магнитных пускателей.

86. Герконовые реле.

87. Герконы с большой коммутационной способностью.

88. Командоаппараты.

89. Контроллеры.

90. Автоматические выключатели.

91. Расцепители автоматических выключателей.

92. Основные параметры предохранителей.

93. Защитная характеристика предохранителя.

94. Согласование характеристик предохранителя и защищаемого объекта.

- 95. Токи предохранителей.
- 96. Конструкции предохранителей.
- 97. Выбор предохранителей.
- 98. Плавкие вставки и материалы плавких вставок предохранителей.
- 99. Высоковольтные предохранители.
- 100. Автоматы гашения поля.
- 101. Масляные выключатели с большим объемом масла.
- 102. Маломасляные выключатели.
- 103. Вакуумные выключатели.
- 104. Элегазовые выключатели.
- 105. Синхронные выключатели.
- 106. Разъединители.
- 107. Быстродействующие выключатели.
- 108. Отделители.
- 109. Короткозамыкатели.
- 110. Разрядники.
- 111. Реакторы.
- 112. Трансформаторы тока.
- 113. Трансформаторы напряжения (измерительные).
- 114. Комплектные распределительные устройства.

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)