

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электропривод и автоматика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОПРИВОД РОБОТОВ И МАНИПУЛЯТОРОВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Реферат	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 2,50 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сафонов Ю.М.
	Идентификатор	R499e1df9-SafonovYM-0ebabf1d

Ю.М. Сафонов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

А.С. Анучин

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

А.С. Анучин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Получение базовых знаний по конструкциям роботов и используемых в них приводов, расчету нагрузок в динамике и в статике, синтезу современных систем управления

Задачи дисциплины

- Рассмотреть кинематические схемы роботов и дать их математическое описание;
- Рассмотреть методику выбора типа электропривода и его мощности для конкретных кинематических схем и технологий;
- Научить оценивать характеристики электропривода в конкретной задаче;
- Познакомить с современными интеллектуальными системами управления.

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
ПК-1 Способен оптимально выбирать существующие серийные и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	ИД-3ПК-1 Владеет методами расчёта, проектирования и конструирования систем электроприводов и их элементов	знать: - Существующие системы управления роботов и манипуляторов и методы их выбора. уметь: - Составлять кинематические уравнения промышленного робота.
ПК-2 Способен самостоятельно планировать и выполнять необходимые исследования и разработки в области профессиональной деятельности с использованием современных методов и средств экспериментальной и проектной деятельности и интерпретировать и представлять результаты выполненных исследований и разработок	ИД-1ПК-2 Знает современные средства в области электропривода и методы их разработки	знать: - Назначение, характеристики и функциональные возможности роботов и манипуляторов. уметь: - Анализировать динамические нагрузки электроприводов роботов и манипуляторов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электропривод и автоматика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Теорию электропривода
- знать Теорию автоматического управления

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Основные определения и классификации промышленных роботов и манипуляторов	16	2	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 5-15 [4], 35-50
1.1	Основные понятия	5		2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
1.2	Современные концепции автоматизации производства	11		2	-	2	-	-	-	-	-	7	-	
2	Типовые кинематические схемы и электроприводы	38	2	10	-	4	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 15-54 [4], 103-125
2.1	Требования к приводам	8		4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
2.2	Типовые схемы, уравнения и режимы	20		4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	
2.3	Основные компоновочные решения	10		2	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
3	Выбор типа электропривода и динамический анализ	24		10	-	4	-	-	-	-	-	10	-	
3.1	Специальные электродвигатели и механизмы	7	4	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 55-67	

3.2	Выбор электродвигателя и механизма	17		6	-	4	-	-	-	-	-	7	-	[4], 239-247
4	Современные системы управления роботов	30		8	-	6	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка реферата:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 247-280, 329-343 [3], 11-33 [4], 341-394
4.1	Принципы построения и классификация систем управления движением роботов	24		6	-	6	-	-	-	-	-	12	-	
4.2	Информационные системы для роботов	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
	Экзамен	36.00		-	-	-	-	-	-	-	2.50	-	33.50	
	Всего за семестр	144.00		32	-	16	-	-	-	-	2.50	60	33.50	
	Итого за семестр	144.00		32	-	16	-	-	-	2.50		93.50		

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. Основные определения и классификации промышленных роботов и манипуляторов

1.1. Основные понятия

Определения манипулятора, педипулятора, промышленного робота.. Классификации по грузоподъемности, системам управления, системам координат..

1.2. Современные концепции автоматизации производства

Автоматизация сборочного производства. Автоматизация покрасочного производства.

2. Типовые кинематические схемы и электроприводы

2.1. Требования к приводам

Гидропривод роботов. Пневмопривод роботов. Электропривод роботов.

2.2. Типовые схемы, уравнения и режимы

Типовые кинематические схемы. Кинематические уравнения. Динамика.

2.3. Основные компоновочные решения

Моноблочные решения. Агрегатно-модульные решения.

3. Выбор типа электропривода и динамический анализ

3.1. Специальные электродвигатели и механизмы

Специальные высокомоментные и малоинерционные электродвигатели. Специальные передаточные механизмы.

3.2. Выбор электродвигателя и механизма

Выбор мощности, перегрузочной способности двигателей. Выбор оптимального передаточного числа редукторов.

4. Современные системы управления роботов

4.1. Принципы построения и классификация систем управления движением роботов

Отличительные особенности позиционных, контурных и комбинированных систем управления. Планирование управляющих воздействий на следящие электроприводы роботов при контурном управлении движением объекта манипулирования. Оптимальное и адаптивное управление. Интеллектуальное управление, применение нечетких регуляторов, искусственных нейронных сетей.

4.2. Информационные системы для роботов

Датчики состояния окружающей среды. Системы технического зрения.

3.3. Темы практических занятий

1. Основные показатели промышленных роботов;
2. Кинематика промышленного робота в сферических координатах;
3. Динамика промышленного робота в цилиндрических координатах;
4. Механические характеристики ДПТ с постоянными магнитами;
5. Передаточные устройства промышленных роботов;

6. Нагрузочные диаграммы промышленных роботов;
7. Позиционные системы управления промышленным роботом;
8. Составление правил нечеткого регулятора.

3.4. Темы лабораторных работ
не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

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	4	
Знать:						
Существующие системы управления роботов и манипуляторов и методы их выбора	ИД-3ПК-1				+	Реферат/Системы управления
Назначение, характеристики и функциональные возможности роботов и манипуляторов	ИД-1ПК-2	+				Контрольная работа/КР1. Характеристики промышленных роботов
Уметь:						
Составлять кинематические уравнения промышленного робота	ИД-3ПК-1		+			Контрольная работа/КР2. Кинематический анализ
Анализировать динамические нагрузки электроприводов роботов и манипуляторов	ИД-1ПК-2			+		Контрольная работа/КР3. Динамический анализ и выбор двигателя

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: Выступление (доклад)

1. Системы управления (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. КР1. Характеристики промышленных роботов (Контрольная работа)
2. КР2. Кинематический анализ (Контрольная работа)
3. КР3. Динамический анализ и выбор двигателя (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

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: "МЭИ", Москва, 2019
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012581.html>;
2. Остриров, В. Н. Учебное пособие по курсу "Электропривод роботов и манипуляторов": Механика электроприводов промышленных роботов / В. Н. Остриров, Ю. М. Сафонов, Н. К. Маслова ; Ред. Л. В. Жильцов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1988 . – 68 с.;
3. Остриров, В. Н. Учебное пособие по курсу "Электропривод роботов и манипуляторов": Элементы систем управления промышленными роботами / В. Н. Остриров, Ю. М. Сафонов, Н. К. Маслова ; Ред. В. В. Москаленко ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1989 . – 112 с.;
4. Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы: основные типы и технические характеристики : учебное пособие для вузов по направлениям "Автоматизированные технологии и производства", "Мехатроника и робототехника" / Ю. Г. Козырев . – М. : КноРус, 2017 . – 560 с. - ISBN 978-5-406-05440-6 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
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. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. 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
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, 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-200/3, Кабинет сотрудников каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-212, Аудитория каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, тумба

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электропривод роботов и манипуляторов

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КР1. Характеристики промышленных роботов (Контрольная работа)

КМ-2 КР2. Кинематический анализ (Контрольная работа)

КМ-3 КР3. Динамический анализ и выбор двигателя (Контрольная работа)

КМ-4 Системы управления (Реферат)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Основные определения и классификации промышленных роботов и манипуляторов					
1.1	Основные понятия		+			
1.2	Современные концепции автоматизации производства		+			
2	Типовые кинематические схемы и электроприводы					
2.1	Требования к приводам			+		
2.2	Типовые схемы, уравнения и режимы			+		
2.3	Основные компоновочные решения			+		
3	Выбор типа электропривода и динамический анализ					
3.1	Специальные электродвигатели и механизмы				+	
3.2	Выбор электродвигателя и механизма				+	
4	Современные системы управления роботов					
4.1	Принципы построения и классификация систем управления движением роботов					+
4.2	Информационные системы для роботов					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25