

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.14 Математическое моделирование в электроприводе»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки)

Электропривод и автоматика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.14 Математическое моделирование в электроприводе» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

наименование кафедры

протокол № 5 от "16" 01 2024 г.

И.О. заведующего кафедрой

Кафедра автоматизированного электропривода,
электромеханики и электротехники

наименование кафедры

А.С. Безгин

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент

должность

Э.Л. Греков

расшифровка подписи

доцент

должность

подпись

расшифровка подписи

Л.В. Быковская

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

код - наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

расшифровка подписи

Н.Н. Бигалиева

Уполномоченный по качеству ИЭЭС

личная подпись

расшифровка подписи

С.А. Сильвашко

№ регистрации _____

© Быковская Л.В., 2024

Греков Э.Л., 2024

© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины:

Овладение существующими математическими методами моделирования электрических цепей и происходящих в них процессов, электроприводов промышленных установок и технологических комплексов с использованием современного программного обеспечения.

Задачи:

- изучение методов математического моделирования, отражающих свойства электрических цепей, параметры и свойства систем электропривода и их компонентов;
- изучение программных средств, позволяющих моделировать электрические цепи и электро-механические устройства;
- развитие у студентов умения разрабатывать и анализировать модели электрических цепей и происходящих в них процессов с использованием средств вычислительной техники;
- изучение программных средств, позволяющих моделировать системы электропривода и анализировать их работу в зависимости от заданных параметров, характеристик и структуры отдельных узлов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.15 Математика, Б1.Д.Б.19 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.Б.20 Техническая механика, Б1.Д.Б.21 Электрические машины, Б1.Д.Б.23 Электроника, Б1.Д.В.7 Прикладные задачи программирования, Б1.Д.В.9 Силовая электроника, Б1.Д.В.10 Теория автоматического регулирования, Б1.Д.В.11 Теория электропривода, Б1.Д.В.13 Регулирование координат в электроприводах*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.3 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ПК*-2-В-2 Анализирует показатели статического и динамического режимов электроприводов типовых производственных механизмов, установок и комплексов	Знать: - принципы работы элементов электропривода; - методы измерения и контроля основных параметров технологического процесса. Уметь: - анализировать параметры, характеризующие состояние объекта моделирования, и их связь с математической моделью; - применять методы анализа при проведении теоретических и экспериментальных исследований. Владеть: - способностью проводить обоснование

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>проектных решений;</p> <p>- методами моделирования электропривода и его компонентов.</p>
<p>ПК*-9 Способен проводить моделирование электромеханических систем промышленных установок и технологических комплексов</p>	<p>ПК*-9-В-1 Демонстрирует понимание физических и энергетических процессов, протекающих в электроприводах постоянного и переменного тока</p> <p>ПК*-9-В-2 Применяет соответствующий физико-математический аппарат для построения различных моделей электроприводов промышленных установок и технологических комплексов</p> <p>ПК*-9-В-3 Анализирует результаты математического и компьютерного моделирования электроприводов различного назначения</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – методы математического моделирования, отражающие свойства электрических цепей, электроприводов и их отдельных составляющих; – требования, предъявляемые к математическим моделям; – основные положения теории подобия; – основные требования, предъявляемые к математическим моделям электроприводов и его узлов. <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – моделировать электрические цепи и процессы, протекающие в них; – анализировать результаты математического и компьютерного моделирования электрических цепей; – проектировать электропривод различного назначения. <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами моделирования и проектирования электрических цепей; – методами обработки результатов моделирования; – способностью выявлять сущность проблем и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.
<p>ПК*-10 Способен использовать современное программное обеспечение для проектирования и эксплуатации электромеханических систем промышленных установок и технологических комплексов</p>	<p>ПК*-10-В-1 Использует программные средства ЭВМ для расчета и анализа характеристик и режимов работы объектов профессиональной деятельности, решения задач синтеза систем управления и обработки экспериментальных данных</p> <p>ПК*-10-В-3 Использует программные средства ЭВМ для построения и решения компьютерных и математических моделей силовых полупроводниковых преобразователей, электрических двигателей, датчиков, кинематических схем электроприводов типовых промышленных</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – способы математического и компьютерного описания процессов, протекающих в объектах моделирования. <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – проектировать электрические цепи и электромеханические системы с помощью современного программного обеспечения. – анализировать параметры, характеризующие состояние объекта моделирования, и их связь с математической моделью; – использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса. <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – современным программным обеспечением, используемым при моделировании электрических цепей, электромеханических систем промышленных установок и технологических комплексов

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	установок	электромеханических устройств; опытом разработки моделей электрических цепей и электроприводов постоянного и переменного тока.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	8 семестр	9 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	108	252
Контактная работа:	16,5	23,5	40
Лекции (Л)	6	8	14
Практические занятия (ПЗ)	4	6	10
Лабораторные работы (ЛР)	6	8	14
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5	1
Самостоятельная работа: - выполнение курсовой работы (КР); - выполнение контрольной работы (КонтрР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - изучение разделов 2, 6 (частично) курса в системе электронного обучения; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям.)	127,5 +	84,5 +	212
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	зачет	

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие понятия и определения о моделировании технических объектов и систем	16	1	-	-	15
2	Программные средства моделирования электрических цепей	35	1	-	-	34
3	Основные законы и методы анализа активных и пассивных цепей	20	-	-	-	20
4	Моделирование электрических цепей постоянного тока	26	2	2	2	20
5	Моделирование электрических цепей переменного тока	21	-	2	-	19
6	Моделирование переходных процессов в ли-	26	2	-	4	20

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	нейных цепях постоянного и переменного тока					
	Итого:	144	6	4	6	128
	Всего:	144	6	4	6	128

Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
7	Введение в математическое моделирование электроприводов	20	2	-	-	18
8	Математическое моделирование механической части электроприводов	24	2	2	2	18
9	Математическое моделирование электрической части электроприводов	40	2	2	4	32
10	Математическое моделирование систем автоматического управления электроприводами постоянного и переменного тока	24	2	2	2	18
	Итого:	108	8	6	8	86
	Всего:	252	14	10	14	214

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Общие понятия и определения о моделировании технических объектов и систем

Роль и значение математического и физического моделирования технических объектов и систем. Физическое моделирование, достоинства и недостатки. Математическое моделирование и основные направления его развития. Классификация математических моделей объектов. Основные положения теории подобия. Подготовка математического описания процессов, протекающих в объектах моделирования. Группа параметров, характеризующих состояние объекта, и их связь с математической моделью. Требования адекватности, универсальности и экономичности, предъявляемые к математическим моделям.

2 Программные средства моделирования электрических цепей

Применение ЭВМ для математического моделирования электрических цепей и электромеханических систем. Современное программное обеспечение, используемое при моделировании электрических цепей и электромеханических систем.

3 Основные законы и методы анализа активных и пассивных цепей

Основные законы электрических цепей. Реализация основных методов расчета электрических цепей с использованием современного программного обеспечения.

4 Моделирование электрических цепей постоянного тока

Моделирование элементов цепей постоянного тока. Моделирование линейных и нелинейных цепей постоянного тока.

5 Моделирование электрических цепей переменного тока

Моделирование элементов цепей переменного тока. Моделирование линейных и нелинейных цепей переменного тока.

6 Моделирование переходных процессов в линейных цепях постоянного и переменного тока

Моделирование переходных процессов в цепях постоянного тока: при включении активно-индуктивной нагрузки к источнику постоянного напряжения; при коротком замыкании цепи с резистором и индуктивностью; при включении активно-емкостной нагрузки к источнику постоянного напряжения; при коротком замыкании цепи с резистором и емкостью.

Моделирование переходных процессов в цепях переменного тока: при включении активно-индуктивной нагрузки к источнику синусоидального напряжения; при коротком замыкании цепи с резистором и индуктивностью; при включении активно-емкостной нагрузки к источнику синусоидального напряжения; при коротком замыкании цепи с резистором и емкостью.

7 Введение в математическое моделирование электроприводов

Основные понятия и определения в математическом моделировании. Цели и задачи математического моделирования. Классификация математических моделей технических систем, предъявляемые к ним требования и формы реализации. Современное программное обеспечение, используемое при моделировании электроприводов.

8 Математическое моделирование механической части электроприводов

Особенности математического описания механической части электроприводов. Уравнение Лагранжа. Математическая модель механической части электропривода в абсолютных единицах. Математическое моделирование многомассовых механических систем.

9 Математическое моделирование электрической части электроприводов

Практическая реализация линеаризованных моделей двигателей постоянного и переменного тока на базе современных программных средств. Математическое представление тиристорных, транзисторных широтно-импульсных и частотных преобразователей. Использование датчиков скорости, тока, напряжения и угла поворота при разработке математических моделей электроприводов.

10 Математическое моделирование систем автоматического управления электроприводами постоянного и переменного тока

Математическое моделирование разомкнутой системы автоматического управления двигателем постоянного тока в функции времени, скорости и тока. Математическое моделирование замкнутых систем электропривода постоянного тока. Моделирование мягкого пуска и остановки двигателя переменного тока. Математическое описание векторного управления двигателем. Применение настроек на модульный и симметричный оптимум двух и трёхконтурных систем автоматизированного электропривода.

4.3 Лабораторные работы

8 семестр

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	4	Моделирование разветвленных цепей постоянного тока	2
2	6	Моделирование переходных процессов в R-L цепях	2
3	6	Моделирование переходных процессов в R-C цепях	2
		Итого:	6

9 семестр

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	8	Моделирование многомассовых механических систем	2
2	9	Исследование работы машины постоянного тока на базе её	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		математической модели.	
3	9	Исследование работы асинхронного двигателя на базе его математической модели	2
4	10	Моделирование разомкнутых систем автоматического управления двигателем постоянного тока	2
		Итого:	8

4.4 Практические занятия (семинары)

8 семестр

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	4	Расчет и моделирование линейных цепей постоянного тока в РТС MathCAD 14.0	2
2	5	Расчет и моделирование линейных цепей переменного тока РТС MathCAD 14.0	2
		Итого:	4

9 семестр

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	8	Моделирование механической части электропривода в абсолютных единицах. Математическое моделирование многомассовых механических систем.	2
2	9	Линеаризованные модели двигателей постоянного и переменного тока на базе современных программных средств.	2
3	10	Математическое моделирование систем автоматического управления	2
		Итого:	6

4.5 Курсовая работа (9 семестр)

Тема: Расчёт и моделирование векторной системы управления электроприводом с ориентацией по потокосцеплению ротора.

Задание на курсовую работу выдается по вариантам.

4.6 Контрольная работа (8 семестр)

В контрольной работе обучающийся должен решить две задачи, которые содержат принципиальную схему электрической цепи, описание характеристик и принципа работы элементов электрической цепи.

Решение задач включает:

- расчет и математическое моделирование переходного процесса при различном характере нагрузки;
- моделирование и проектирование электрической цепи в среде имитационного моделирования;
- обработка результатов моделирования, анализ параметров, характеризующие состояние объекта моделирования, и их связь с математической моделью.

Вариант определяется на усмотрение преподавателя.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Быковская, Л. В. Моделирование электрических цепей [Электронный ресурс] : / Л. В. Быковская, В. В. Быковский, Н. Ю. Ушакова; "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2023. - ISBN 978-5-7410-2959-6. - 139 с.
http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/183325_20230227.pdf
2. Расчет и моделирование электрических и магнитных цепей: учебное пособие / Н.Г. Семенова, Н.Ю. Ушакова, Л.В. Быковская; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2021. – 186 с.:
http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/156790_20210928.pdf
3. Барботько, А. И. Основы теории математического моделирования [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. И. Барботько, А. О. Гладышкин. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 212 с. - Библиогр.: с. 183-184. - Прил.: с. 185-209. - ISBN 978-5-94178-148-5 .
4. Терёхин В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учеб. пособие / В.Б. Терёхин, Ю.Н. Дементьев. – Национальный исследовательский Томский государственный университет. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 307 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442809> .

5.2 Дополнительная литература

1. Моделирование в электроэнергетике : учебное пособие / А. Ф. Шаталов, И. Н. Воротников, М. А. Мастепаненко, И. К. Шарипов. — Ставрополь : СтГАУ, 2014. — 140 с. — ISBN 978-5-9596-1059-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/61145>
2. Макаров, Е. Г. Инженерные расчеты в Mathcad 15 [Текст] / Е. Г. Макаров. - Санкт-Петербург : Питер, 2011. - 400 с. : ил. - (Учебный курс) - ISBN 978-5-459-00357-4.
3. Карлащук, В. И. Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и ее применение [Текст] / В. И. Карлащук.- 2-е изд., доп. и перераб. - М. : Солон-Пресс, 2001. - 736 с. : ил. - ISBN 5-93455-102-7.
4. Ушакова, Н. Ю. Электротехника в облачном приложении Multisim Live [Электронный ресурс] : / Н. Ю. Ушакова, Л. В. Быковская. - Оренбург : ОГУ. - 2022. - ISBN 978-5-7410-2718-9. - 106 с
http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/164789_20220331.pdf

5.3 Периодические издания

Журналы:

- Электричество : журнал. - М. : Агентство "Роспечать";
- Электротехника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".

5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://www.imamod.ru/> - сайт института математического моделирования Российской Академии Наук (ИММ РАН);
2. <http://model.exponenta.ru/> - сайт о моделировании и исследовании: систем, объектов, технических процессов и физических явлений.
3. Справочник электрика и энергетика. – Режим доступа <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>
4. Базы данным по патентам и полезным моделям <http://new.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/bazy-dannykh.php>
5. <http://sci-lib.com/energy> - новости энергетики.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. SMath Studio: официальный сайт программы. – URL: <https://ru.smath.com>
4. EasyEda: официальный сайт программы. - <https://easyeda.com/>
5. Multisim Live: официальный сайт программы. – URL: <https://www.multisim.com>
6. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>
6. Система электронного обучения Moodle, режим доступа <https://moodle.osu.ru/> .

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории 8112, 8111 используются для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций и текущего контроля.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели (столы, стулья), техническими средствами обучения (компьютеры и проекторы) служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс (аудитория 8111), оснащенный: проектором, компьютерами и соответствующим комплектом мебели.

Помещение 8111, используемое для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.