

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: Электропривод и автоматика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
РЕГУЛИРОВАНИЕ КООРДИНАТ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 7;
Часов (всего) по учебному плану:	252 часа
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	8 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	8 семестр - 28 часа;
Консультации	8 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	8 семестр - 145,2 часа;
в том числе на КП/КР	8 семестр - 52,7 часа;
Иная контактная работа	8 семестр - 4 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа Коллоквиум	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсового проекта	8 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	8 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

Ю.М. Сафонов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.С. Анучин

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.С. Анучин

(расшифровка
подписи)

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 лабораторных исследований 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-5 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, технологические и экологические требования с учетом критериев энергетической эффективности	ИД-1 _{ПК-5} Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	знать: - Характеристики и функциональные возможности электрических машин и силовых преобразователей.
ПК-5 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, технологические и экологические требования с учетом критериев энергетической эффективности	ИД-3 _{ПК-5} Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов	знать: - Основные способы и показатели регулирования электроприводов. уметь: - Анализировать основные показатели регулирования электроприводов; - Рассчитывать основные параметры систем управления электроприводов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электропривод и автоматика (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	32	8	8	-	8	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Подготовка курсового проекта:</u> <u>Подготовка к контрольной работе:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 396 – 438</p>
1.1	Обобщенная система управляемый преобразователь - двигатель.	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Инженерные оценки точности и качества регулирования координат как основа синтеза контуров регулирования	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
1.3	Последовательная коррекция с подчиненным регулированием координат, стандартные настройки динамики регулируемого электропривода	16		4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
2	Регулирование момента (тока) электропривода	44		8	12	8	-	-	-	-	-	16	-	
2.1	Система источник тока - двигатель (ИТ-	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка курсового проекта:</u> <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> <u>Подготовка к контрольной работе:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></p>	

	Д)												<i>Изучение материалов литературных источников:</i>
2.2	Регулирование момента в системе УП-Д по отклонению и возмущению	14	2	6	2	-	-	-	-	-	4	-	[1], 463 – 499 [2], 247 – 291
2.3	Свойства электропривода при настройке контура регулирования момента (тока) на технический оптимум	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
2.4	Частотное регулирование момента асинхронного электропривода.	14	2	6	2	-	-	-	-	-	4	-	
3	Регулирование скорости электропривода	44	8	12	8	-	-	-	-	-	16	-	<i>Подготовка курсового проекта:</i> <i>Подготовка к лабораторной работе:</i> <i>Подготовка к контрольной работе:</i> <i>Самостоятельное изучение теоретического материала:</i> <i>Изучение материалов литературных источников:</i>
3.1	Параметрические способы регулирования скорости электроприводов	4	1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
3.2	Регулирование скорости в системе УП-Д по отклонению и возмущению	14	2	6	2	-	-	-	-	-	4	-	[1], 514 – 601 [2], 329 – 368
3.3	Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости на технический и симметричный оптимум	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
3.4	Понятие двухзонного регулирования скорости	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	

3.5	Частотное регулирование скорости асинхронного электропривода	10	1	6	1	-	-	-	-	-	2	-	
4	Регулирование положения	23	4	4	4	-	-	-	-	-	11	-	<i><u>Подготовка курсового проекта:</u></i> <i><u>Самостоятельное изучение 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	2	4	2	-	-	-	-	-	4	-	
4.2	Ошибки позиционирования по управлению и возмущению	6	1	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
4.3	Добротность следящего электропривода по скорости и ускорению	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	73.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	52.7	-	
	Всего за семестр	252.0	28	28	28	16	2	4	-	0.8	111.7	33.5	
	Итого за семестр	252.0	28	28	28	18	4	0.8			145.2		

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

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

8 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	
Знать:						
Характеристики и функциональные возможности электрических машин и силовых преобразователей	ИД-1ПК-5	+	+	+	+	Коллоквиум/Лабораторные работы
Основные способы и показатели регулирования электроприводов	ИД-3ПК-5	+				Тестирование/Разомкнутые ЭМС
Уметь:						
Рассчитывать основные параметры систем управления электроприводов	ИД-3ПК-5			+		Контрольная работа/Регулирование скорости электропривода
Анализировать основные показатели регулирования электроприводов	ИД-3ПК-5		+			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

8 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 №8)

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

Курсовой проект (КП) (Семестр №8)

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

В диплом выставляется оценка за 8 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. 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>

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	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	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

Регулирование координат электропривода

(название дисциплины)

8 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)

8 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