

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

Физическое и математическое моделирование электромеханических
преобразователей энергии

(наименование дисциплины)

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

(код, наименование направления)

Электрические машины и аппараты

(магистерская программа)

Квалификация

магистр

(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 УК-6 выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», часть блока 1 формируемую участниками образовательных отношений подготовки студентов по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (программа «Электрические машины и аппараты»).

Дисциплина основывается на базе дисциплин подготовки на уровне бакалавриата.

Является основой для изучения дисциплины «Управление электромеханическими системами».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с применением моделирования электрических машин.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4,5 зачетных единицы, 162 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 ак.ч. для групп ЭМА, 6 ак.ч. для группы ЭМА-з), практические занятия (54 ак.ч. для групп ЭМА, 10 ак.ч. для группы ЭМА-з), и самостоятельная работа студента (90 ак.ч. для групп ЭМА, 146 ак.ч. для группы ЭМА-з).

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре для группы ЭМА и на 2 курсе в 4 семестре для группы ЭМА-з. Форма промежуточной аттестации – зачет.

По дисциплине предусмотрен курсовой проект трудоемкостью 1,5 зачетных единицы, 54 ак. ч. Группы ЭМА выполняют курсовой проект в 1 семестре, группы ЭМА-з в 4 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 и электронные аппараты» 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 определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6	УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания. УК-6.2. Определяет приоритеты личностного роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4,5 зачётных единицы, 162 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, подготовку к практическим занятиям, 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 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак. ч.	Ак. ч. по семестрам
		1
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	54	54
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:		90
Подготовка к лекциям	18	18
Подготовка к лабораторным работам	0	0
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	54	54
Выполнение курсовой работы / проекта	16	16
Расчетно-графическая работа (РГР)	0	0
Реферат (индивидуальное задание)	0	0
Домашнее задание	0	0
Подготовка к контрольной работе	0	0
Подготовка к коллоквиумам	2	2
Аналитический информационный поиск	0	0
Работа в библиотеке	0	0
Подготовка к зачету	2	2
Промежуточная аттестация – зачет (З)	3	3
Общая трудоёмкость дисциплины		
Ак. ч.	162	162
З. е.	4,5	4,5

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п. 3 дисциплина разбита на 4 темы:

- тема 1 (Моделирование на ЭВМ электромеханических систем);
- тема 2 (Обзор программных средств, используемых при моделировании электромеханических систем);
- тема 3 (Особенности математического описания и моделирования электромеханических систем);
- тема 4 (Особенности моделирования электроприводов с силовыми преобразователями).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 5.1, 5.2 соответственно.

Таблица 5.1 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ 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	Моделирование на ЭВМ электромеханических систем	Понятие о численном интегрировании дифференциальных уравнений. Источники погрешностей численных методов интегрирования уравнений. Контроль и оценка точности моделирования	2	Численные методы решения дифференциальных уравнений	6	–	–
2	Обзор программных средств, используемых при моделировании электромеханических систем	Преимущества и недостатки пакетов прикладных программ. Пакет моделирования MATLAB. Работа с MATLAB с использованием расширений Sim Power System и Simulink.	4	Схемотехническое моделирование двигателей постоянного тока и асинхронного двигателя	16	–	–
3	Особенности математического описания и моделирования электромеханических систем	Математическое описание силовых взаимодействий в электромеханических системах. Способы получения обобщенных математических моделей электромеханических систем. Учет и определение эквивалентных параметров элементов электромеханических систем	4	Схемотехническое моделирование взаимосвязанных электрических машин	10	–	–

Продолжение таблицы 5.1

№ 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.
4	Особенности моделирования электроприводов с силовыми преобразователями	Особенности моделирования вентильных преобразователей. Особенности моделирования широтно-импульсных модуляторов и преобразователей. Моделирование электродвигателей постоянного тока с независимым возбуждением при управлении по цепи якоря. Особенности моделирования электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением. Особенности моделирования электромеханических процессов в асинхронных электродвигателях. Особенности моделирования электромеханических процессов в синхронных электродвигателях	8	Схемотехническое моделирование электроприводов постоянного и переменного тока с силовыми преобразователями	22	—	—
Всего аудиторных часов			18	—	54	—	—

Таблица 5.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ 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	Обзор программных средств, используемых при моделировании электромеханических систем	Работа с MATLAB с использованием расширений Sim Power System и Simulink.	4	Схемотехническое моделирование двигателей постоянного тока	4	–	–
2	Особенности математического описания и моделирования электромеханических систем	Математическое описание силовых взаимодействий в электромеханических системах.	2	Схемотехническое моделирование взаимосвязанных электрических машин	6		
Всего аудиторных часов			6	–	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 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
УК-6	зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

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

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

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

Зачет по дисциплине «Физическое и математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии» проводится 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

1. Какие методы численного интегрирования дифференциальных уравнений существуют?
2. Какие источники погрешностей возникают при использовании численных методов интегрирования уравнений?
3. Как осуществляется контроль и оценка точности моделирования?
4. Какова структура микро ЭВМ, и какие существуют классификации их структур?
5. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с короткозамкнутым ротором в двухфазной системе координат, привязанной к статорным обмоткам?
6. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с короткозамкнутым ротором в двухфазной системе координат, привязанной к роторным обмоткам?
7. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с фазным ротором в двухфазной системе координат, привязанной к статорным обмоткам?

8. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с фазным ротором в двухфазной системе координат, привязанной к роторным обмоткам?

9. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с короткозамкнутым ротором в трехфазной системе координат, привязанной к статорным обмоткам?

10. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с короткозамкнутым ротором в трехфазной системе координат, привязанной к роторным обмоткам?

11. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с фазным ротором в трехфазной системе координат, привязанной к статорным обмоткам?

12. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с фазным ротором в трехфазной системе координат, привязанной к роторным обмоткам? Каковы характеристики микроконтроллеров и как организовано их адресное пространство?

13. Как математически описываются силовые взаимодействия в электромеханических системах?

14. Какие способы используются для получения обобщенных математических моделей электромеханических систем?

15. Как учитываются и определяются эквивалентные параметры элементов электромеханических систем?

16. Какие особенности возникают при моделировании вентильных преобразователей?

17. Какие особенности возникают при моделировании широтно-импульсных модуляторов и преобразователей?

18. Как моделируются электродвигатели постоянного тока с независимым возбуждением при управлении по цепи якоря?

19. Какие особенности возникают при моделировании электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением?

20. Какие особенности возникают при моделировании электромеханических процессов в асинхронных электродвигателях?

21. Какие особенности возникают при моделировании электромеханических процессов в синхронных электродвигателях?

6.5 Вопросы для подготовки к экзаменам

22. Какие методы численного интегрирования дифференциальных уравнений существуют?

23. Какие источники погрешностей возникают при использовании численных методов интегрирования уравнений?

24. Как осуществляется контроль и оценка точности моделирования?

25. Какова структура микро ЭВМ, и какие существуют классификации их структур?

26. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с короткозамкнутым ротором в двухфазной системе координат, привязанной к статорным обмоткам?

27. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с короткозамкнутым ротором в двухфазной системе координат, привязанной к роторным обмоткам?

28. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с фазным ротором в двухфазной системе координат, привязанной к статорным обмоткам?

29. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с фазным ротором в двухфазной системе координат, привязанной к роторным обмоткам?

30. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с короткозамкнутым ротором в трехфазной системе координат, привязанной к статорным обмоткам?

31. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с короткозамкнутым ротором в трехфазной системе координат, привязанной к роторным обмоткам?

32. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с фазным ротором в трехфазной системе координат, привязанной к статорным обмоткам?

33. Какие математические модели описывают асинхронные машины (АМ) с фазным ротором в трехфазной системе координат, привязанной к роторным обмоткам? Каковы характеристики микроконтроллеров и как организовано их адресное пространство?

34. Как математически описываются силовые взаимодействия в электромеханических системах?

35. Какие способы используются для получения обобщенных математических моделей электромеханических систем?

36. Как учитываются и определяются эквивалентные параметры элементов электромеханических систем?

37. Какие особенности возникают при моделировании вентильных преобразователей?

38. Какие особенности возникают при моделировании широтно-импульсных модуляторов и преобразователей?

39. Как моделируются электродвигатели постоянного тока с независимым возбуждением при управлении по цепи якоря?

40. Какие особенности возникают при моделировании электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением?

41. Какие особенности возникают при моделировании электромеханических процессов в асинхронных электродвигателях?

42. Какие особенности возникают при моделировании электромеханических процессов в синхронных электродвигателях?

6.6 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

По дисциплине предусмотрен курсовой проект на тему «моделирование электропривода по системе Г-Д» трудоемкостью 1,5 зачетных единицы, 54 ак. ч. Группы ЭМА выполняют курсовой проект в 1 семестре, группы ЭМА-з в 54 семестре. Все часы отведены на самостоятельную работу студентов. Курсовой проект выполняется по методическим указаниям:

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;

Расчёт параметров машин системы Г-Д;

Построение схмотехнических моделей гонного двигателя, генератора и двигателя постоянного тока;

Построение полной схмотехнической модели системы Г-Д;

Исследование процессов в системе Г-Д при пуске, реверсе и торможении.

Выводы.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Дьяконов, В. П. MATLAB [Электронный ресурс] : Полный самоучитель / В. П. Дьяконов. — Саратов: Профобразование, 2019. — 768 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87981.html>.

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

Дополнительная литература

1. Матюшкин, И. В.. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур [Электронный ресурс] : Учебное пособие / И. В. Матюшкин. — Москва: Техносфера, 2011. — 168 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13280.html>

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

3. Плещинская, И. Е. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad [Электронный ресурс] : Учебное пособие / И. Е. Плещинская, А. Н. Гитов, Е. Р. Бадертдинова, С. И. Дуев. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 195 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62173.html>

4. Лаппи, Ф. Э. Расчет и компьютерное моделирование цепей постоянного тока (от простого к сложному) [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. Э. Лаппи, Ю. Б. Ефимова, О. Э. Пауль. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 92 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91410.html>

5. Лазарева, Н. М. Компьютерное моделирование. SimPowerSystems: практикум [Текст] / Н. М. Лазарева, В. М. Яров, Г. А. Белов. — Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2016. — 67с.

6. Исследование нечетких систем управления в среде Matlab [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. В. Соловьев, В. В. Щадрина, Е. А. Шестова. — Таганрог: Южный федеральный университет, 2015. — 54 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78671.html>.

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 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; - КомпьютерIntelCeleron 2.66 Ghz; - КомпьютерIntelCeleron 1,3 Ghz. - КомпьютерAthlonXP 1.92 Ghz; - КомпьютерAMDDuron 1.79 Hhz; - КомпьютерAMDAthlon 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.)

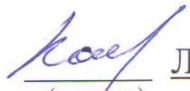
Протокол № 1 заседания кафедры
электромеханики им. А.Б. Зеленова от 22.08.2024 г.

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	