

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехника и электрификация

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**РЕГУЛИРОВАНИЕ КООРДИНАТ ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

<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.16.01.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 7;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>252 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 48 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 18 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 133,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>7 семестр - 52,7 часа;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>7 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> Тестирование Контрольная работа Коллоквиум	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>7 семестр - 0,3 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2024**

**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	Иванов А.С.
	Идентификатор	R28e5c30d-IvanovAIS-37175ef6

А.С. Иванов

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Погребисский М.Я.
	Идентификатор	Rccf62952-PogrebisskiyMY-d58a694

М.Я.  
Погребисский

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Овладение методами целенаправленного выбора и расчета различных структур электропривода, применяемых для регулирования координат рабочих машин и механизмов, наиболее полно соответствующих требованиям технологии, что позволит успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности бакалавра.

### Задачи дисциплины

- Знакомство обучающихся с видами силовых преобразователей и принципами их выбора в зависимости от требований, предъявляемых к электроприводу;
- Получение навыков самостоятельного выполнения простейших расчетов по определению основных параметров и характеристик электропривода в разомкнутых и замкнутых структурах;
- Получение навыков по проектированию простейших структур электропривода для регулирования момента, скорости и положения;;
- Получение навыков самостоятельного проведения элементарных лабораторные исследования электрических приводов.

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-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и технологические требования	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует умение разрабатывать проектные решения отдельных частей системы автоматического управления объектом профессиональной деятельности	уметь: - Рассчитывать основные параметры систем управления электроприводов.
ПК-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и технологические требования	ИД-4 <sub>ПК-3</sub> Выбирает и обосновывает конкурентоспособные варианты электрооборудования и проектных технических решений при разработке систем электроснабжения и управления объектами профессиональной деятельности	знать: - Основные способы и показатели регулирования электроприводов.
ПК-4 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых исследований по заданной методике, выбирать	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Знает основные этапы исследования и проектирования электротехнических устройств, электромеханических и	знать: - Характеристики и функциональные возможности электрических машин и силовых преобразователей.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
методы исследований, интерпретировать и представлять полученные результаты	электротехнологических систем	
ПК-4 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых исследований по заданной методике, выбирать методы исследований, интерпретировать и представлять полученные результаты	ИД-2ПК-4 Выбирает и применяет методы анализа и расчета электромеханических устройств, электротехнологического оборудования и систем на их основе	уметь: - Анализировать основные показатели регулирования электроприводов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехника и электрификация (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы электрического привода
- 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 7 зачетных единиц, 252 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	Способы регулирования переменных и их основные показатели	24	7	10	-	8	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b>  <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>  <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b>  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [1], 396 – 438</p>	
1.1	Обобщенная система управляемый преобразователь - двигатель.	8		4	-	2	-	-	-	-	-	-	2		-
1.2	Инженерные оценки точности и качества регулирования координат как основа синтеза контуров регулирования	6		2	-	2	-	-	-	-	-	-	2		-
1.3	Последовательная коррекция с подчиненным регулированием координат, стандартные настройки динамики регулируемого электропривода	10		4	-	4	-	-	-	-	-	-	2		-
2	Регулирование момента (тока) электропривода	46		14	6	11	-	-	-	-	-	-	15		-
2.1	Система источник тока - двигатель (ИТ-	7	2	-	2	-	-	-	-	-	-	3	-	<p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b>  <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b>  <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>  <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b></p>	

	Д)													<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
2.2	Регулирование момента в системе УП-Д по отклонению и возмущению	13	4	2	3	-	-	-	-	-	4	-		[1], 463 – 499 [2], 247 – 291
2.3	Свойства электропривода при настройке контура регулирования момента (тока) на технический оптимум	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-		
2.4	Частотное регулирование момента асинхронного электропривода.	16	4	4	4	-	-	-	-	-	4	-		
3	Регулирование скорости электропривода	49	16	8	9	-	-	-	-	-	16	-		<b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
3.1	Параметрические способы регулирования скорости электроприводов	5	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-		
3.2	Регулирование скорости в системе УП-Д по отклонению и возмущению	14	4	4	2	-	-	-	-	-	4	-		[1], 514 – 601 [2], 329 – 368
3.3	Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости на технический и симметричный оптимум	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-		
3.4	Понятие двухзонного регулирования скорости	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-		

3.5	Частотное регулирование скорости асинхронного электропривода	12	4	4	2	-	-	-	-	-	2	-	
4	Регулирование положения	24	8	2	4	-	-	-	-	-	10	-	<i><u>Подготовка курсового проекта:</u></i> <i><u>Самостоятельное изучение</u></i> <i><u>теоретического материала:</u></i> <i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], 622 – 642
4.1	Автоматическое регулирование положения в системе УП-Д	12	4	2	2	-	-	-	-	-	4	-	
4.2	Ошибки позиционирования по управлению и возмущению	7	2	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
4.3	Добротность следящего электропривода по скорости и ускорению	5	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	73.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	52.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>252.0</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>99.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>252.0</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>0.8</b>	<b>133.2</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. Способы регулирования переменных и их основные показатели

- 1.1. Обобщенная система управляемый преобразователь - двигатель.  
Системы Г-Д, ТП-Д, ПЧ-АД. Математическое описание и линеаризованные структурные схемы.
- 1.2. Инженерные оценки точности и качества регулирования координат как основа синтеза контуров регулирования
- 1.3. Последовательная коррекция с подчиненным регулированием координат, стандартные настройки динамики регулируемого электропривода

### 2. Регулирование момента (тока) электропривода

- 2.1. Система источник тока - двигатель (ИТ-Д)
- 2.2. Регулирование момента в системе УП-Д по отклонению и возмущению
- 2.3. Свойства электропривода при настройке контура регулирования момента (тока) на технический оптимум
- 2.4. Частотное регулирование момента асинхронного электропривода.

### 3. Регулирование скорости электропривода

- 3.1. Параметрические способы регулирования скорости электроприводов
- 3.2. Регулирование скорости в системе УП-Д по отклонению и возмущению
- 3.3. Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости на технический и симметричный оптимум
- 3.4. Понятие двухзонного регулирования скорости
- 3.5. Частотное регулирование скорости асинхронного электропривода



#### 4. Регулирование положения

4.1. Автоматическое регулирование положения в системе УП-Д

4.2. Ошибки позиционирования по управлению и возмущению

4.3. Добротность следящего электропривода по скорости и ускорению

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

1. Точная остановка электропривода;
2. Расчет системы регулирования момента (тока) с отрицательной обратной связью по току.;
3. Параболический регулятор положения;
4. Настройка контура скорости на технический оптимум;
5. Настройка контура скорости на симметричный оптимум;
6. Расчет системы с отрицательной обратной связью по скорости;
7. Расчет системы ТП-Д;
8. Расчет системы ПЧ-АД;
9. Настройка на технический оптимум;
10. Синтез системы с последовательной коррекцией контура тока;
11. Связь показателей регулирования с видом ЛАЧХ;
12. Применение ФКУ в электроприводе постоянного тока;
13. Расчет системы Г-Д.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Разомкнутая система ТП-Д;
2. Замкнутая система ТП-Д;
3. Разомкнутая система ПЧ-АД;
4. Замкнутая система ПЧ-АД.

### **3.5 Консультации**

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

**7 Семестр**

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Электропривод механизма Цементной мельницы
- Электропривод электротележки
- Электропривод ленточного кругового конвейера
- Электропривод стола сверлильного станка
- Электропривод бетономешалки
- Электропривод платформы-транспортера с горизонтальным перемещением
- Электропривод багажной карусели
- Электропривод самоходной тележки

#### **График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 7	8 - 14	Зачетная
--------	-------	--------	----------

Раздел курсового проекта	1, 2	3, 4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	50	50	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	50	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Выбор двигателя
2	Расчет разомкнутой системы
3	Расчет замкнутой системы
4	Расчет энергетических показателей

### 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>						
Основные способы и показатели регулирования электроприводов	ИД-4ПК-3	+				Тестирование/Разомкнутые ЭМС
Характеристики и функциональные возможности электрических машин и силовых преобразователей	ИД-1ПК-4		+	+	+	Коллоквиум/Лабораторные работы
<b>Уметь:</b>						
Рассчитывать основные параметры систем управления электроприводов	ИД-1ПК-3			+		Контрольная работа/Регулирование скорости электропривода
Анализировать основные показатели регулирования электроприводов	ИД-2ПК-4		+			Контрольная работа/Регулирование тока (момента) электропривода

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

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

**7 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Разомкнутые ЭМС (Тестирование)
2. Регулирование скорости электропривода (Контрольная работа)
3. Регулирование тока (момента) электропривода (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Лабораторные работы (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

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

Экзамен (Семестр №7)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

Курсовой проект (КП) (Семестр №7)

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

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

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

1. Ключев, В. И. Теория электропривода : Учебник для вузов / В. И. Ключев . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1998 . – 704 с. - ISBN 5-283-00642-5 : 80.00 .;
2. Анучин А.С.- "Системы управления электроприводов", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012581.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. 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](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>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-214, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, мультимедийный проектор, доска маркерная, техническая аппаратура
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-214, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, мультимедийный проектор, доска маркерная, техническая аппаратура
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-100/4, Учебная лаборатория АВВ - МЭИ	стол, стул, лабораторный стенд, оборудование специализированное
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-214, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, мультимедийный проектор, доска маркерная, техническая аппаратура
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

## Регулирование координат электропривода

(название дисциплины)

## 7 семестр

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

КМ-1 Разомкнутые ЭМС (Тестирование)

КМ-2 Регулирование тока (момента) электропривода (Контрольная работа)

КМ-3 Регулирование скорости электропривода (Контрольная работа)

КМ-4 Лабораторные работы (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Способы регулирования переменных и их основные показатели					
1.1	Обобщенная система управляемый преобразователь - двигатель.		+			
1.2	Инженерные оценки точности и качества регулирования координат как основа синтеза контуров регулирования		+			
1.3	Последовательная коррекция с подчиненным регулированием координат, стандартные настройки динамики регулируемого электропривода		+			
2	Регулирование момента (тока) электропривода					
2.1	Система источник тока - двигатель (ИТ-Д)			+		
2.2	Регулирование момента в системе УП-Д по отклонению и возмущению			+		+
2.3	Свойства электропривода при настройке контура регулирования момента (тока) на технический оптимум			+		
2.4	Частотное регулирование момента асинхронного электропривода.			+		+
3	Регулирование скорости электропривода					
3.1	Параметрические способы регулирования скорости электроприводов				+	
3.2	Регулирование скорости в системе УП-Д по отклонению и возмущению				+	+
3.3	Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости на технический и симметричный оптимум				+	
3.4	Понятие двухзонного регулирования скорости				+	

3.5	Частотное регулирование скорости асинхронного электропривода			+	+
4	Регулирование положения				
4.1	Автоматическое регулирование положения в системе УП-Д				+
4.2	Ошибки позиционирования по управлению и возмущению				+
4.3	Добротность следящего электропривода по скорости и ускорению				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Регулирование координат электропривода

(название дисциплины)

7 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

КМ-1 Оценка выполнения разделов КП № 1 и 2

КМ-2 Оценка выполнения разделов КП № 3 и 4

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
		Неделя КМ:	7	14
1	Выбор двигателя		+	
2	Расчет разомкнутой системы		+	
3	Расчет замкнутой системы			+
4	Расчет энергетических показателей			+
		Вес КМ, %:	50	50