

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.04.2024
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет

информационных технологий и автоматизации
производственных процессов

Кафедра

электромеханики им. А. Б. Зеленова



УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по
учебной работе

Д. В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Расчет и проектирование электрических машин

(наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код, наименование направления)

Электрические машины и аппараты. Беспилотная техника

(профиль подготовки)

Квалификация

бакалавр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины. Целью изучения дисциплины является формирование у студентов теоретической базы по современным электромеханическим преобразователям энергии, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электрических машин.

Задачи изучения дисциплины: приобретение знаний, умений и навыков, позволяющих выпускнику подготовиться:

- к проектно-конструкторской деятельности, расчету, анализу и проектированию электроэнергетических элементов, объектов и систем с использованием современных средств автоматизации проектных разработок;

- к научно-исследовательской деятельности, в том числе в междисциплинарных областях, связанной с математическим моделированием процессов в электроэнергетических системах и объектах, проведением экспериментальных исследований и анализом их результатов;

- к самостоятельному обучению и освоению новых знаний и умений для реализации своей профессиональной карьеры.

Дисциплина направлена на формирование компетенций ОПК-1, ОПК-4, ПК-1 и ПК-2 выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электрические машины и аппараты. Беспилотная техника»).

Дисциплина реализуется кафедрой электрических машин и аппаратов. Основывается на базе дисциплин: «Физика», «Высшая математика», «Теоретические основы электротехники», «Общая энергетика», «Электротехнические материалы», «Электрические машины».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Спецкурс электрических машин», «Производственная (технологическая) практика», «Производственная (преддипломная) практика», выпускная квалификационная работа.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с применением электрических машин малой мощности в различных сферах деятельности.

Курс является фундаментом для формирования навыков и умений по расчетам и проектированию электрических машин и их применению в различных приводах и механизмах.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 13,5 зачетных единицы, 486 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (108 ак.ч. для групп ЭМАБП, 18 ак. ч. для группы ЭМАБП-з), практические занятия (114 ак.ч. для групп ЭМАБП, 24 ак. ч. для группы ЭМАБП-з) и самостоятельная работа студента (264 ак.ч. для групп ЭМАБП, 444 ак.ч. для группы ЭМАБП-з).

Дисциплина изучается на 3 и 4 курсах в 6, 7 и 8 семестрах для группы ЭМАБП, на 4 и 5 курсах в 7, 8 и 9 семестрах для группы ЭМАБП-з. Форма промежуточной аттестации – экзамены в каждом семестре.

По дисциплине предусмотрены курсовые проекты. Для группы ЭМАБП в 6 и 7 семестрах, для группы ЭМАБП-з в 7 и 8 семестрах трудоемкостью 1,5 зачетных единицы, 54 ак. ч., для группы ЭМАБП в 8 семестре, для группы ЭМАБП-з в 9 семестре трудоемкостью 72 ак. ч. Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачет.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Расчет и проектирование электрических машин» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-1	ОПК-1.1. Знать принципы работы современных информационных технологий и применяет их для решения профессиональных задач. ОПК-1.2. Владеть современными информационными технологиями, и использовать информационные технологии и способы защиты информации.
Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4	ОПК-4.1. Знает основы электромеханических устройств и беспилотной техники, их характеристики. ОПК-4.2. Использует: – методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока и цепей с распределенными параметрами; – методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока Умеет применять знания теории электромагнитного поля, принципа действия электронных устройств при разработке и эксплуатации электромеханических систем и беспилотных аппаратов. ОПК-4.3. Владеет навыками расчета и эксплуатации электромеханических систем и беспилотных аппаратов

Продолжение таблицы 1

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен: – использовать методы анализа, расчета и моделирования электромеханических преобразователей энергии, электромеханических систем и элементов беспилотной техники; – проектировать электромеханические и электромагнитные преобразователи энергии, электромеханические системы и их элементы в соответствии с техническим заданием, стандартами и нормативными требованиями, в том числе с использованием современных средств проектирования; – участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности, их энергоснабжении, в проектировании элементов систем управления беспилотной техники; – применять методы автоматического управления при разработке электромеханических систем, приводов беспилотной техники	ПК-1	ПК-1.1. Демонстрирует знание основных характеристик, принципов действия и режимов работы электромеханических и электромагнитных преобразователей энергии, электромеханических систем и элементов беспилотной техники. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, проектирует электромеханические и электромагнитные преобразователи энергии, электромеханические системы и элементов беспилотной техники. Применяет знания теории автоматического управления. ПК-1.2. Анализирует технические характеристики современных электрических машин и трансформаторов, электрических и электронных аппаратов, а также систем на их основе. Обосновывает выбор проектного решения, демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации, проводит технико-экономические расчеты. Разрабатывает системы электрического привода с применением методов автоматического управления ПК-1.3. Рассчитывает и моделирует электромеханические системы и их элементы на базе стандартных пакетов прикладных программ. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений, оформляет результаты проектных работ в соответствии с техническим заданием, стандартами, техническими условиями и другим нормативным документами.
ПК-2. Готовность к участию в разработке, производстве, эксплуатации, испытаниях электроэнергетического и электротехнического оборудования, систем электропривода, беспилотной техники способность оформлять техническую документацию на различных стадиях разработки объектов профессиональной деятельности	ПК-2	ПК-2.1. Способен разрабатывать электроэнергетическое и электротехническое оборудование, системы электропривода, включая беспилотную технику. ПК-2.2. Знает правила ввода в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования, аккумуляторные батареи, системы электропривода, в том числе беспилотной техники. ПК-2.3. Знает стандарты соответствующих видов испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования, систем электропривода. ПК-2.4. Способен составлять и оформлять техническую документацию на различных стадиях разработки объектов профессиональной деятельности

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 13,5 зачётных единицы, 486 ак. ч. Трудоемкость курсовых проектов в 6 и 7 семестрах составляет 1,5 зачетных единицы, 54 ак. ч., в 8 семестре 2 зачетных единицы, 72 ак. ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным работам, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзаменам, выполнение курсовых проектов.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак. ч.	Ак.ч. по семестрам		
		6	7	8
Аудиторная работа, в том числе:	222	126	72	24
Лекции (Л)	108	72	36	–
Практические занятия (ПЗ)	90	54	36	–
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	24	–	–	24
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	264	126	90	48
Подготовка к лекциям	16	10	6	–
Подготовка к лабораторным работам	–	–	–	–
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	16	10	6	–
Выполнение курсовой работы / проекта	156	54	54	48
Расчетно-графическая работа (РГР)	–	–	–	–
Реферат (индивидуальное задание)	–	–	–	–
Домашнее задание	–	–	–	–
Подготовка к контрольной работе	14	10	4	–
Подготовка к коллоквиумам	14	10	4	–
Аналитический информационный поиск	6	6	–	–
Работа в библиотеке	6	6	–	–
Подготовка к экзамену	36	20	16	
Промежуточная аттестация – экзамен (Э), дифференцированный зачет (ДЗ)		Э, ДЗ	Э, ДЗ	ДЗ
Общая трудоёмкость дисциплины				
Ак. ч.	486	252	162	72
З. е.	13,5	7	4,5	2

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п. 3, дисциплина разбита на 6 тем:

- тема 1 (Общие вопросы проектирования электрических машин);
- тема 2 (Тепловые и вентиляционные расчеты электрических машин);
- тема 3 (Проектирование асинхронных двигателей);
- тема 4 (Проектирование машин постоянного тока);
- тема 5 (Проектирование синхронных машин);
- тема 6 (Проектирование трансформаторов).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3.1 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения, 6 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Общие вопросы проектирования электрических машин	Классификация и основные конструктивные формы исполнения электрических машин. Основные нормативные документы на электрические машины. Принципы создания серий электрических машин.	2	Изучение технической документации на электрические машины современных серий	2	–	–
		Главные размеры и электромагнитные нагрузки и их выбор. Коэффициент использования. Пути снижения затрат активных материалов при проектировании электрических машин. Соотношения в геометрически подобных машинах.	4	Выбор электромагнитных нагрузок и расчет главных размеров	2	–	–
		Расчеты магнитных цепей в электрических машинах. Применение закона полного тока для расчета магнитных цепей.	6	Расчет магнитной цепи двигателя постоянного тока	4	–	–
		Потери мощности и КПД электрических машин. Эффект вытеснения тока и его использования. Расчет электрических и магнитных потерь мощности.	4	Расчет потерь и КПД электрических машин	2	–	–
		Общие принципы составления схем и конструкции обмоток. Расчет параметров обмоток электрических машин. Обмотки для механизированной и ручной укладки.	6	Составление схем обмоток статора машин переменного тока.	4	–	–

Продолжение таблицы 3.1

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
2	Тепловые и вентиляцион- ные расчеты электрических машин	Виды, способы и системы охлаждения электрических машин. Типы вентиляторов электрических машин. Внешняя характеристика вентилятора. Проектирование центробежных вентиляторов.	4	Расчет внешней характеристики центробежного вентилятора.	4	-	-
		Понятие аэродинамического сопротивления. Путевые и местные аэродинамические сопротивления. Расчет эквивалентного аэродинамического сопротивления. Расчет аэродинамического сопротивления вентиляционной цепи электрических машин.	6	Расчет сопротивления вентиляционной цепи асинхронного двигателя	6	-	-
		Режимы работы электрических машин. Виды теплообмена в электрических машинах. Уравнения различных видов теплообмена. Составление уравнений теплового баланса.	6	-	-	-	-
		Нагрев в длительном, кратковременном и повторно - кратковременном режимах. Нагрев в режиме короткого замыкания.	6	Расчет нагрева обмоток в режиме короткого замыкания.	4	-	-
		Кондуктивные и конвективные тепловые сопротивления. Эквивалентные тепловые схемы (ЭТС) замещения и расчеты с их помощью.	4	Расчет тепловых сопротивлений и составление ЭТС	6	-	-

Продолжение таблицы 3.1

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч
3	Проектирова- ние асинхрон- ных двигате- лей	Современные серии асинхронных двигателей. Модификации основного исполнения.	2	Выбор электромагнитных нагрузок и расчет главных размеров	4	–	–
		Главные размеры и электромагнитные нагрузки асинхронных двигателей и их выбор.	2				
		Выбор числа пазов статора и его влияние на пара- метры и характеристики двигателей.	4	Выбор числа пазов статора и расчет их размеров.	4	–	–
		Выбор величины воздушного зазора. Выбор числа пазов ротора и его влияние на параметры и харак- теристики двигателей. Паразитные моменты и средства их снижения.	4	Выбор числа пазов ротора и расчет их размеров.	4	–	–
		Расчет параметров рабочего режима и рабочих ха- рактеристик асинхронных двигателей.	4	Расчет параметров схемы замещения асинхронных двигателей, рабочих и пус- ковых характеристик.	4	–	–
		Расчет параметров для режимов больших сколь- жений и пусковых характеристик двигателей. Учет влияния вытеснения тока и насыщения на параметры.	4				
		Особенности проектирования и конструирования асинхронных взрывобезопасных двигателей.	4	Ознакомление с конструк- циями асинхронных взры- вобезопасных двигателей	4	–	–
		Особенности проектирования серий асинхронных двигателей	2			–	–
		Всего аудиторных часов	72	–	54	–	–

Таблица 3.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения, 7 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч
4	Проектирова- ние машин по- стоянного тока	Современные серии машин постоянного тока. Конструктивные формы и области применения. Учет требований надежности при проектировании машин постоянного тока. Главные размеры и электромагнитные нагрузки машин постоянного тока и их выбор. Выбор числа пар полюсов и его влияние на параметры и характеристики машин постоянного тока.	4	Выбор числа пар полюсов двигателя постоянного тока	2	–	–
		Типы обмоток якорей машин постоянного тока. Уравнительные соединения первого и второго рода. Выбор типа обмотки якоря, числа пазов и числа секций в пазу.	2	Составление схем обмоток якоря машин постоянного тока	4	–	–
		Выбор величины воздушного зазора и его влияние на параметры и характеристики машин. Кривая намагничивания и переходная характеристика. Определение МДС реакции якоря.	4	Расчет магнитной цепи и кривой намагничивания машины постоянного тока	2	–	–
		Расчет реактивной ЭДС. Расчет дополнительных полюсов и компенсационной обмотки.	2	Расчет магнитной цепи добавочных полюсов	4	–	–
		Расчет характеристик генераторов и двигателей постоянного тока.	2	Расчет характеристик генераторов постоянного тока	2	–	–

Продолжение таблицы 3.2

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч
5	Проектирова- ние синхрон- ных машин	Современные серии синхронных машин. Кон- структивные формы и области применения. Главные размеры и электромагнитные нагрузки синхронных машин и их выбор.	2	Выбор электромагнитных нагрузок и расчет главных размеров синхронных ма- шин	2	–	–
		Выбор числа пазов статора и его влияние на па- раметры и характеристики синхронных машин. Выбор величины воздушного зазора и его влия- ние на параметры и характеристики.	2	–	–	–	–
		Проектирование пусковой (демпферной) об- мотки	2	Расчет пусковой (демп- ферной) обмотки	2	–	–
		Расчет характеристик синхронных генераторов и двигателей	4	Расчет характеристик син- хронных генераторов и двигателей	4	–	–

Продолжение таблицы 3.2

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
6	Проектирова- ние трансфор- маторов	Конструктивные схемы силовых трансформаторов. Главные размеры трансформаторов и их связь с номинальными данными и электромагнитными нагрузками.	2	Расчет главных размеров трансформаторов	2	—	—
		Основные конструктивные формы обмоток и их расчет. Главная изоляция трансформаторов.	2	Выбор и расчет главной изоляции трансформаторов	2	—	—
		Расчет магнитной системы трансформаторов, тока и потерь мощности холостого хода.	2	Расчет различных типов обмоток трансформаторов.	4	—	—
		Расчет параметров короткого замыкания. Расчет потерь мощности от полей рассеяния. Транспозиции в обмотках трансформаторов.	4	Расчет параметров короткого замыкания трансформаторов	2	—	—
		Приближенный тепловой расчет трансформаторов.	2	Тепловой расчет трансформаторов	4	—	—
		Всего аудиторных часов	36		36	—	—

Таблица 4.1 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения, 7 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Общие вопросы проектирования электрических машин	Главные размеры и электромагнитные нагрузки и их выбор. Коэффициент использования.	2	Выбор электромагнитных нагрузок и расчет главных размеров	2	–	–
		Общие принципы составления схем и конструкции обмоток электрических машин	2	–	–	–	–
		Расчет параметров обмоток электрических машин.	2	Составление схем обмоток якорей машин постоянного тока	4	–	–
2	Вентиляционные и тепловые расчеты электрических машин	Типы вентиляторов электрических машин. Внешняя характеристика вентилятора.	2	Расчет вентиляционной цепи двигателя	2	–	–
		Эквивалентные тепловые схемы замещения и расчеты с их помощью.	2	Тепловые расчеты электрических машин	2	–	–
		Всего аудиторных часов	10	–	10	–	–

Таблица 4.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения, 8 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
3	Проектирование асинхронных двигателей	Современные серии асинхронных двигателей. Модификации основного исполнения.	2	Расчет рабочих характеристик асинхронных двигателей.	4	–	–
		Расчет параметров рабочего режима и рабочих характеристик асинхронных двигателей.	2				
4	Проектирование машин постоянного тока	Современные серии машин постоянного тока. Конструктивные формы и области применения. Учет требований надежности при проектировании машин постоянного тока.	2	Расчет характеристик генераторов и двигателей постоянного тока.	2	–	–
5	Проектирование синхронных машин	Современные серии синхронных машин. Конструктивные формы и области применения. Главные размеры и электромагнитные нагрузки синхронных машин и их выбор.	2	Расчет характеристик синхронных генераторов и двигателей	4	–	–
Всего аудиторных часов			8	–	10	–	–

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала

(https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf).

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена
ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Дифференцированный зачет	Комплект контролирующих материалов для защиты курсового проекта

Всего по текущей работе в каждом семестре студент может набрать 100 баллов в ходе тестовых контролей на коллоквиумах.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60 % от максимального.

Экзамены по дисциплине «Расчет и проектирование электрических машин» проводятся по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время сессии студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п. 6.4), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашние задания

Для студентов очной формы обучения домашние задания не предусмотрены. Студенты заочной формы обучения выполняют контрольные работы по имеющимся методическим указаниям (сайт дистанционного обучения ДонГТУ <https://moodle.dstu.education>).

6.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Общие вопросы проектирования электрических машин

1) Приведите классификацию конструктивных форм исполнения электрических машин по монтажу, степени защиты, климатическим исполнениям и категориям размещения.

2) Что относится к главным размерам электрических машин постоянного и переменного тока?

3) Что относится к электромагнитным нагрузкам электрических машин, как производится их выбор и какое влияние они оказывают на параметры, характеристики и технико-экономические показатели машин?

4) Что такое коэффициент использования электрических машин постоянного и переменного тока и машинная постоянная?

5) Какое влияние оказывает соотношение между главными размерами электрических машин на их параметры, характеристики и технико-экономические показатели?

6) Приведите основные соотношения в геометрически подобных машинах (законы подобия).

7) Каковы принципы построения современных серий электрических машин?

8) Как производятся расчеты магнитных цепей электрических машин на основании закона полного тока?

9) Как рассчитывается МДС воздушного зазора. Какой физический смысл имеет коэффициент воздушного зазора?

10) Как учитывается ответвление магнитного потока в паз при расчете

МДС зубцовых зон?

11) Как учитывается переменное сечение зубцов при расчете МДС зубцовых зон при различной конфигурации зубцов?

12) Что такое кривая намагничивания электрических машин? Как определяется коэффициент насыщения магнитной цепи и каково его влияние на технико-экономические показатели?

13) Приведите классификацию потерь мощности в электрических машинах. По какому принципу потери разделяются на основные и добавочные.

14) Как производится расчет электрических потерь? Объясните физическую сущность эффекта вытеснения тока, его учет и использование в электрических машинах.

15) Какова природа магнитных потерь? Объясните их зависимость от вида перемагничивания, магнитной индукции и частоты перемагничивания.

16) Каковы общие принципы построения якорных обмоток электрических машин? Охарактеризуйте обмотки из круглого и прямоугольного провода.

17) Каков физический смысл и как производится расчет коэффициентов укорочения и распределения?

18) Как производится расчет активных и индуктивных сопротивлений обмоток электрических машин?

19) Как производится расчет коэффициента удельной магнитной проводимости пазового рассеивания обмотки статора асинхронного двигателя?

20) Как зависят индуктивные сопротивления обмоток электрических машин от формы паза, насыщения магнитной цепи, шага обмотки?

Тема 2 Тепловые и вентиляционные расчеты электрических машин

1) Какие типы вентиляторов применяются в электрических машинах. Приведите внешнюю характеристику центробежного вентилятора.

2) Как производится расчет путевых и местных аэродинамических сопротивлений?

3) Как рассчитывается эквивалентное аэродинамическое сопротивление при их параллельном и последовательном соединении?

4) Какие виды теплообмена имеют место в электрических машинах? Напишите уравнения различных видов теплообмена.

5) Как происходит теплопередача через плоскую однородную стенку, не содержащую внутренних потерь?

6) Как происходит теплопередача через цилиндрическую однородную стенку, не содержащую внутренних потерь?

7) Напишите дифференциальное уравнение нагрева однородного тела. Какой физический и геометрический смысл имеет постоянная времени нагрева?

8) Как происходит теплопередача через плоскую неоднородную стенку, не содержащую внутренних потерь? Как в этом случае определяется эквивалентная теплопроводность стенки?

- 9) Как происходит нагрев однородного проводника в продолжительном режиме работы?
- 10) Как происходит нагрев однородного проводника в кратковременном режиме работы?
- 11) Как происходит нагрев однородного проводника в повторно-кратковременном режиме работы?
- 12) Как происходит нагрев неоднородного проводника в продолжительном режиме работы?
- 13) Как происходит нагрев однородного проводника в режиме короткого замыкания?
- 14) Как происходит теплопередача через плоскую однородную стенку, содержащую внутренние потери?
- 15) Что такое тепловое сопротивление? Что понимается под конвективными и кондуктивными тепловыми сопротивлениями?
- 16) Как составляются эквивалентные тепловые схемы замещения и системы уравнений по ним?

Тема 3 Проектирование асинхронных двигателей

- 1) Дайте характеристику современных серий асинхронных двигателей.
- 2) Какие модификации основного исполнения асинхронных двигателей существуют в современных сериях?
- 3) Каковы причины появления высших гармоник магнитного поля в воздушном зазоре асинхронных двигателей и какие известны способы их уменьшения?
- 4) Каковы источники шумов и вибраций в асинхронных двигателях и как они снижаются?
- 5) Как производится выбор числа пазов статора асинхронных двигателей и каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели машин?
- 6) Как производится выбор числа пазов ротора асинхронных двигателей и каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели машин?
- 7) Какова природа появления паразитных моментов асинхронных двигателей?
- 8) Как производится выбор величины воздушного зазора асинхронных двигателей и каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели машин?
- 9) Как выбирается форма пазов статора асинхронных двигателей в зависимости от типа применяемой обмотки?
- 10) Каковы преимущества и недостатки одно- и двухслойных обмоток статоров асинхронных двигателей, а также обмоток из круглого и прямоугольного провода?
- 11) Как производится выбор формы пазов ротора асинхронных двигателей и каково ее влияние на параметры, характеристики и технико-

экономические показатели?

12) Как производится расчет магнитной цепи и намагничивающего тока асинхронных двигателей?

13) Расчет параметров рабочего режима и рабочих характеристик асинхронных двигателей.

14) Как производится расчет параметров обмоток асинхронных двигателей для режимов больших скольжений?

15) Как осуществляется учет влияния эффекта вытеснения тока и насыщения магнитной цепи при расчете пусковых характеристик асинхронных двигателей?

16) Каковы особенности проектирования и конструирования взрывозащищенных асинхронных двигателей?

Тема 4 Проектирование машин постоянного тока

1) Охарактеризуйте современные серии двигателей постоянного тока, их конструктивные формы и области применения.

2) Как производится учет требований надежности при проектировании машин постоянного тока?

3) Как производится выбор числа полюсов машин постоянного тока и каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели?

4) Как производится выбор числа полюсов машин постоянного тока исходя из возможности выполнения коллектора?

5) Обоснуйте необходимость применения компенсационной обмотки. Какие преимущества и недостатки машин постоянного тока с компенсационной обмоткой?

6) Опишите типы якорных обмоток машин постоянного тока и дайте их характеристику.

7) Как производится выбор типа обмотки якоря машин постоянного тока?

8) Как производится выбор числа пазов якоря машин постоянного тока и каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели?

9) Как производится расчет основных характеристик генераторов постоянного тока?

10) Как влияет величина воздушного зазора машин постоянного тока на параметры, характеристики и технико-экономические показатели?

11) Как производится расчет магнитной цепи машин постоянного тока? Что такое кривая намагничивания машины?

12) Как рассчитывается размагничивающее действие поперечной реакции якоря? Что такое переходная характеристика?

13) Какие ЭДС наводятся в коммутируемой секции, какова их зависимость от параметров обмотки якоря и щеточного аппарата?

14) Как производится расчет добавочных полюсов машин постоянного

тока?

15) Как производится расчет обмоток возбуждения генераторов и двигателей постоянного тока при различных схемах возбуждения?

16) Как производится расчет рабочих характеристик двигателей постоянного тока?

Тема 5 Проектирование синхронных машин

1) Дайте характеристику современных серий синхронных машин, их конструктивным формам и областям применения.

2) Каковы особенности выбора главных размеров синхронных машин различных типов?

3) Как производится выбор числа пазов якоря синхронных машин и каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели?

4) С какой целью осуществляется сегментировка статора крупных синхронных машин?

5) Как производится выбор воздушного зазора синхронных машин и каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели?

6) Как рассчитывается демпферная (пусковая) обмотки?

7) Как производится расчет U-образных характеристик синхронных машин?

8) Как производится расчет рабочих характеристик синхронных двигателей?

9) Постройте упрощенную векторную диаграмму синхронного двигателя.

10) Приведите примеры векторных диаграмм синхронных генераторов.

Тема 6 Проектирование трансформаторов

1) Охарактеризуйте назначение и области применения силовых трансформаторов.

2) Какие конструктивные схемы силовых трансформаторов вам известны?

3) Какое влияние оказывают схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов на их работу?

4) Что такое главные размеры трансформаторов и какова их связь с электромагнитными нагрузками и номинальными данными?

5) Какие конструкции обмоток применяются для силовых трансформаторов?

6) Как производится расчет цилиндрических обмоток трансформаторов?

7) Как производится расчет винтовых обмоток трансформаторов?

8) Как производится расчет непрерывных катушечных обмоток трансформаторов?

- 9) Как производится расчет магнитной системы трансформаторов, потерь и тока холостого хода?
- 10) Как производится расчет параметров короткого замыкания трансформаторов?
- 11) Как производится расчет потерь от полей рассеивания в обмотках и конструктивных элементах трансформаторов?
- 12) С какой целью применяются транспозиции в обмотках трансформаторов?
- 13) Как рассчитывается бак трансформатора при различных системах охлаждения?
- 14) Как производится приближенный тепловой расчет трансформаторов?

6.5 Вопросы для подготовки к экзаменам

Вопросы для подготовки к экзамену за 6 семестр

- 1) Приведите классификацию конструктивных форм исполнения электрических машин по монтажу, степени защиты, климатическим исполнениям и категориям размещения.
- 2) Что относится к главным размерам электрических машин постоянного и переменного тока?
- 3) Что относится к электромагнитным нагрузкам электрических машин, как производится их выбор и какое влияние они оказывают на параметры, характеристики и технико-экономические показатели машин?
- 4) Что такое коэффициент использования электрических машин постоянного и переменного тока и машинная постоянная?
- 5) Какое влияние оказывает соотношение между главными размерами электрических машин на их параметры, характеристики и технико-экономические показатели?
- 6) Приведите основные соотношения в геометрически подобных машинах (законы подобия).
- 7) Каковы принципы построения современных серий электрических машин?
- 8) Как производятся расчеты магнитных цепей электрических машин на основании закона полного тока?
- 9) Как рассчитывается МДС воздушного зазора. Какой физический смысл имеет коэффициент воздушного зазора?
- 10) Как учитывается ответвление магнитного потока в паз при расчете МДС зубцовых зон?
- 11) Как учитывается переменное сечение зубцов при расчете МДС зубцовых зон при различной конфигурации зубцов?
- 12) Что такое кривая намагничивания электрических машин? Как определяется коэффициент насыщения магнитной цепи и каково его влияние на технико-экономические показатели?

13) Приведите классификацию потерь мощности в электрических машинах. По какому принципу потери разделяются на основные и добавочные.

14) Как производится расчет электрических потерь? Объясните физическую сущность эффекта вытеснения тока, его учет и использование в электрических машинах.

15) Какова природа магнитных потерь? Объясните их зависимость от вида перемагничивания, магнитной индукции и частоты перемагничивания.

16) Каковы общие принципы построения якорных обмоток электрических машин? Охарактеризуйте обмотки из круглого и прямоугольного провода.

17) Каков физический смысл и как производится расчет коэффициентов укорочения и распределения?

18) Как производится расчет активных и индуктивных сопротивлений обмоток электрических машин?

19) Как производится расчет коэффициента удельной магнитной проводимости пазового рассеивания обмотки статора асинхронного двигателя?

20) Как зависят индуктивные сопротивления обмоток электрических машин от формы паза, насыщения магнитной цепи, шага обмотки?

21) Какие типы вентиляторов применяются в электрических машинах. Приведите внешнюю характеристику центробежного вентилятора.

22) Как производится расчет путевых и местных аэродинамических сопротивлений?

23) Как рассчитывается эквивалентное аэродинамическое сопротивление при их параллельном и последовательном соединении?

24) Какие виды теплообмена имеют место в электрических машинах? Напишите уравнения различных видов теплообмена.

25) Как происходит теплопередача через плоскую однородную стенку, не содержащую внутренних потерь?

26) Как происходит теплопередача через цилиндрическую однородную стенку, не содержащую внутренних потерь?

27) Напишите дифференциальное уравнение нагрева однородного тела. Какой физический и геометрический смысл имеет постоянная времени нагрева?

28) Как происходит теплопередача через плоскую неоднородную стенку, не содержащую внутренних потерь? Как в этом случае определяется эквивалентная теплопроводность стенки?

29) Как происходит нагрев однородного проводника в продолжительном режиме работы?

30) Как происходит нагрев однородного проводника в кратковременном режиме работы?

31) Как происходит нагрев однородного проводника в повторно-кратковременном режиме работы?

32) Как происходит нагрев неоднородного проводника в продолжительном режиме работы?

33) Как происходит нагрев однородного проводника в режиме короткого замыкания?

34) Как происходит теплопередача через плоскую однородную стенку, содержащую внутренние потери?

35) Что такое тепловое сопротивление? Что понимается под конвективными и кондуктивными тепловыми сопротивлениями?

36) Как составляются эквивалентные тепловые схемы замещения и системы уравнений по ним?

37) Дайте характеристику современных серий асинхронных двигателей. Какие модификации основного исполнения асинхронных двигателей существуют в современных сериях?

38) Каковы причины появления высших гармоник магнитного поля в воздушном зазоре асинхронных двигателей и какие известны способы их уменьшения?

39) Каковы источники шумов и вибраций в асинхронных двигателях и как они снижаются?

40) Как производится выбор числа пазов статора асинхронных двигателей и каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели машин?

41) Как производится выбор числа пазов ротора асинхронных двигателей и каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели машин?

42) Какова природа появления паразитных моментов асинхронных двигателей?

43) Как производится выбор величины воздушного зазора асинхронных двигателей и каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели машин?

44) Как выбирается форма пазов статора асинхронных двигателей в зависимости от типа применяемой обмотки?

45) Каковы преимущества и недостатки одно- и двухслойных обмоток статоров асинхронных двигателей, а также обмоток из круглого и прямоугольного провода?

46) Как производится выбор формы пазов ротора асинхронных двигателей и каково ее влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели?

47) Как производится расчет магнитной цепи и намагничивающего тока асинхронных двигателей?

48) Расчет параметров рабочего режима и рабочих характеристик асинхронных двигателей.

49) Как производится расчет параметров обмоток асинхронных двигателей для режимов больших скольжений?

50) Как осуществляется учет влияния эффекта вытеснения тока и насыщения магнитной цепи при расчете пусковых характеристик асинхронных двигателей?

51) Каковы особенности проектирования и конструирования взрывозащищенных асинхронных двигателей?

Вопросы для подготовки к экзамену за 7 семестр

- 1) Охарактеризуйте современные серии двигателей постоянного тока, их конструктивные формы и области применения.
- 2) Как производится учет требований надежности при проектировании машин постоянного тока?
- 3) Как производится выбор числа полюсов машин постоянного тока и каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели?
- 4) Как производится выбор числа полюсов машин постоянного тока исходя из возможности выполнения коллектора?
- 5) Обоснуйте необходимость применения компенсационной обмотки. Какие преимущества и недостатки машин постоянного тока с компенсационной обмоткой?
- 6) Опишите типы якорных обмоток машин постоянного тока и дайте их характеристику.
- 7) Как производится выбор типа обмотки якоря машин постоянного тока?
- 8) Как производится выбор числа пазов якоря машин постоянного тока и каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели?
- 9) Как производится расчет основных характеристик генераторов постоянного тока?
- 10) Как влияет величина воздушного зазора машин постоянного тока на параметры, характеристики и технико-экономические показатели?
- 11) Как производится расчет магнитной цепи машин постоянного тока? Что такое кривая намагничивания машины?
- 12) Как рассчитывается размагничивающее действие поперечной реакции якоря? Что такое переходная характеристика?
- 13) Какие ЭДС наводятся в коммутируемой секции, какова их зависимость от параметров обмотки якоря и щеточного аппарата?
- 14) Как производится расчет добавочных полюсов машин постоянного тока?
- 15) Как производится расчет обмоток возбуждения генераторов и двигателей постоянного тока при различных схемах возбуждения?
- 16) Как производится расчет рабочих характеристик двигателей постоянного тока?
- 17) Дайте характеристику современных серий синхронных машин, их конструктивным формам и областям применения.
- 18) Каковы особенности выбора главных размеров синхронных машин различных типов?
- 19) Как производится выбор числа пазов якоря синхронных машин и

каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели?

20) Как производится выбор воздушного зазора синхронных машин и каково его влияние на параметры, характеристики и технико-экономические показатели?

21) Как рассчитывается демпферная (пусковая) обмотки?

22) Как производится расчет U-образных характеристик синхронных машин?

23) Как производится расчет рабочих характеристик синхронных двигателей?

24) Постройте упрощенную векторную диаграмму синхронного двигателя.

25) Приведите примеры векторных диаграмм синхронных генераторов.

26) Охарактеризуйте назначение и области применения силовых трансформаторов.

27) Какие конструктивные схемы силовых трансформаторов вам известны?

28) Какое влияние оказывают схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов на их работу?

29) Что такое главные размеры трансформаторов и какова их связь с электромагнитными нагрузками и номинальными данными?

30) Какие конструкции обмоток применяются для силовых трансформаторов?

31) Как производится расчет цилиндрических обмоток трансформаторов?

32) Как производится расчет винтовых обмоток трансформаторов?

33) Как производится расчет непрерывных катушечных обмоток трансформаторов?

34) Как производится расчет магнитной системы трансформаторов, потерь и тока холостого хода?

35) Как производится расчет параметров короткого замыкания трансформаторов?

36) Как производится расчет потерь от полей рассеивания в обмотках и конструктивных элементах трансформаторов?

37) С какой целью применяются транспозиции в обмотках трансформаторов?

38) Как рассчитывается бак трансформатора при различных системах охлаждения?

39) Как производится приближенный тепловой расчет трансформаторов?

6.6 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

По дисциплине предусмотрены три курсовых проекта. В 6 семестре

выполняется курсовой проект на тему «Проектирование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором» трудоемкостью 1,5 зачетных единицы, 54 ак. ч. В седьмом семестре выполняется курсовой проект на тему «Проектирование силового трансформатора» трудоемкостью 1,5 зачетных единицы, 54 ак. ч. В 8 семестре выполняется курсовой проект на тему «Проектирование синхронного двигателя» трудоемкостью 2,0 зачетных единицы, 72 ак. ч. Все часы отведены на самостоятельную работу студентов. Курсовые проекты выполняются в соответствии с методическими указаниями и литературой, приведенной в разделе 7.1.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Шевченко, А. Ф. Проектирование асинхронных двигателей : учебное пособие / А. Ф. Шевченко, Л. Г. Шевченко. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 122 с. — ISBN 978-5-7782-4106-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152197> (дата обращения: 10.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Расчёт характеристик трёхфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором : учебное пособие / А. А. Усольцев, В. С. Томасов, К. М. Денисов [и др.]. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2021. — 51 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/283622> (дата обращения: 10.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Ванурин, В. Н. Статорные обмотки асинхронных электрических машин : учебное пособие / В. Н. Ванурин. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1769-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212477> (дата обращения: 10.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Лаврентьева, М. В. Автоматизация проектно-конструкторских работ и технологических процессов : учебное пособие / М. В. Лаврентьева, Т. В. Божеева, А. С. Говорков. — Иркутск : ИРНИТУ, 2021 — Часть 1 : Информационное обеспечение — 2021. — 204 с. — ISBN 978-5-8038-1652-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/325304> (дата обращения: 10.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Лаврентьева, М. В. Автоматизация проектно-конструкторских работ и технологических процессов : учебное пособие / М. В. Лаврентьева, Т. В. Божеева, А. С. Говорков. — Иркутск: ИРНИТУ, 2021 — Часть 2 : Оборудование — 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8038-1656-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/325325> (дата обращения: 10.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Проектирование электрических машин: Учеб. пособие для вузов / И.П. Копылов [и др.]; под ред. И. П. Копылова. – М.: Высш. шк., 2002. – 496 с.

2. Гольдберг О.Д., Свириденко И.С. Проектирование электрических

машин: / Под ред. О.Д. Гольдберга. – М.: Высш. шк., 2006. – 430 с.

3. Гурин Я.С., Кузнецов Б.И. Проектирование серий электрических машин. – М.: Энергия, 1978. – 480 с.

4. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов. – М.: Энергия, 1976. – 516 с.

5. Борисенко А.И., Данько В.Г., Яковлев А.И. Аэродинамика и теплопередача в электрических машинах. – М.: Энергия, 1974. – 559 с.

6. Унифицированная серия асинхронных двигателей Интерэлектро / В.И. Радин, Й. Лондин, В.Д. Розенкноп и др.; Под ред. В.И. Радина. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 416 с.

7. Домбровский В.В., Зайчик В.М. Асинхронные машины : Теория, расчет, элементы проектирования. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 368 с.

8. Асинхронные двигатели общего назначения/Бойко Е.П., Гаинцев Ю.В., Ковалев Ю.М. и др.; Под ред. В.М. Петрова и А.Э. Кравчика. – М.: Энергия, 1980. – 488 с.

7. Макаров, Е. Г. Инженерные расчеты в MathCAD 15 [Текст] / Е. Г. Макаров. – М. : Питер, 2011. – 400 с. – [Электронный ресурс] .

Учебно-методическое обеспечение

1. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Расчет и проектирование электрических машин. Проектирование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором» для студентов направления подготовки 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника», по специальности «Электрические машины и аппараты» (для бакалавров всех форм обучения) / Сост. А.П. Овчар. – Алчевск, ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2021. – 18 с. Сайт дистанционного обучения ДонГТУ <https://moodle.dstu.education>.

2. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Расчет и проектирование электрических машин. Проектирование силового трансформатора» для студентов направления подготовки 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника», по специальности «Электрические машины и аппараты» (для бакалавров всех форм обучения) / Сост. А.П. Овчар. – Алчевск, ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2021. – 21 с. Сайт дистанционного обучения ДонГТУ <https://moodle.dstu.education>.

3. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Расчет и проектирование электрических машин. Проектирование синхронного двигателя» для студентов направления подготовки 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника», по специальности «Электрические машины и аппараты» (для бакалавров всех форм обучения) / Сост. А.П. Овчар. – Алчевск, ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2022. – 22 с. Сайт дистанционного обучения ДонГТУ <https://moodle.dstu.education>.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.
2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.
3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.
4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.
5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.
6. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) : официальный сайт. — Москва. — <https://www.gosnadzor.ru/>. — Текст : электронный.

7.3 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

- 1 Научная библиотека ДонГТУ – library.dstu.education
- 2 Электронная библиотека БГТУ им. Шухова – <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>
- 3 Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
- 4 Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
- 5 Электронно-библиотечная система IPR BOOKS – [Сублицензионный договор с ООО "Научно-производственное предприятие "ТЭД КОМПАНИ", http://www.iprbookshop.ru/](http://www.iprbookshop.ru/)
- 6 Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) <https://www.gosnadzor.ru/>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

[illegible]

Лист согласования РПД

Разработал
доц. кафедры электромеханики
им. А. Б. Зеленова
(должность)


(подпись) А.П. Овчар
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) _____
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) _____
(Ф.И.О.)

Заведующий кафедрой


(подпись) Д. И. Морозов
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
электромеханики им. А.Б. Зеленова

от 22.08.2024г.

Декана факультета


(подпись) В. В. Дьячкова
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника


(подпись) Л.Н. Комаревцева
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись) О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	