

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
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

Моделирование электромеханических систем
(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: формирование навыков использования методов математического моделирования для описания основных электромеханических объектов и систем, а также использования пакетов прикладных математических программ для решения научных и инженерных задач, формирование основных научно-практических, общесистемных знаний в области моделирования электромеханических систем.

Задачи изучения дисциплины: формирование базы знаний в области разработки моделей электромеханических систем, создание условий, обеспечивающих овладение студентами навыками, умениями и приобретение ими опыта при создании и анализе математических моделей систем, изучение вопросов применения различных способов и средств моделирования электротехнических комплексов и систем.

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

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», часть блока «Элективные дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электрические машины и аппараты. Беспилотная техника»).

Дисциплина основывается на базе дисциплин: «Информатика», «Высшая математика», «Теоретические основы электротехники».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Научно-исследовательская работа», выпускная квалификационная работа.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с применением вычислительной техники и программного обеспечения в различных сферах деятельности.

Курс является фундаментом для формирования навыков и умений по моделированию электромеханических систем.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (66 ак.ч. для групп ЭМАБП, 28 ак.ч. для группы ЭМАБП-з), лабораторные занятия (66 ак.ч. для групп ЭМАБП, 22 ак.ч. для группы ЭМАБП-з) и самостоятельная работа студента (120 ак.ч. для групп ЭМАБП, 212 ак.ч. для группы ЭМАБП-з).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах для группы ЭМАБП и на 5 курсе в 9 и 10 семестрах для группы ЭМАБП-з. Форма промежуточной аттестации – зачет в 7 семестре и экзамен в 8 семестре ЭМАБП, зачет в 9 семестре и экзамен в 10 семестре для группы ЭМАБП-з.

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

Процесс изучения дисциплины «Моделирование электромеханических систем» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – 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-1.3. 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-4.2. Умеет применять метод анализа, моделирования электрических цепей постоянного и переменного тока, режимов работы трансформаторов, электрических машин.
Способен: – использовать методы анализа, расчета и моделирования электромеханических преобразователей энергии, электромеханических систем и их элементов; – 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 энергообеспечении, в проектировании элементов систем управления; – применять методы автоматического управления при разработке электромеханических систем	ПК-1	ПК-1.3. Рассчитывает и моделирует электромеханические системы и их элементы на базе стандартных пакетов прикладных программ. Подготавливает разделы проектной документации на основе типовых технических решений, оформляет результаты проектных работ в соответствии с техническим заданием, стандартами, техническими условиями и другим нормативным документами

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 7 зачётных единицы, 252 ак.ч.

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

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак. ч.	Ак.ч. по семестрам	
		7	8
Аудиторная работа, в том числе:	132	36	96
Лекции (Л)	66	18	48
Практические занятия (ПЗ)	–	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	66	18	48
Курсовая работа/курсовой проект	–	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	84	36	84
Подготовка к лекциям	33	9	24
Подготовка к лабораторным работам	66	18	48
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	0	0	0
Выполнение курсовой работы / проекта	0	0	0
Расчетно-графическая работа (РГР)	0	0	0
Реферат (индивидуальное задание)	0	0	0
Домашнее задание	0	0	0
Подготовка к контрольной работе	0	0	0
Подготовка к коллоквиумам	11	5	6
Аналитический информационный поиск	0	0	0
Работа в библиотеке	0	0	0
Подготовка к зачету / экзамену	10	4	6
Промежуточная аттестация – зачет (З), экзамен (Э)		3	Э
Общая трудоемкость дисциплины			
Ак. ч.	252	72	180
З. е.	7	2	5

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п. 3 дисциплина разбита на 5 тем:

- тема 1 (Основные понятия, определения, возможности и виды моделирования электромеханических систем. Классификация математических моделей);
- тема 2 (Схемотехническое моделирование);
- тема 3 (Математические модели механической части электропривода);
- тема 4 (Математическое моделирование машин постоянного и переменного тока);
- тема 5 (Математическое моделирование систем электропривода переменного тока).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблицах 5.1 – 5.4 соответственно.

Таблица 5.1 – 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.
1	Основные понятия, определения, возможности и виды моделирования электромеханических систем	Основные понятия, определения, возможности и виды моделирования электромеханических систем. Общие сведения о моделировании технических объектов и систем. Классификация математических моделей. Формы представления математических моделей. Взаимосвязь векторно-матричной формы описания объекта с его передаточной функцией Понятие о численном интегрировании дифференциальных уравнений.	6	–	–	Пакет MATLAB. Состав пакета. Интерфейс Построение графиков. Работа с векторами и матрицами Создание моделей в среде Simulink	10
2	Схемотехническое моделирование	Подходы в схемотехническом моделировании. Связь структурной и схемотехнической частей модели. Особенности формирования начальных условий модели	6	–	–	Исследование переходных процессов в линейных динамических цепях с использованием MATLAB/SimPowerSystem	4
3	Математические модели механической части электропривода	Модель механической части ЭП. Моделирование моментов сухого и вязкого трения. Модель рения покоя.	6	–	–	Моделирование динамики механической системы с реактивными силами	4
Всего аудиторных часов			18	–	–	–	18

Таблица 5.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная 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.
4	Математическое моделирование машин постоянного и переменного тока	Математическое описание ДПТ с независимым возбуждением, ДПТ с последовательным возбуждением, асинхронного двигателя, синхронного двигателя	20	–	–	Исследование динамики ДПТ с НВ. Исследование динамики ДПТ с ПВ. Моделирование асинхронной машины. Моделирование синхронной машины.	20
5	Математическое моделирование систем электропривода переменного тока	Замкнутая система частотного управления асинхронным двигателем с обеспечением закона U/f . Система частотно-токового управления асинхронным электроприводом. Электропривод по системе ТРН-АД. Система скалярного частотного управления асинхронным двигателем с обеспечением постоянства потокосцепления статора. Управляемый по ротору асинхронный электропривод по системе АВК	28	–	–	Система частотного управления асинхронным электроприводом. Система частотно-токового асинхронного электропривода. Электропривод по системе ТРН-АД. Система частотного управления асинхронным двигателем с обеспечением постоянства потокосцепления статора.	28
Всего аудиторных часов			48	–	–	–	48

Таблица 5.3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения, 9 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	Основные понятия, определения, возможности и виды моделирования электромеханических систем	Классификация математических моделей. Формы представления математических моделей. Понятие о численном интегрировании дифференциальных уравнений.	2	–	–	Пакет MATLAB. Работа с векторами и матрицами Создание моделей в среде Simulink	3
3	Математические модели механической части электропривода	Модель механической части ЭП. Моделирование моментов сухого и вязкого трения. Модель рения покоя.	2	–	–	Моделирование динамики механической системы с реактивными силами	3
Всего аудиторных часов			4	–	–	–	6

Таблица 5.4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения, 10 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	Математическое моделирование машин постоянного и переменного тока	Математическое описание ДПТ с независимым возбуждением, асинхронного двигателя	6	–	–	Исследование динамики ДПТ с НВ. Моделирование асинхронной машины	4
5	Математическое моделирование систем электропривода переменного тока	Замкнутая система частотного управления асинхронным двигателем с обеспечением закона U/f . Электропривод по системе ТРН-АД.	8	–	–	Система частотного управления асинхронным электроприводом. Электропривод по системе ТРН-АД.	12
Всего аудиторных часов			14	–	–	–	16

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 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-1, ОПК-4, ПК-1	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета
ОПК-1, ОПК-4, ПК-1	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

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

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (1 коллоквиум) – всего 40 баллов;
- лабораторные работы – всего 60 баллов.

Экзамен (зачет) 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.

Экзамен (зачет) по дисциплине «Моделирование электромеханических систем» 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 6.2.

Таблица 6.2 – 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 Основные понятия, определения, возможности и виды моделирования электромеханических систем. Классификация математических моделей

- 1) Каковы особенности воспроизведения различных процессов с использованием компьютерных программ для имитации и визуализации динамических систем?
- 2) Каковы особенности имитационного моделирования?
- 3) Как определяется эффективность функционирования объекта?
- 4) Как осуществляется формализация объекта?
- 5) Каковы особенности проектирования реальных процессов с использованием специализированных компьютерных программ?
- 6) Какие основные критерии используются для классификации математических моделей?
- 7) В каких формах могут быть представлены математические модели?
- 8) Как взаимосвязаны векторно-матричная форма описания объекта и его передаточная функция?
- 9) Какие преимущества и недостатки имеет векторно-матричная форма

представления математических моделей?

10) Как передаточная функция объекта может быть получена из его векторно-матричного описания?

Тема 2 Схемотехническое моделирование

11) Как в SimPower собрать схему RLC-цепи и провести анализ её переходных процессов?

2) Какие блоки SimPower лучше использовать для моделирования нелинейных элементов (например, конденсаторов с зависимостью ёмкости от напряжения)?

3) Как правильно задать начальные условия для тока в катушке индуктивности (L) и напряжения на конденсаторе (C) в SimPower?

4) Какие численные методы рекомендуется применять для расчёта переходных процессов в SimPower и как их выбрать?

5) Как моделировать переходные процессы в цепях с коммутациями (например, включение источника на RL-цепь)?

6) Как смоделировать датчик тока или напряжения в SimPower и подать его сигнал на систему управления?

7) Как работает блок *Ideal Switch* (идеальный ключ) в SimPower и какие параметры (сопротивление в открытом/закрытом состоянии, пороги переключения) нужно задавать?

8) Как смоделировать источник тока или напряжения в SimPower и подать его сигнал на систему управления?

9) Как задать начальные условия для тока в индуктивности и напряжения на ёмкости?

10) Как влияет шаг моделирования на точность расчёта переходных процессов в цепях с быстрыми коммутациями?

Тема 3 Математическая модель механической части электропривода

1) Какие основные элементы включаются в математические модели механических систем электроприводов?

2) Как описывается математическая модель механической части электропривода?

3) Какие физические величины учитываются при построении математической модели механической части электропривода?

4) Какие упрощения или допущения могут быть использованы при создании математической модели механической системы?

5) Какие варианты математического описания трения покоя можно реализовать при моделировании механической части электропривода?

Тема 4 Математическое моделирование машин постоянного и переменного тока

6) Какие основные уравнения электрического и механического баланса описывают ДПТ с независимым возбуждением?

7) Как записывается уравнение напряжения якорной цепи ДПТ с независимым возбуждением?

8) Как выражается электромагнитный момент ДПТ с независимым возбуждением через ток якоря?

9) Какие параметры входят в передаточную функцию ДПТ с независимым возбуждением при управлении по напряжению якоря?

10) Как выглядит структурная схема ДПТ с независимым возбуждением в пространстве состояний?

11) Чем отличаются уравнения напряжения для ДПТ с последовательным возбуждением от ДПТ с независимым возбуждением?

12) Как выражается электромагнитный момент ДПТ с последовательным возбуждением через ток якоря?

13) Почему механическая характеристика ДПТ с последовательным возбуждением имеет гиперболический вид?

14) Как можно линеаризовать модель ДПТ с последовательным возбуждением для малых отклонений?

15) Какие особенности структурного моделирования ДПТ с последовательным возбуждением по сравнению с независимым?

16) Как выбор системы координат (стационарной, связанной с потоком ротора, синхронно вращающейся) влияет на вид уравнений АД?

17) Как записывается модель асинхронного двигателя в векторной форме (уравнения Парка-Горева)?

18) Как выглядит структурная схема асинхронного двигателя в системе координат, вращающейся с синхронной скоростью?

19) Какие упрощения применяются при моделировании АД для частотного управления?

20) Как выражается электромагнитный момент АД через потокосцепления и токи статора/ротора?

21) Какие уравнения описывают синхронный двигатель с явнополюсным ротором в осях d-q?

22) Как записывается выражение электромагнитного момента СД с

учетом явнополюсности?

23) Какие особенности имеет структурная схема синхронного двигателя при векторном управлении?

24) Как учитывается демпферная обмотка в математической модели синхронного двигателя?

25) Чем отличается модель синхронного двигателя с постоянными магнитами от модели с обмоткой возбуждения?

Тема 5 Математическое моделирование систем электропривода переменного тока

26) Каковы основные принципы закона U/f при управлении асинхронным двигателем?

27) Как математически описывается зависимость напряжения от частоты в системе U/f ?

28) Какие параметры двигателя влияют на выбор кривой U/f ?

29) Какие методы используются для стабилизации момента при изменении нагрузки в системе U/f ?

30) Как учитываются потери в стали при построении закона U/f ?

31) Какие регуляторы (ПИ, ПИД) применяются в замкнутой системе U/f и как их параметры выбираются?

32) Как моделируется влияние инерции нагрузки на динамику системы U/f ?

33) Какие способы компенсации падения напряжения на статоре используются в системе U/f ?

34) Как оценивается устойчивость замкнутой системы U/f при изменении параметров двигателя?

35) Каковы преимущества и недостатки замкнутой системы U/f по сравнению с разомкнутой?

36) В чем отличие частотно-токового управления от скалярного U/f ?

37) Как математически описывается связь между током статора и моментом двигателя?

38) Какие методы используются для измерения или оценки тока статора в системе?

39) Как реализуется ограничение тока в частотно-токовой системе?

40) Какие регуляторы тока применяются и как их настраивают?

41) Как учитывается перекрестная связь между осями d и q в модели управления?

42) Каковы особенности моделирования переходных процессов в ча-

стотно-токовой системе?

43) Как влияет неидеальность инвертора на точность управления током?

44) Какие способы компенсации возмущений (нагрузки, изменения параметров) используются?

45) Как оценивается быстродействие системы частотно-токового управления?

46) Каков принцип регулирования скорости в системе ТРН-АД?

47) Как математически описывается влияние угла открытия тириستоров на напряжение статора?

48) Какие нелинейности вносят тиристоры в модель системы ТРН-АД?

49) Как учитываются высшие гармоники напряжения при моделировании ТРН-АД?

50) Какие способы снижения пульсаций момента применяются в этой системе?

51) Как влияет изменение нагрузки на устойчивость системы ТРН-АД?

52) Какие методы управления (разомкнутые/замкнутые) применяются в ТРН-АД?

53) Как моделируется нагрев двигателя при несинусоидальном питании от ТРН?

54) Каковы основные недостатки системы ТРН-АД по сравнению с частотным управлением?

55) Какие современные альтернативы существуют для замены ТРН-АД?

56) Какой физический смысл имеет поддержание постоянства потокосцепления статора в асинхронном двигателе?

57) Какие математические соотношения связывают потокосцепление статора с напряжением и частотой?

58) Почему в данной системе важно компенсировать падение напряжения на активном сопротивлении статора?

59) Как определяется заданное значение потокосцепления статора в алгоритме управления?

60) Какие методы используются для оценки или косвенного измерения потокосцепления статора?

61) Как влияет изменение нагрузки на поддержание постоянства потокосцепления в скалярной системе?

- 62) Какие регуляторы применяются для стабилизации потокосцепления и как их параметры выбираются?
- 63) Как моделируется динамика изменения потокосцепления при скачкообразном изменении нагрузки?
- 64) Каковы преимущества и недостатки скалярного управления с постоянством потокосцепления по сравнению с векторным управлением?
- 65) Как учитываются насыщение магнитной цепи и нелинейности двигателя в данной системе?
- 66) В чем заключается принцип работы асинхронного вентильного каскада (АВК)?
- 67) Какие основные элементы входят в состав системы АВК и как они взаимодействуют?
- 68) Как математически описывается регулирование скорости в системе АВК?
- 69) Каковы особенности управления током ротора в асинхронном вентильном каскаде?
- 70) Как влияет угол управления тиристорами на мощность, возвращаемую в сеть в системе АВК?
- 71) Какие методы используются для стабилизации скорости при изменении нагрузки в АВК?
- 72) Как моделируются потери энергии в роторной цепи при работе АВК?
- 73) Какие гармонические искажения возникают в сети из-за работы тиристорного преобразователя в АВК?
- 74) Каковы основные ограничения по диапазону регулирования скорости в системе АВК?
- 75) В каких промышленных применениях система АВК сохраняет актуальность, несмотря на развитие частотных преобразователей?

6.5 Вопросы для подготовки к экзаменам

7 семестр

- 1) Каковы особенности воспроизведения различных процессов с использованием компьютерных программ для имитации и визуализации динамических систем?
- 2) Каковы особенности имитационного моделирования?
- 3) Как определяется эффективность функционирования объекта?
- 4) Как осуществляется формализация объекта?

- 5) Каковы особенности проектирования реальных процессов с использованием специализированных компьютерных программ?
- 6) Какие основные критерии используются для классификации математических моделей?
- 7) В каких формах могут быть представлены математические модели?
- 8) Как взаимосвязаны векторно-матричная форма описания объекта и его передаточная функция?
- 9) Какие преимущества и недостатки имеет векторно-матричная форма представления математических моделей?
- 10) Как передаточная функция объекта может быть получена из его векторно-матричного описания?
- 11) Как в SimPower собрать схему RLC-цепи и провести анализ её переходных процессов?
- 12) Какие блоки SimPower лучше использовать для моделирования нелинейных элементов (например, конденсаторов с зависимостью ёмкости от напряжения)?
- 12) Как правильно задать начальные условия для тока в катушке индуктивности (L) и напряжения на конденсаторе (C) в SimPower?
- 13) Какие численные методы рекомендуется применять для расчёта переходных процессов в SimPower и как их выбрать?
- 14) Как моделировать переходные процессы в цепях с коммутациями (например, включение источника на RL-цепь)?
- 15) Как смоделировать датчик тока или напряжения в SimPower и подать его сигнал на систему управления?
- 16) Как работает блок *Ideal Switch* (идеальный ключ) в SimPower и какие параметры (сопротивление в открытом/закрытом состоянии, пороги переключения) нужно задавать?
- 17) Как смоделировать источник тока или напряжения в SimPower и подать его сигнал на систему управления?
- 18) Как задать начальные условия для тока в индуктивности и напряжения на емкости?
- 19) Как влияет шаг моделирования на точность расчёта переходных процессов в цепях с быстрыми коммутациями?
- 21) Какие основные элементы включаются в математические модели механических систем электроприводов?
- 22) Как описывается математическая модель механической части электропривода?
- 23) Какие физические величины учитываются при построении мате-

математической модели механической части электропривода?

24) Какие упрощения или допущения могут быть использованы при создании математической модели механической системы?

25) Какие варианты математического описания трения покоя можно реализовать при моделировании механической части электропривода?

8 семестр

1) Каковы основные принципы закона U/f при управлении асинхронным двигателем?

2) Как математически описывается зависимость напряжения от частоты в системе U/f ?

3) Какие параметры двигателя влияют на выбор кривой U/f ?

4) Какие методы используются для стабилизации момента при изменении нагрузки в системе U/f ?

5) Как учитываются потери в стали при построении закона U/f ?

6) Какие регуляторы (ПИ, ПИД) применяются в замкнутой системе U/f и как их параметры выбираются?

7) Как моделируется влияние инерции нагрузки на динамику системы U/f ?

8) Какие способы компенсации падения напряжения на статоре используются в системе U/f ?

9) Как оценивается устойчивость замкнутой системы U/f при изменении параметров двигателя?

10) Каковы преимущества и недостатки замкнутой системы U/f по сравнению с разомкнутой?

11) В чем отличие частотно-токового управления от скалярного U/f ?

12) Как математически описывается связь между током статора и моментом двигателя?

13) Какие методы используются для измерения или оценки тока статора в системе?

14) Как реализуется ограничение тока в частотно-токовой системе?

15) Какие регуляторы тока применяются и как их настраивают?

16) Как учитывается перекрестная связь между осями d и q в модели управления?

17) Каковы особенности моделирования переходных процессов в частотно-токовой системе?

18) Как влияет неидеальность инвертора на точность управления током?

- 19) Какие способы компенсации возмущений (нагрузки, изменения параметров) используются?
- 20) Как оценивается быстродействие системы частотно-токового управления?
- 21) Каков принцип регулирования скорости в системе ТРН-АД?
- 22) Как математически описывается влияние угла открытия тиристорov на напряжение статора?
- 23) Какие нелинейности вносят тиристоры в модель системы ТРН-АД?
- 24) Как учитываются высшие гармоники напряжения при моделировании ТРН-АД?
- 25) Какие способы снижения пульсаций момента применяются в этой системе?
- 26) Как влияет изменение нагрузки на устойчивость системы ТРН-АД?
- 27) Какие методы управления (разомкнутые/замкнутые) применяются в ТРН-АД?
- 28) Как моделируется нагрев двигателя при несинусоидальном питании от ТРН?
- 29) Каковы основные недостатки системы ТРН-АД по сравнению с частотным управлением?
- 30) Какие современные альтернативы существуют для замены ТРН-АД?
- 31) Какой физический смысл имеет поддержание постоянства потокосцепления статора в асинхронном двигателе?
- 32) Какие математические соотношения связывают потокосцепление статора с напряжением и частотой?
- 33) Почему в данной системе важно компенсировать падение напряжения на активном сопротивлении статора?
- 34) Как определяется заданное значение потокосцепления статора в алгоритме управления?
- 35) Какие методы используются для оценки или косвенного измерения потокосцепления статора?
- 36) Как влияет изменение нагрузки на поддержание постоянства потокосцепления в скалярной системе?
- 37) Какие регуляторы применяются для стабилизации потокосцепления и как их параметры выбираются?
- 38) Как моделируется динамика изменения потокосцепления при

скачкообразном изменении нагрузки?

39) Каковы преимущества и недостатки скалярного управления с постоянством потокосцепления по сравнению с векторным управлением?

40) Как учитываются насыщение магнитной цепи и нелинейности двигателя в данной системе?

41) В чем заключается принцип работы асинхронного вентильного каскада (АВК)?

42) Какие основные элементы входят в состав системы АВК и как они взаимодействуют?

43) Как математически описывается регулирование скорости в системе АВК?

44) Каковы особенности управления током ротора в асинхронном вентильном каскаде?

45) Как влияет угол управления тиристорами на мощность, возвращаемую в сеть в системе АВК?

46) Какие методы используются для стабилизации скорости при изменении нагрузки в АВК?

47) Как моделируются потери энергии в роторной цепи при работе АВК?

48) Какие гармонические искажения возникают в сети из-за работы тиристорного преобразователя в АВК?

49) Каковы основные ограничения по диапазону регулирования скорости в системе АВК?

50) В каких промышленных применениях система АВК сохраняет актуальность, несмотря на развитие частотных преобразователей?

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Дьяконов В. П.. MATLAB [Электронный ресурс]:Полный самоучитель. - Саратов: Профобразование, 2019. - 768 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87981.html> (дата обращения: 20.08.2024).

2. Миловзоров, О. В. Электроника : учебник для вузов / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 8-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 397 с. — (Высшее образование). — ISBN 9785534186048. — URL : <https://urait.ru/bcode/559878> (дата обращения: 20.08.2024).

Дополнительная литература

1. Лазарева Н. М., Яров В. М., Белов Г. А.. Компьютерное моделирование. SimPowerSystems:практикум [для 2 курса по специальности "Промышленная электроника"]. - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2016. - 67с.

2. Фролов В. Я., Смородинов В. В.. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 332 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106890>.(дата обращения: 20.08.2024).

3. Семенова Т. И., Шакин В. Н., Юсков И. О., Юскова И. Б.. Введение в математический пакет Matlab [Электронный ресурс]:Учебно-методическое пособие. - Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2016. - 88 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61469.html>(дата обращения: 20.08.2024)

4. Компьютерное моделирование электромеханических систем постоянного и переменного тока в среде MATLAB Simulink : учебное пособие / Ю. Н. Дементьев, В. Б. Терехин, И. Г. Однокопылов, В. М. Рулевский. — Томск : Томский политехнический университет, 2018. — 497 с. — ISBN 978-5-4387-0819-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98983.html> (дата обращения: 20.05.2024).

Учебно-методическое обеспечение

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Моделирование электромеханических систем» : (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника») / сост. И.А. Карпук; Каф. электромеханики им. А.Б.Зеленова . — Алчевск : ФГБОУ ВО «ДонГТУ»,

2024. — 64с.

https://moodle.dstu.education/pluginfile.php/62432/mod_resource/content/1/МУ%20МЭМС.pdf

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 8.1.

Таблица 8.1 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<i>Лаборатория моделирования электромеханических процессов кафедры электромеханики им. А.Б. Зеленова</i>ДонГТУ(25 посадочных мест), оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС: - Компьютер Intel Celeron 2,8 GHz; - Компьютер HEDY; - Компьютер 80386DX; - Компьютер Intel Celeron 600 MHz; - Компьютер Intel Celeron 2.66 Ghz; - Компьютер Intel Celeron 1,3 Ghz. - Компьютер AthlonXP 1.92 Ghz; - Компьютер AMDDuron 1.79 Hhz; - Компьютер AMDAthlon 3200 Mhz; - Компьютер Intel Celeron 420 1.66 Ghz; - Компьютер Intel Celeron 420 1.66 Ghz; - Компьютер Intel Celeron 420 1.66 Ghz; - Компьютер AMD Athlon 64 x2 Dual Core Processor 400+. Доска аудиторная– 1 шт.	ауд. <u>1229</u>

Лист согласования РПД

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


(подпись) Д. И. Морозов
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

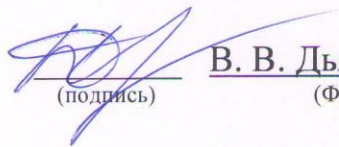
(подпись) (Ф.И.О.)

И.о. зав. кафедрой


(подпись) Д. И. Морозов
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
электромеханики им. А.Б. Зеленова от 22.08.2024 г.

И.о. декана факультета ИТиАПП


(подпись) В. В. Дьячкова
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
13.04.02 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	