

**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**

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

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

Ю.М. Сафонов

(расшифровка  
подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.С. Анучин

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.С. Анучин

(расшифровка  
подписи)

## 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 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-1 <sub>ПК-1</sub> 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.
ПК-2 Способен оптимально выбирать существующие серийные и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> 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.

## 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	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>  <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b>  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [2], 5-15                      [4], 35-50</p>
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	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>  <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b>  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [2], 15-54                      [4], 103-125</p>
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	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>  <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b>  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [2], 55-67</p>	

3.2	Выбор электродвигателя и механизма	17		6	-	4	-	-	-	-	-	7	-	[4], 239-247
4	Современные системы управления роботов	30		8	-	6	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка реферата:</u></b> <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.00</b>		<b>32</b>	-	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>2.50</b>	<b>60</b>	<b>33.50</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.00</b>		<b>32</b>	-	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>2.50</b>	<b>93.50</b>		

**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. Составление правил нечеткого регулятора;
2. Позиционные системы управления промышленным роботом;
3. Нагрузочные диаграммы промышленных роботов;
4. Передаточные устройства промышленных роботов;
5. Механические характеристики ДПП с постоянными магнитами;

6. Динамика промышленного робота в цилиндрических координатах;
7. Кинематика промышленного робота в сферических координатах;
8. Основные показатели промышленных роботов.

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

## **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. 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](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-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-200/3, 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