

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Киберфизические системы и интернет вещей

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очно-заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

<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.07.02.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 12 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 79,7 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>Тестирование</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>3 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Благодаров Д.А.
	Идентификатор	Rb1d3ad56-BlagodarovDA-109ee6f

(подпись)

Д.А. Благодаров

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Стрелков Н.О.
	Идентификатор	R784cde94-StrelkovNO-f448f943

(подпись)

Н.О. Стрелков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

(подпись)

Е.В. Шалимова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** формирование знаний в области исполнительных устройств и средств электроавтоматики, предназначенных для эффективного преобразования энергии и управления в автоматизированных системах

### Задачи дисциплины

- изучение различных видов электрических и электромеханических преобразователей энергии и средств электроавтоматизации приводных систем;
- изучение электромеханических свойств приводных исполнительных систем постоянного и переменного тока, способов регулирования и технической реализации;
- приобретение навыков самостоятельного выполнения простейших расчетов основных параметров и характеристик, оценки энергетических показателей работы, выбора основных элементов при проектировании исполнительных систем, чтения и анализа электрических схем;
- приобретение навыков самостоятельного проведения простых натурных исследований исполнительных систем.

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
УК-1 способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИД-2 <sub>УК-1</sub> Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет ее декомпозицию на отдельные задачи	знать: - основы механики и регулирования координат приводных исполнительных систем; - электромеханические свойства исполнительных систем постоянного тока, способы регулирования и техническую реализацию; - электромеханические свойства исполнительных систем переменного тока, способы регулирования и техническую реализацию.
ПК-1 Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования и эксплуатации, подготавливать технические задания на выполнение проектных и эксплуатационных работ по созданию устройств сбора данных и управления инфраструктурой	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Умеет проводить разработку архитектуры радиотехнических устройств и систем сбора обработки данных и управления исполнительными устройствами	уметь: - выполнять расчеты характеристик исполнительных систем, выбирать основные элементы при проектировании и проводить простые натурные исследования.
ПК-2 Способен проектировать радиотехнические устройства, приборы и их узлы, системы и	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Умеет разрабатывать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с	уметь: - пользоваться современными программными комплексами для имитационного моделирования и проектирования технических систем.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
комплексы сбора и обработки данных и управления устройствами с учетом заданных требований в том числе и бортового базирования	применением современных пакетов программ для сквозного проектирования	

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Киберфизические системы и интернет вещей (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы математики, законы механики и электротехники
- уметь Выполнять математические расчеты, построение графиков функций

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	Понятие приводных исполнительных систем, структура. Основы механики и регулирования координат	12	3	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение материалов по разделу "Понятие приводных исполнительных систем, структура. Основы механики и регулирования координат" и подготовка к контрольному мероприятию</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Понятие приводных исполнительных систем, структура. Основы механики и регулирования координат"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 5 – 32 [2], 1-110</p>	
1.1	Основы механики и регулирования координат приводных исполнительных систем	12		2	-	-	-	-	-	-	-	10	-		
2	Электроавтоматизация на базе систем постоянного тока	23		3	4	-	-	-	-	-	-	-	16		-
2.1	Электроавтоматизация на базе систем постоянного тока	23		3	4	-	-	-	-	-	-	-	16		-



4	Энергетика	26		2	4	-	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение материалов по разделу "Энергетика" и подготовка к контрольному мероприятию
4.1	Энергетика	26		2	4	-	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Энергетика" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Энергетика" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 273 – 336
5	Системы управления и элементы проектирования	19.7		2	4	-	-	-	-	-	-	13.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение материалов по разделу "Системы управления и элементы проектирования" и подготовка к контрольному мероприятию
5.1	Системы управления и элементы проектирования	19.7		2	4	-	-	-	-	-	-	13.7	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Системы управления и элементы проектирования" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу

													"Системы управления и элементы проектирования" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 113 – 131; 196-212
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>79.7</b>	-	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>79.7</b>	-	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Понятие приводных исполнительных систем, структура. Основы механики и регулирования координат

##### 1.1. Основы механики и регулирования координат приводных исполнительных систем

Назначение, определение, структура, состав, применение электропривода в современных технологиях. Уравнение движения механической части. Установившийся режим (статика). Приведение параметров координат. Механические характеристики электродвигателя и нагрузки. Статическая устойчивость. Регулирование координат электропривода. Показатели регулирования..

#### 2. Электроавтоматизация на базе систем постоянного тока

##### 2.1. Электроавтоматизация на базе систем постоянного тока

Типы электроприводов постоянного тока. Схемы включения. Основные уравнения. Статические характеристики. Энергетические режимы. Способы регулирования координат и их показатели. Допустимая нагрузка. Технические реализации разомкнутой и замкнутой структур регулирования (примеры)..

#### 3. Электроавтоматизация на базе систем переменного тока

##### 3.1. Электроавтоматизация на базе систем переменного тока

Простые модели асинхронного электропривода. Уравнения. Характеристики. Энергетические режимы. Номинальные данные. Допустимая нагрузка. Способы регулирования координат. Условия регулирования. Электрические преобразователи в ЭП. Современные управляемые преобразователи: управляемые выпрямители, преобразователи напряжения, преобразователи частоты, принципы построения. Синхронный электропривод. Основные уравнения. Характеристики. Шаговый электропривод (принцип действия). Вентильно–индукторный электропривод..

#### 4. Энергетика

##### 4.1. Энергетика

Показатели энергетической эффективности. Потери мощности и энергии в установившихся и динамических режимах. Тепловая модель электродвигателя. Нагрузочные диаграммы и тахограммы движения исполнительного органа рабочей машины и двигателя. Выбор и проверка электродвигателя по условиям нагрева методами средних потерь и эквивалентных величин Основные методы и средства энергосбережения в электроприводе..

#### 5. Системы управления и элементы проектирования

##### 5.1. Системы управления и элементы проектирования

Назначение и реализация систем управления, защит, блокировок, сигнализации в системе электропривода (технические средства реализации). Выбор двигателя и электрического преобразователя, средств электроавтоматики..

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Системы управления и обмена информацией;
2. Энергетические показатели исполнительных устройств;
3. Электроавтоматизация на базе систем переменного тока;
4. Электроавтоматизация на базе систем постоянного тока.

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Понятие приводных исполнительных систем, структура. Основы механики и регулирования координат"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Электроавтоматизация на базе систем постоянного тока"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Электроавтоматизация на базе систем переменного тока"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Энергетика"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы управления и элементы проектирования"

### **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	5	
<b>Знать:</b>							
электромеханические свойства исполнительных систем переменного тока, способы регулирования и техническую реализацию	ИД-2 <sub>ук-1</sub>			+			Тестирование/Тест 3 «Электроавтоматизация на базе систем переменного тока»
электромеханические свойства исполнительных систем постоянного тока, способы регулирования и техническую реализацию	ИД-2 <sub>ук-1</sub>		+				Тестирование/Тест 2 «Электроавтоматизация на базе систем постоянного тока»
основы механики и регулирования координат приводных исполнительных систем	ИД-2 <sub>ук-1</sub>	+					Тестирование/Тест 1 «Основы механики и регулирования координат приводных исполнительных систем»
<b>Уметь:</b>							
выполнять расчеты характеристик исполнительных систем, выбирать основные элементы при проектировании и проводить простые натурные исследования	ИД-3 <sub>пк-1</sub>		+	+	+	+	Тестирование/Тест 5 "Вопросы по итогам лабораторных работ"
пользоваться современными программными комплексами для имитационного моделирования и проектирования технических систем	ИД-2 <sub>пк-2</sub>				+	+	Тестирование/Тест 4 «Энергетика. Системы управления и элементы проектирования»

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест 1 «Основы механики и регулирования координат приводных исполнительных систем» (Тестирование)
2. Тест 2 «Электроавтоматизация на базе систем постоянного тока» (Тестирование)
3. Тест 3 «Электроавтоматизация на базе систем переменного тока» (Тестирование)
4. Тест 4 «Энергетика. Системы управления и элементы проектирования» (Тестирование)
5. Тест 5 "Вопросы по итогам лабораторных работ" (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

На основании оценки за зачет с учетом баллов текущей аттестации

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Москаленко, В. В. Электрический привод : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / В. В. Москаленко . – М. : ИНФРА-М, 2020 . – 364 с. – (Высшее образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-16-009474-8 .;
2. Ильинский Н.Ф.- "Основы электропривода", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011331.html>;
3. Фролов Ю. М., Шелякин В. П.- "Проектирование электропривода промышленных механизмов", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (448 с.) <https://e.lanbook.com/book/168639>.

### **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.

### **5.3 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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
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	Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники	стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники	стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники	стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный
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-815, Преподавательская	стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-802/4, Склад инвентаря и оборудования	стеллаж, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, сервер

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Исполнительные устройства киберфизических систем

(название дисциплины)

#### 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тест 1 «Основы механики и регулирования координат приводных исполнительных систем» (Тестирование)
- КМ-2 Тест 2 «Электроавтоматизация на базе систем постоянного тока» (Тестирование)
- КМ-3 Тест 3 «Электроавтоматизация на базе систем переменного тока» (Тестирование)
- КМ-4 Тест 4 «Энергетика. Системы управления и элементы проектирования» (Тестирование)
- КМ-5 Тест 5 "Вопросы по итогам лабораторных работ" (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	11	13	15
1	Понятие приводных исполнительных систем, структура. Основы механики и регулирования координат						
1.1	Основы механики и регулирования координат приводных исполнительных систем		+				
2	Электроавтоматизация на базе систем постоянного тока						
2.1	Электроавтоматизация на базе систем постоянного тока			+			+
3	Электроавтоматизация на базе систем переменного тока						
3.1	Электроавтоматизация на базе систем переменного тока				+		+
4	Энергетика						
4.1	Энергетика					+	+
5	Системы управления и элементы проектирования						
5.1	Системы управления и элементы проектирования					+	+
Вес КМ, %:			10	20	20	20	30