

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЗАМКНУТЫЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.01.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 75,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Савкин Д.И.
	Идентификатор	Rec65784c-SavkinDml-0a46003e

(подпись)

Д.И. Савкин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рашитов П.А.
	Идентификатор	R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c

(подпись)

П.А. Рашитов

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Асташев М.Г.
	Идентификатор	R7a29e524-AstashevMG-0583186

(подпись)

М.Г. Асташев

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение систем управления, как составной части электропривода

Задачи дисциплины

- Освоение математических моделей электрических машин;
- Освоение математических моделей силовых полупроводниковых преобразователей;
- Освоить основные принципы построения современных цифровых систем управления электроприводов;
- Изучить основные структуры применяемых на практике систем управления электроприводов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-2 способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД-1 _{ОПК-2} Знает методы синтеза и исследования моделей	знать: - Принципы построения современных цифровых систем управления; - Основные модели электромеханических и электрических преобразователей энергии. уметь: - Производить моделирование процессов в разработанных структурах электроприводов; - Анализировать объект управления, определять его параметры (в том числе экспериментально) и синтезировать пригодную для управления математическую модель.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная электроника и микропроцессорная техника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы электропривода
- знать Основы преобразовательной техники

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Электромеханические и энергетические свойства разомкнутой и замкнутой систем "Преобразователь - двигатель постоянного тока"	39	2	14	-	-	-	-	-	-	-	25	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Подготовка расчетных заданий:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 247-297 [2], Глава 3</p>
1.1	Статические, регулировочные, энергетические и динамические характеристики разомкнутой системы	5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
1.2	Показатели регулирования разомкнутой системы	6	2	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
1.3	Энергетические режимы и особенности работы электрических преобразователей систем "Преобразователь - двигатель постоянного тока"	6	2	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
1.4	Общие принципы функционального и структурного	5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	

	построения замкнутых электромеханических систем												
1.5	Системы подчиненного регулирования координат электромеханической системы ТП-Д	5	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
1.6	Структурные схемы и выбор параметров регуляторов в системах подчиненного регулирования	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
1.7	Механические, регулировочные, динамические и энергетические характеристики электропривода постоянного тока в замкнутой системе	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
2	Электромеханические и энергетические свойства разомкнутой и замкнутой систем "Преобразователь частоты - асинхронный двигатель"	34	12	-	-	-	-	-	-	-	22	-	<i><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></i> <i><u>Подготовка расчетных заданий:</u></i> <i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], 298-329 [2], Глава 4
2.1	Статические, регулировочные, энергетические и динамические характеристики разомкнутой системы ПЧ-АД	5	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	

2.2	Показатели регулирования разомкнутой системы ПЧ-АД	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
2.3	Энергетические режимы и особенности работы электрических преобразователей в промышленных системах ПЧ-АД	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
2.4	Скалярное и векторное управления АД в системах ПЧ-АД	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
2.5	Выбор параметров регуляторов при подчиненном регулировании координат в системах ПЧ-АД	5	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-		
2.6	Механические, регулировочные, динамические и энергетические характеристики электропривода в замкнутой системе ПЧ-АД.	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
3	Электромеханические и энергетические свойства и характеристики замкнутой системы ПЧ-СД	17	6	-	-	-	-	-	-	-	11	-		<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Подготовка расчетных заданий:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 329-369</p>
3.1	Функциональные и структурные схемы систем ПЧ-СД	5	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-		
3.2	Выбор параметров регуляторов при	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		

	подчиненном регулировании координат в системах ПЧ-СД												
3.3	Механические, регулирующие, динамические и энергетические характеристики электропривода в замкнутой системе ПЧ-СД	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	32	-	-	-	-	-	0.3	58		17.7	
	Итого за семестр	108.0	32	-	-	-	-	-	0.3		75.7		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Электромеханические и энергетические свойства разомкнутой и замкнутой систем "Преобразователь - двигатель постоянного тока"

1.1. Статические, регулировочные, энергетические и динамические характеристики разомкнутой системы

1.2. Показатели регулирования разомкнутой системы

1.3. Энергетические режимы и особенности работы электрических преобразователей систем "Преобразователь - двигатель постоянного тока"

1.4. Общие принципы функционального и структурного построения замкнутых электромеханических систем

1.5. Системы подчиненного регулирования координат электромеханической системы ТП-Д

1.6. Структурные схемы и выбор параметров регуляторов в системах подчиненного регулирования

1.7. Механические, регулировочные, динамические и энергетические характеристики электропривода постоянного тока в замкнутой системе

2. Электромеханические и энергетические свойства разомкнутой и замкнутой систем "Преобразователь частоты - асинхронный двигатель"

2.1. Статические, регулировочные, энергетические и динамические характеристики разомкнутой системы ПЧ-АД

2.2. Показатели регулирования разомкнутой системы ПЧ-АД

2.3. Энергетические режимы и особенности работы электрических преобразователей в промышленных системах ПЧ-АД

2.4. Скалярное и векторное управления АД в системах ПЧ-АД

2.5. Выбор параметров регуляторов при подчиненном регулировании координат в системах ПЧ-АД

2.6. Механические, регулировочные, динамические и энергетические характеристики электропривода в замкнутой системе ПЧ-АД.

3. Электромеханические и энергетические свойства и характеристики замкнутой системы ПЧ-СД

3.1. Функциональные и структурные схемы систем ПЧ-СД

3.2. Выбор параметров регуляторов при подчиненном регулировании координат в системах ПЧ-СД

3.3. Механические, регулировочные, динамические и энергетические характеристики электропривода в замкнутой системе ПЧ-СД

3.3. Темы практических занятий
не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ
не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ
Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)			Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	
Знать:					
Основные модели электромеханических и электрических преобразователей энергии	ИД-1 _{ОПК-2}	+			Расчетно-графическая работа/Расчет и моделирование системы "преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока"
Принципы построения современных цифровых систем управления	ИД-1 _{ОПК-2}		+		Расчетно-графическая работа/Расчет и моделирование системы "преобразователь частоты - асинхронный двигатель"
Уметь:					
Анализировать объект управления, определять его параметры (в том числе экспериментально) и синтезировать пригодную для управления математическую модель	ИД-1 _{ОПК-2}	+			Контрольная работа/Определение параметров модели двигателя постоянного тока
Производить моделирование процессов в разработанных структурах электроприводов	ИД-1 _{ОПК-2}			+	Расчетно-графическая работа/Расчет и моделирование системы "преобразователь частоты - синхронный двигатель"

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. Расчет и моделирование системы "преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока" (Расчетно-графическая работа)
2. Расчет и моделирование системы "преобразователь частоты - асинхронный двигатель" (Расчетно-графическая работа)
3. Расчет и моделирование системы "преобразователь частоты - синхронный двигатель" (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Определение параметров модели двигателя постоянного тока (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №2)

Оценка определяется соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной) составляющих В приложение к диплому выносятся оценка за 2 семестр.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Анучин А. С.- "Системы управления электроприводов", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2015 - (373 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72285;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72285)

2. Ильинский Н.Ф.- "Основы электропривода", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017

[https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011331.html.](https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011331.html)

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SimInTech.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Ж-506, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Ж-515, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Ж-515, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-200/1, Кабинет сотрудников каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, сервер, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-212, Аудитория каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, тумба

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Замкнутые электромеханические системы

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Определение параметров модели двигателя постоянного тока (Контрольная работа)
 КМ-2 Расчет и моделирование системы "преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока" (Расчетно-графическая работа)
 КМ-3 Расчет и моделирование системы "преобразователь частоты - асинхронный двигатель" (Расчетно-графическая работа)
 КМ-4 Расчет и моделирование системы "преобразователь частоты - синхронный двигатель" (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	2	6	10	14
1	Электромеханические и энергетические свойства разомкнутой и замкнутой систем "Преобразователь - двигатель постоянного тока"					
1.1	Статические, регулировочные, энергетические и динамические характеристики разомкнутой системы		+			
1.2	Показатели регулирования разомкнутой системы		+			
1.3	Энергетические режимы и особенности работы электрических преобразователей систем "Преобразователь - двигатель постоянного тока"		+			
1.4	Общие принципы функционального и структурного построения замкнутых электромеханических систем			+		
1.5	Системы подчиненного регулирования координат электромеханической системы ТП-Д			+		
1.6	Структурные схемы и выбор параметров регуляторов в системах подчиненного регулирования			+		
1.7	Механические, регулировочные, динамические и энергетические характеристики электропривода постоянного тока в замкнутой системе			+		
2	Электромеханические и энергетические свойства разомкнутой и замкнутой систем "Преобразователь частоты - асинхронный двигатель"					
2.1	Статические, регулировочные, энергетические и динамические характеристики разомкнутой системы ПЧ-АД				+	
2.2	Показатели регулирования разомкнутой системы ПЧ-АД				+	

2.3	Энергетические режимы и особенности работы электрических преобразователей в промышленных системах ПЧ-АД			+	
2.4	Скалярное и векторное управления АД в системах ПЧ-АД			+	
2.5	Выбор параметров регуляторов при подчиненном регулировании координат в системах ПЧ-АД			+	
2.6	Механические, регулировочные, динамические и энергетические характеристики электропривода в замкнутой системе ПЧ-АД.			+	
3	Электромеханические и энергетические свойства и характеристики замкнутой системы ПЧ-СД				
3.1	Функциональные и структурные схемы систем ПЧ-СД				+
3.2	Выбор параметров регуляторов при подчиненном регулировании координат в системах ПЧ-СД				+
3.3	Механические, регулировочные, динамические и энергетические характеристики электропривода в замкнутой системе ПЧ-СД				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25