

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

Электрические машины
(наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код, наименование направления)

Электропривод и автоматика промышленных установок
и технологических комплексов
(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 использованием электрических машин в различных сферах производства, расчетом их параметров и характеристик.

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

– к проектно-конструкторской деятельности, расчету, анализу и проектированию электроэнергетических элементов, объектов и систем;

– 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-3, ОПК-5, ПК-2 и ПК-4 выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», элективные дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов»).

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

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Теория электропривода», «Элементы автоматизированного электропривода», «Монтаж и наладка электроприводов», «Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов», «Технологическая практика», «Конструкторско-преддипломная (производственная) практика».

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 электрических приводах и механизмах.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 10,5 зачетных единицы, 378 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (99 ак. ч. для групп ЭМС, 12 ак. ч. для группы ЭМС-з), лабораторные занятия (54 ак. ч. для групп ЭМС, 10 а. ч. для группы ЭМС-з), практические занятия (18 ак. ч. для групп ЭМС, 2 ак. ч. для группы ЭМС-з) и самостоятельная работа студента (207 ак.ч. для групп ЭМС, 354 ак.ч. для группы ЭМС-з).

Дисциплина изучается на 2 и 3 курсах в 4 и 5 семестрах для группы ЭМА и на 3 курсе в 5 и 6 семестрах для группы ЭМА-з. Форма промежуточной аттестации – экзамены в каждом семестре.

По дисциплине предусмотрен курсовой проект трудоемкостью 1,5 зачетных единицы, 54 ак. ч. Группы ЭМА выполняют курсовой проект в 5 семестре, группы ЭМА-з в 6 семестре. Все часы отведены на самостоятельную работу студентов.

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

Процесс изучения дисциплины «Электрические машины» 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 применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3	ОПК-3.1. Применяет соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5	ОПК-5.1. Знает свойства, область применения, характеристики конструкционных и электротехнических материалов. ОПК-5.2. Умеет выбирать конструкционные и электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности ОПК-5.3. Владеет навыками применения методов исследования конструкционных и электротехнических материалов.
Готовность к участию в разработке, производстве, эксплуатации, испытаниях электроэнергетического и электротехнического оборудования, систем электропривода, способность оформлять техническую документацию на различных стадиях разработки объектов профессиональной деятельности	ПК-2	ПК-2.1. Способен к разработке электроэнергетического и электротехнического оборудования, систем электропривода. ПК-2.2. Знает правила ввода в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования, систем электропривода. 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.

Продолжение таблицы 1

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способность участвовать в планировании, проведении, подготовке и исследованиях электромеханических преобразователей энергии, электрических и электронных аппаратов, выполнении и обработке результатов экспериментов, готовность к составлению обзоров и отчетов по результатам выполненной работы, контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации	ПК-4	<p>ПК-4.1. Способен участвовать в планировании, проведении, подготовке и исследованиях электромеханических преобразователей энергии, электрических и электронных аппаратов, выполнении и обработке результатов экспериментов.</p> <p>ПК-4.2. Умеет составлять обзоры и отчеты по результатам выполненной работы.</p> <p>ПК-4.3. Способен разрабатывать предпроектную документацию соответствующую техническому заданию и нормативно-технической документации с учетом результатов исследований и требований нормативно-технической документации.</p>

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 8,5 зачётных единицы, 306 ак. ч. Трудоёмкость курсового проекта составляет 1,5 зачетных единицы, 54 ак. ч.

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

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	
		4	5
Аудиторная работа, в том числе:	171	108	53
Лекции (Л)	99	54	45
Практические занятия (ПЗ)	18	18	-
Лабораторные работы (ЛР)	54	36	18
Курсовая работа/курсовой проект	-	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	207	90	117
Подготовка к лекциям	22	12	10
Подготовка к лабораторным работам	32	16	16
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	16	16	-
Выполнение курсового проекта	54	-	54
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-	-
Домашнее задание	-	-	-
Подготовка к контрольной работе	9	6	3
Подготовка к коллоквиумам	9	6	3
Аналитический информационный поиск	9	6	3
Работа в библиотеке	8	4	4
Подготовка к экзамену	48	24	24
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э(4, 5)	Э	Э
Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (ДЗ)	-	-	ДЗ
Общая трудоёмкость дисциплины			
Ак. ч.	378	198	180
З. е.	10,5	5,5	5

5 Содержание дисциплины

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

- тема 1 (Электрические машины постоянного тока);
- тема 2 (Трансформаторы);
- тема 3 (Общие вопросы электрических машин переменного тока);
- тема 4 (Асинхронные машины);
- тема 5 (Синхронные машины);
- тема 6 (Электрические машины систем автоматики).

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

Таблица 3.1 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения, 4 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	Электрические машины постоянного тока	Основной тип машины постоянного тока и основные элементы ее конструкции. Выпрямление переменного тока в постоянный при помощи коллектора.	4	–	–	Вводное занятие	2
		Магнитная цепь машины постоянного тока на холостом ходу. Обмотки и ЭДС якоря машины постоянного тока.	4	Якорные обмотки машин постоянного тока	4	Исследование генератора независимого возбуждения	4
		Реакция якоря машины постоянного тока.	4	–	–	Исследование генератора параллельного возбуждения	4
		Сущность процесса коммутации. Способы улучшения коммутации.	2	–	–	Исследование двигателя параллельного возбуждения	4
		Классификация генераторов постоянного тока по способу возбуждения. Условия самовозбуждения. Основные характеристики генераторов постоянного тока.	4	Расчет характеристик генераторов постоянного тока	2	Исследование двигателя последовательного возбуждения	4
	Способы пуска двигателей постоянного тока. Рабочие характеристики двигателей. Механические характеристики двигателей. Регулирование частоты вращения	4	Расчет характеристик двигателей постоянного тока	2	Исследование ЭМУ	4	
	Электромашинный усилитель.	2	–	–	–	–	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	Трансформаторы	Основные типы трансформаторов. Физические условия работы трансформаторов. Приведенный трансформатор. Схема замещения трансформатора.	4	Расчет параметров схемы замещения трансформаторов	2	-	-
		Холостой ход однофазного трансформатора. Холостой ход трехфазного трансформатора. Режим короткого замыкания трансформаторов. Работа трансформатора под нагрузкой. Векторные диаграммы трансформаторов при различных видах нагрузки.	4	-	-	Исследование однофазного трансформатора	4
3	Общие вопросы электрических машин переменного тока	Параллельная работа трехфазных трансформаторов.	4	-	-	-	-
		Принцип действия электрических машин переменного тока. Получение кругового поля в трехфазных машинах переменного тока.	4	Построение векторных диаграмм трансформаторов	2	Определение групп соединения обмоток трансформатора	4
		Трехфазная асинхронная машина при неподвижном роторе.	4	Схемы обмоток статоров машин переменного тока	4	Параллельная работа трансформаторов	4
		Трехфазная асинхронная машина при вращающемся роторе. Уравнения МДС и векторные диаграммы.	4	Построение векторных диаграмм асинхронных машин	2	Защита лабораторных работ	2
Всего аудиторных часов			54		18		36

Таблица 3.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения, 5 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	Асинхронные машины	Т-образная схема замещения асинхронной машины. Режимы работы и векторные диаграммы.	4	–	–	Вводное занятие	2
		Вращающие моменты и мощности асинхронной машины. Механическая характеристика.	4	–	–	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	2
		Г-образная схема замещения асинхронной машины. Круговые диаграммы.	2	–	–	Асинхронный двигатель с фазным ротором	2
5	Синхронные машины	Способы пуска трехфазных асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей.	4	–	–	Исследование нагрева асинхронного двигателя	2
		Принцип действия синхронного генератора. Реакция якоря синхронного генератора при симметричной нагрузке.	3	–	–	Исследование синхронного генератора	2
		Диаграммы напряжений трехфазного синхронного генератора при симметричной нагрузке.	4	–	–		
		Характеристики синхронного генератора. Параллельная работа синхронных машин. Угловые характеристики.	4	–	–		
		Синхронный двигатель и синхронный компенсатор. Диаграмма напряжений синхронного двигателя.	4	–	–	Исследование синхронного двигателя	2
		Рабочие характеристики синхронного двигателя. Способы пуска синхронного двигателя.	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	Электрические машины систем автоматизации	Конструкция, принцип действия и характеристики силовых микродвигателей	4	–	–	Исследование реактивного синхронного двигателя	2
		Конструкция, принцип действия и характеристики исполнительных двигателей систем автоматизации	4	–	–	Исследование электрического машинного усилителя	2
		Информационные электрические машины	4	–	–	Защита лабораторных работ	2
	Всего аудиторных часов		45				18

Таблица 4.1 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения, 5 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	Электрические машины постоянного тока	Основной тип машины постоянного тока и основные элементы ее конструкции. Способы пуска двигателей постоянного тока. Рабочие характеристики двигателей. Механические характеристики двигателей.	1	Расчеты магнитных цепей машин постоянного тока	2	Исследование генератора независимого возбуждения	2	
2	Трансформаторы	Основные типы трансформаторов. Физические условия работы трансформаторов. Приведенный трансформатор. Схема замещения трансформатора.	2	–	–	Исследование двигателя параллельного возбуждения	2	
3	Общие вопросы электрических машин переменного тока	Принцип действия электрических машин переменного тока. Получение кругового поля в трехфазных машинах переменного тока.	2	–	–	Исследование однофазного трансформатора	2	
	Всего аудиторных часов							6

Таблица 4.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная 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.
4	Асинхронные машины	Принцип действия асинхронных машин. Получение кругового поля в трехфазных машинах переменного тока. Способы пуска трехфазных асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей.	1	–	–	Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	2
5	Синхронные машины	Принцип действия синхронного генератора. Рабочие характеристики синхронного двигателя. Способы пуска синхронного двигателя.	2	–	–	Исследование синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением	2
6	Электрические машины систем автоматики	Конструкция, принцип действия и характеристики силовых микродвигателей	2	–	–	–	–
	Всего аудиторных часов		6				4

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-5, ПК-2, ПК-4	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена
ОПК-3, ОПК-5, ПК-2, ПК-4	Дифференцированный зачет	Комплект контролирующих материалов для защиты курсового проекта

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 коллоквиума) – всего 60 баллов;
- лабораторные работы – всего 40 баллов;

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 «Электрические машины» 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 в каждом семестре выполняют контрольную работу по имеющимся методическим указаниям.

6.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Электрические машины постоянного тока

- 1) Сформулируйте основные законы физики, лежащие в основе принципа действия машин постоянного тока.
- 2) Опишите конструкцию электрических машин постоянного тока.
- 3) Какова роль коллектора в электрических машинах постоянного тока?
- 4) Как рассчитывается магнитная цепь машины постоянного тока и кривая намагничивания машины.
- 5) Какие принципы лежат в основе построения схем якорных обмоток машин постоянного тока?
- 6) Опишите конструкцию простых обмоток якоря машины постоянного тока.
- 7) Опишите конструкцию сложных обмоток якоря машины постоянного тока.
- 8) Какое влияние оказывает реакция якоря машины постоянного тока на работу генераторов и двигателей?
- 9) В чем сущность процесса коммутации машин постоянного тока?
- 10) Каковы причины искрения электромагнитного, потенциального и механического характера на коллекторе машин постоянного тока?

- 11) Какие средства улучшения коммутации применяются в машинах постоянного тока?
- 12) Какие виды потерь мощности присутствуют в электрических машинах?
- 13) Объясните энергетическую диаграмму генератора постоянного тока.
- 14) Приведите уравнение равновесия ЭДС генератора постоянного тока.
- 15) От чего зависит электромагнитный момент генератора постоянного тока?
- 16) Какие существуют виды генераторов постоянного тока?
- 17) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока независимого возбуждения.
- 18) Сформулируйте условия самовозбуждения генераторов постоянного тока.
- 19) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока параллельного возбуждения.
- 20) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока последовательного возбуждения.
- 21) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока смешанного возбуждения.
- 22) Как происходит параллельная работа генераторов постоянного тока?
- 23) В чем заключается принцип обратимости электрических машин? Приведите уравнение равновесия ЭДС двигателя постоянного тока.
- 24) Какие существуют способы пуска двигателя постоянного тока?
- 25) Объясните вид рабочих характеристик двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
- 26) Объясните вид рабочих характеристик двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.
- 27) Объясните вид рабочих характеристик двигателя постоянного тока смешанного возбуждения.
- 28) Объясните вид механических характеристики двигателей постоянного тока с различными схемами возбуждения.
- 29) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения введением реостата в цепь якоря?
- 30) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения ослаблением магнитного потока?

31) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения введением реостата в цепь якоря?

32) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения ослаблением магнитного потока?

Тема 2 Трансформаторы

1) Объясните конструкцию и принцип действия силовых трансформаторов.

2) Приведите уравнения ЭДС и МДС трансформатора.

3) Объясните понятие приведенного трансформатора. Приведите схему замещения приведенного трансформатора.

4) Опишите режим холостого хода однофазного трансформатора.

5) Опишите режим короткого замыкания однофазного трансформатора.

6) Как происходит работа однофазного трансформатора на нагрузку. Приведите векторные диаграммы однофазного трансформатора при работе на различные виды нагрузки.

7) Объясните вид внешней характеристики трансформатора.

8) Какие конструктивные схемы трехфазных трансформаторов вам известны?

9) Что такое схемы и группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов?

10) Какие существуют условия параллельной работы трехфазных трансформаторов?

11) Как происходит параллельная работа трансформаторов при разных коэффициентах трансформации?

12) Как происходит параллельная работа трансформаторов при разных напряжениях короткого замыкания?

13) Возможна ли параллельная работа трансформаторов, принадлежащих к разным группам соединения обмоток?

Тема 3 Общие вопросы электрических машин переменного тока

1) Опишите конструкцию и принцип действия трехфазных асинхронных двигателей.

2) Каким образом осуществляется получение кругового магнитного поля в трехфазных асинхронных двигателях?

3) Как можно получить круговое магнитное поле при различном числе фаз обмотки?

4) Напишите выражения для пульсирующих и вращающихся магнитных полей.

5) Каким образом можно представить вращающееся поле суммой пульсирующих и наоборот?

6) Напишите систему уравнений, описывающих электромагнитные процессы в электрических машинах переменного тока.

7) Как работает асинхронная машина при неподвижном роторе? Как осуществляется приведение параметров обмотки ротора к обмотке статора?

8) Как осуществляется приведение вращающегося ротора к неподвижному?

Тема 4 Асинхронные машины

1) Объясните T – образную схему замещения асинхронной машины.

2) Для чего используется Г-образная схема замещения асинхронной машины?

3) Как строится круговая диаграмма асинхронной машины?

4) Какие существуют способы пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором?

5) Какие существуют способы пуска асинхронных двигателей с фазным ротором?

6) Какие существуют способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором?

7) Какие существуют способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей с фазным ротором?

8) Объясните вид рабочих характеристик трехфазных асинхронных двигателей.

9) Объясните вид механической характеристики асинхронной машины.

10) Как достигается улучшение пусковых характеристик асинхронных двигателей? Как при этом используется эффект вытеснения тока?

Тема 5 Синхронные машины

1) Объясните принцип действия синхронного генератора и синхронного двигателя.

2) Какие конструктивные формы исполнения синхронных машин вам известны?

3) Как проявляется реакция якоря синхронного генератора?

4) В чем заключается сущность теории двух реакций.

5) Объясните построение диаграммы Потье трехфазного неявнополус-

ного синхронного генератора.

6) Объясните построение диаграммы Blondеля трехфазного явнополюсного синхронного генератора при симметричной нагрузке.

7) Какие сопротивления имеет синхронная машина при установившемся симметричном режиме работы?

8) Объясните вид характеристик синхронного генератора.

9) Как происходит параллельная работа синхронных генераторов с сетью?

10) Объясните вид угловых характеристик синхронных машин.

11) Проанализируйте уравнения мощности и момента синхронного двигателя.

12) Постройте упрощенную векторную диаграмму синхронного двигателя.

13) Объясните вид У-образных характеристик синхронного двигателя.

14) Какие существуют способы пуска синхронных двигателей?

15) Объясните вид рабочих характеристик синхронного двигателя.

16) Объясните назначение и принцип работы синхронного компенсатора.

Тема 6 Электрические машины систем автоматики

1) Какие требования предъявляются к исполнительным двигателям систем автоматики?

2) Какие конструкции асинхронных исполнительных двигателей вам известны?

3) Опишите различные способы управления асинхронными исполнительными двигателями.

4) Какие существуют виды самохода исполнительных двигателей и способ его уменьшения?

5) Пишите механические и регулировочные характеристики асинхронных исполнительных двигателей при различных видах управления.

6) Какие конструкции исполнительных двигателей постоянного тока вам известны?

7) Опишите различные способы управления исполнительными двигателями постоянного тока и приведите механические и регулировочные характеристики.

8) Дайте общую характеристику информационных электрических микромашин.

9) Какие требования предъявляются к тахогенераторам?

10) Какие особенности имеют тахогенераторы постоянного тока с электромагнитным возбуждением?

11) Какие особенности имеют тахогенераторы постоянного тока с по-

стоянными магнитами?

12) В чем причина пульсаций выходного напряжения тахогенераторов постоянного тока и каким образом их уменьшают?

13) Почему появляется асимметрия выходного напряжения тахогенераторов постоянного тока?

14) Объясните принцип действия асинхронных тахогенераторов.

15) Почему появляется нулевое напряжение асинхронных тахогенераторов и какие существуют способы его снижения?

16) Почему появляется асимметрия выходного напряжения асинхронных тахогенераторов и какие существуют способы ее снижения?

17) Какое применение находят тахогенераторы в схемах автоматики?

18) Поясните конструкцию и принцип действия асинхронных тахогенераторов.

19) Как происходит работа однофазных сельсинов в индикаторном и трансформаторном режимах?

20) Как происходит работа трехфазных сельсинов в индикаторном и трансформаторном режимах?

21) Поясните конструкцию и принцип действия вращающихся трансформаторов различных типов.

22) В чем заключается сущность первичного и вторичного симметрирования вращающихся трансформаторов?

23) Поясните конструкцию, принцип действия и области применения магнесинов.

6.5 Вопросы для подготовки к экзаменам (тестовым коллоквиумам)

Вопросы для подготовки к экзамену за 4 семестр

1) Сформулируйте основные законы физики, лежащие в основе принципа действия машин постоянного тока (генераторов и двигателей).

2) Опишите конструкцию электрических машин постоянного тока объясните назначение ее основных узлов и деталей.

3) Какую роль выполняет коллектор в электрических машинах постоянного тока?

4) На основании каких законов рассчитывается магнитная цепь машины постоянного тока и кривая намагничивания машины?

5) Какие принципы лежат в основе построения схем якорных обмоток машин постоянного тока?

6) Опишите конструкцию простых барабанных обмоток якоря машины постоянного тока.

7) Опишите конструкцию сложных барабанных обмоток якоря машины постоянного тока.

8) Опишите конструкцию комбинированной (лягушачьей) обмотки якоря машины постоянного тока.

9) В каких случаях возникает поперечная реакция якоря и каким образом она влияет на результирующее магнитное поле и характеристики генераторов и двигателей?

10) В каких случаях возникает продольная реакция якоря и каким образом она влияет на результирующее магнитное поле и характеристики генераторов и двигателей?

11) В чем сущность процесса коммутации машин постоянного тока?

12) Каковы причины искрения электромагнитного характера на коллекторе машин постоянного тока?

13) Каковы причины искрения потенциального характера на коллекторе машин постоянного тока?

14) Каковы причины искрения механического характера на коллекторе машин постоянного тока?

15) Какие средства улучшения коммутации применяются в машинах постоянного тока?

16) Какие виды потерь мощности присутствуют в электрических машинах?

17) По какому признаку потери мощности в электрических машинах делятся на основные и добавочные? Приведите конкретные примеры обоих видов потерь.

18) Объясните энергетическую диаграмму генератора постоянного тока.

19) Объясните энергетическую диаграмму двигателя постоянного тока.

20) Приведите уравнение равновесия ЭДС генератора постоянного тока.

21) От чего зависит электромагнитный момент генератора постоянного тока?

22) Какие существуют виды генераторов постоянного тока?

23) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока независимого возбуждения.

24) Сформулируйте условия самовозбуждения генераторов постоянного тока.

25) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока параллельного возбуждения.

26) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока последовательного возбуждения.

27) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока смешанного возбуждения.

28) Как происходит параллельная работа постоянного тока? Сформулируйте условия включения генератора на параллельную работу с сетью.

30) В чем заключается принцип обратимости электрических машин? Приведите уравнение равновесия ЭДС двигателя постоянного тока.

31) В чем недостатки прямого пуска двигателя постоянного тока?

32) Как осуществляется реостатный пуск двигателя постоянного тока? Как рассчитывается величина сопротивления пускового реостата?

33) Какие особенности имеет пуск двигателя постоянного тока при пониженном подводимом напряжении?

34) Объясните вид рабочих характеристик двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

35) Объясните вид рабочих характеристик двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

36) Объясните вид рабочих характеристик двигателя постоянного тока смешанного возбуждения.

37) Объясните вид механических характеристики двигателей постоянного тока параллельного возбуждения.

38) Объясните вид механических характеристики двигателей постоянного тока последовательного возбуждения.

39) Объясните вид механических характеристики двигателей постоянного тока смешанного возбуждения.

40) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения введением реостата в цепь якоря?

41) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения ослаблением магнитного потока?

42) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения введением реостата в цепь якоря?

43) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения ослаблением магнитного потока?

44) Поясните конструкцию и принцип действия электромашинного усилителя.

45) Поясните основные характеристики электромашинного усилителя.

46) Какова роль трансформатора в процессе передачи и распределения электроэнергии?

47) Перечислите основные элементы активных частей трансформатора.

48) На каком физическом явлении основан принцип действия трансформатора?

49) Укажите взаимосвязь между электрическими и магнитными величинами в трансформаторе.

50) Объясните понятие приведенного трансформатора. Каким образом осуществляется приведение параметров вторичной обмотки к первичной?

51) Начертите схему замещения приведенного трансформатора. Какой физический смысл имеют параметры схемы замещения?

52) Какие опыты позволяют определить величины параметров схемы замещения трансформатора?

53) Как происходит работа трансформатора в режиме холостого хода? Приведите векторную диаграмму и схему замещения для этого режима?

54) Как происходит работа трансформатора в режиме короткого замыкания? Приведите векторную диаграмму и схему замещения для этого режима?

55) Как происходит работа однофазного трансформатора на активно-индуктивную нагрузку? Приведите векторные диаграммы однофазного трансформатора для этого случая.

56) Как происходит работа однофазного трансформатора на активно-емкостную нагрузку? Приведите векторные диаграммы однофазного трансформатора для этого случая.

57) Объясните вид внешней характеристики трансформатора при работе на различные виды нагрузки.

58) Что такое схемы и группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов?

59) Чем отличается работа трехфазных трансформаторов на холостом ходу при соединении обмоток по схеме «звезда-звезда»?

60) Чем отличается работа трехфазных трансформаторов на холостом ходу при соединении обмоток по схеме «звезда-треугольник»?

61) Чем отличается работа трехфазных трансформаторов на холостом ходу при соединении обмоток по схеме «треугольник-звезда»?

62) Сформулируйте условия параллельной работы трехфазных трансформаторов.

63) Как происходит параллельная работа трансформаторов при разных коэффициентах трансформации?

64) Как происходит параллельная работа трансформаторов при разных напряжениях короткого замыкания?

65) Возможна ли параллельная работа трансформаторов, принадлежащих к разным группам соединения обмоток?

66) Каким образом можно экспериментально определить группу соединения обмоток трансформаторов?

67) Что такое «напряжение короткого замыкания трансформатора» и как его можно определить экспериментально?

Вопросы для подготовки к экзамену за 5 семестр

1) Опишите конструкцию и принцип действия трехфазных асинхронных двигателей.

2) Каким образом осуществляется получение кругового магнитного поля в трехфазных асинхронных двигателях?

3) Как работает асинхронная машина при неподвижном роторе? Как осуществляется приведение параметров обмотки ротора к обмотке статора?

4) Как осуществляется приведение вращающегося ротора к неподвижному? Объясните T – образную схему замещения асинхронной машины.

5) Как осуществляется переход от T – образной к Г – образной схеме замещения?

6) Для чего используется Г-образная схема замещения асинхронной машины?

7) Как строится круговая диаграмма асинхронной машины?

8) Как по круговой диаграмме строятся рабочие характеристики асинхронного двигателя?

9) Как осуществляется реакторный пуск асинхронного двигателя?

10) Как осуществляется автотрансформаторный пуск асинхронного двигателя?

11) Как осуществляется пуск асинхронного двигателя переключением схемы обмотки статора?

12) Какие существуют способы пуска асинхронных двигателей с фазным ротором?

13) Охарактеризуйте регулирование частоты вращения асинхронного двигателя путем изменения величины подводимого напряжения?

14) Охарактеризуйте регулирование частоты вращения асинхронного двигателя путем изменения количества полюсов обмотки статора?

15) Охарактеризуйте регулирование частоты вращения асинхронного двигателя путем изменения частоты подводимого напряжения?

16) Охарактеризуйте возможности регулирования частоты вращения асинхронного двигателя с фазным ротором?

- 17) Объясните вид рабочих характеристик трехфазных асинхронных двигателей.
- 18) Объясните вид механической характеристики асинхронной машины.
- 19) Как достигается улучшение пусковых характеристик асинхронных двигателей? Как при этом используется эффект вытеснения тока?
- 20) Как перевести асинхронную машину из двигательного режима работы в генераторный?
- 21) По какой причине асинхронные генераторы не находят широкого применения в промышленности?
- 22) Приведите уравнения МДС трехфазных распределительных обмоток переменного тока: МДС катушки, МДС катушечной группы, МДС фазы, МДС трехфазной обмотки.
- 23) Охарактеризуйте работу асинхронной машины при неподвижном роторе: режим трансформатора, трехфазный индукционный регулятор, фазорегулятор, регулируемое индукционное сопротивление.
- 24) Приведите энергетическую диаграмму асинхронного двигателя.
- 25) Выведите формулу, показывающую зависимость электромагнитного момента асинхронной машины от скольжения.
- 26) Как проводятся опыты холостого хода и короткого замыкания асинхронного двигателя?
- 27) Как производится построение круговой диаграммы асинхронной машины по опытным данным?
- 28) Объясните принцип действия синхронного генератора и синхронного двигателя.
- 29) Какие конструктивные формы исполнения синхронных машин вам известны?
- 30) Как проявляется реакция якоря синхронного генератора?
- 31) В чем заключается сущность теории двух реакций.
- 32) Объясните построение диаграммы Потье трехфазного неявнополюсного синхронного генератора.
- 33) Объясните построение диаграммы Blondеля трехфазного явнополюсного синхронного генератора при симметричной нагрузке.
- 34) Какие сопротивления имеет синхронная машина при установившемся симметричном режиме работы?
- 35) Объясните вид характеристик синхронного генератора.
- 36) Как происходит параллельная работа синхронных генераторов с сетью?

- 37) Объясните вид угловых характеристик синхронных машин.
- 38) Проанализируйте уравнения мощности и момента синхронного двигателя.
- 39) Постройте упрощенную векторную диаграмму синхронного двигателя.
- 40) Объясните вид У–образных характеристик синхронного двигателя.
- 41) Какие существуют способы пуска синхронных двигателей?
- 42) Объясните вид рабочих характеристик синхронного двигателя.
- 43) Объясните назначение и принцип работы синхронного компенсатора.
- 44) Сформулируйте условия подключения генератора на параллельную работу с сетью.
- 45) Объясните природу появления одноосного момента при асинхронном пуске синхронного двигателя.
- 46) Какие преимущества и недостатки имеют синхронные двигатели по сравнению с асинхронными?
- 47) Какими способами осуществляется электрическое торможение асинхронных двигателей?
- 48) Какие преимущества и недостатки имеют синхронные генераторы по сравнению с асинхронными?
- 49) Какие требования предъявляются к исполнительным двигателям систем автоматики?
- 50) Какие конструкции асинхронных исполнительных двигателей вам известны?
- 51) Опишите различные способы управления асинхронными исполнительными двигателями.
- 52) Какие существуют виды самохода исполнительных двигателей и способ его уменьшения?
- 53) Пишите механические и регулировочные характеристики асинхронных исполнительных двигателей при различных видах управления.
- 54) Какие конструкции исполнительных двигателей постоянного тока вам известны?
- 55) Опишите различные способы управления исполнительными двигателями постоянного тока и приведите механические и регулировочные характеристики.
- 56) Дайте общую характеристику информационных электрических микромашин.
- 57) Какие особенности имеют тахогенераторы постоянного тока с электромагнитным возбуждением?
- 58) Какие особенности имеют тахогенераторы постоянного тока с постоянными магнитами?

59) В чем причина пульсаций выходного напряжения тахогенераторов постоянного тока и каким образом их уменьшают?

60) Объясните принцип действия асинхронных тахогенераторов.

61) Почему появляется нулевое напряжение асинхронных тахогенераторов и какие существуют способы его снижения?

62) Почему появляется асимметрия выходного напряжения асинхронных тахогенераторов и какие существуют способы ее снижения?

63) Как происходит работа однофазных сельсинов в индикаторном и трансформаторном режимах?

64) Как происходит работа трехфазных сельсинов в индикаторном и трансформаторном режимах?

6.6 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

По дисциплине предусмотрен курсовой проект на тему «Проектирование двигателя постоянного тока» трудоемкостью 1,5 зачетных единицы, 54 ак. ч. Группы ЭМА выполняют курсовой проект в 5 семестре, группы ЭМА-з в 6 семестре. Все часы отведены на самостоятельную работу студентов. Курсовой проект выполняется по пособию:

Заблодский, Н.Н. Расчет и конструирование двигателя постоянного тока с применением ПЭВМ : учеб.-метод. пособие (для студ. электротехн. спец.) / Н.Н. Заблодский, Л.Н. Комарцева; Каф. электрических машин и аппаратов. — Алчевск : ДГМИ, 2003 . — 105 с.
http://library.dstu.education/list.php?IDlist=Q_1.

Кроме этого, используется литература, приведенная в разделе 7.1.

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 35-40 страниц. В ней должны содержаться следующие разделы:

Введение;

Выбор главных размеров;

Расчет обмотки якоря;

Расчет геометрии зубцовой зоны;

Определение размеров магнитной цепи;

Расчет кривой намагничивания двигателя;

Расчет параллельной обмотки возбуждения;

Расчет коллектора и коммутационных параметров;

Расчет обмотки добавочных полюсов;

Расчет потерь и КПД двигателя;

Расчет рабочих характеристик;

Тепловой расчет;

Вентиляционный расчет;

Выводы.

В графической части проекта должны быть выполнены чертежи листа якоря, междуполюсного окна и развернутая схема обмотки статора.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Копылов, И. П. Электрические машины: учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 669 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18684-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/545357> (дата обращения: 22.08.2024).

2. Встовский, А.Л. Электрические машины: учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / А.Л. Встовский . — М. : ИНФРА-М ; Красноярск : СФУ, 2022 . — 462 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат) . — ISBN 978-5-16-016213-3. http://library.dstu.education/list.php?IDlist=Q_3. В наличии 5 экземпляров

3. Галишников, Ю. П. Трансформаторы и электрические машины: / Ю.П. Галишников. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 216 с. : ил., табл., схем., граф. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618465> (дата обращения 22.08.24)

Дополнительная литература

1. Вольдек, А.И. Электрические машины [Текст] : учеб. для вузов / А.И. Вольдек. — Л.: Энергия, 1974. — 840 с.
<https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

2. Кацман, М. М. К Электрические машины: Учеб. для электротехн. средн. спец. учебных заведений / М. М Кацман. — 4-е изд. — М: Высш. шк, 2003. — 469 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

3. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. В 2-х т. Том 1: Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство МЭИ, 2004. — 656 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

4. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины: Учебник для вузов. В 2-х т. Том 2. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство МЭИ, 2004. — 532 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

Учебно-методическое обеспечение

1. Методические указания к выполнению лабораторной работы ТЗ «Параллельная работа трехфазных трансформаторов» по курсу «Электрические машины» : (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и

электротехника» 2 курса всех форм обуч.) / сост. Л.Н. Комаревцева, А.П. Овчар, А.К. Ровенская ; Каф. Электрических машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 12 с.

<https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

2. Методические указания к выполнению лабораторной работы Т1 «Однофазный трансформатор» по курсу «Электрические машины» : (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 2 курса всех форм обуч.) / сост. Л.Н. Комаревцева, А.П. Овчар, А.К. Ровенская ; Каф. Электрических машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 13 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

3. Методические указания к выполнению лабораторной работы А2 «Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором» по курсу «Электрические машины»: (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 3 курса всех форм обуч.) / сост. Л.Н. Комаревцева, А.П. Овчар, А.К. Ровенская ; Каф. Электрических машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 17 с.

<https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

4. Методические указания к выполнению лабораторной работы П2 «Генератор постоянного тока параллельного возбуждения» по курсу «Электрические машины»: (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 2 курса всех форм обуч.) ; Каф. Электрических машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 21 с.

<https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

5. Методические указания к выполнению лабораторной работы П1 «Генератор постоянного тока независимого возбуждения» по курсу «Электрические машины»: (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 2 курса всех форм обуч.) / сост. Л.Н. Комаревцева, А.П. Овчар, А.К. Ровенская ; Каф. Электрических машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 23 с.

<https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

6. Методические указания к выполнению лабораторной работы А4 «Двигатель Шраге–Рихтера» по курсу «Электрические машины»: (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 3 курса всех форм обуч.) / сост. Л.Н. Комаревцева, А.П. Овчар, А.К. Ровенская ; Каф. Электрических машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 12 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

7. Методические указания к выполнению лабораторной работы А1 «Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором» по курсу «Электрические машины»: (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 3 курса всех форм обуч.) ; Каф. Электриче-

ских машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 20 с.
<https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

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.

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

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<p>Специальные помещения: <i>Лаборатория электромеханических устройств для энергосберегающих технологий (24 посадочных мест),</i> Стол лабораторный для исследования сельсинов – 1 шт.; Стол лабораторный для исследования техогенераторов – 1 шт.; Комплектный преобразовательный модуль переменного тока; Трансформатор трехфазный понижающий; Пост вакуумный универсальный ВУП-5М-01; Доска для написания мелом; Мультимедийный проектор; Настенный экран; Персональный компьютер – 6 шт. Аудитории для проведения практических занятий, для самостоятельной работы: <i>Лаборатория моделирования электромеханических устройств(18 посадочных мест),</i> Персональные компьютеры – 7 шт.; Многофункциональное устройство, принтер, сканер; Доска для написания мелом; Комплект информационных планшетов. <i>Лаборатория электрических машин (25 посадочных мест)</i> Стол лабораторный для исследования асинхронных машин и машин постоянного тока – 2 шт.; Стол лабораторный для исследования трехфазных трансформаторов – 3 шт.; Стол лабораторный для исследования низкотемпературного нагрева – 1 шт.; Стол лабораторный для исследования двигателя Шраге-Рихтера и однофазного трансформатора – 1 шт.; Стол лабораторный для исследования асинхронного двигателя с фазным ротором и электромашинного усилителя – 2 шт.; Стол лабораторный для исследования синхронного генератора – 1 шт.; Стол лабораторный для исследования синхронного двигателя – 1 шт.; Источник постоянного тока (ЗУК); Понижающий трансформатор; Доска для написания мелом; Наглядные пособия, электрические машины, модель вулканизатора</p>	<p>ауд. 129 корп. первый</p> <p>ауд. 229 корп. первый</p> <p>ауд 130, корп. первый</p>

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.)

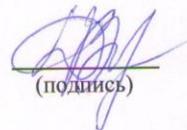
Заведующий кафедрой


(подпись) Д. И. Морозов
(Ф.И.О.)

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

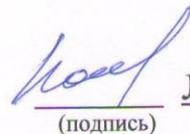
от 22.08.2024г.

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	