

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Производство энергетического оборудования

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины
УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Тестирование	
Контрольная работа	
Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

М.Я.
Погребисский

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Петров П.Ю.	
Идентификатор	R653adc76-PetrovPY-f1c0c784	

П.Ю. Петров

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Гончаров А.Л.	
Идентификатор	R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe	

А.Л. Гончаров

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: освоение теории автоматического управления и общих принципов управления техническими системами для последующего использования при разработке технологий и проведении технологических процессов

Задачи дисциплины

- – изучение основ теории автоматического управления и общих принципов управления техническими системами;;
- – освоение методов анализа и синтеза систем управления и соответствующего математического аппарата;;
- – изучение подходов к настройке систем управления технологическим оборудованием;;
- – изучение особенностей нелинейных и импульсных 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
РПК-3 Способен участвовать в производственно-технологической деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-1РПК-3 Демонстрирует понимание конструкции и принципов работы объектов профессиональной деятельности	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- структуру систем автоматического управления, основные требования к системам автоматического управления, функции элементов систем;- основные способы коррекции систем и законы управления (регулирования);- основные показатели качества управления техническими системами;- основные методы анализа и синтеза систем управления. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- проводить синтез простых систем автоматического управления, выбор настроек регуляторов;- проводить анализ простых систем автоматического управления, оценивать устойчивость системы;- оценивать показатели качества управления (регулирования) по временным и частотным характеристикам систем;- демонстрировать понимание функциональных и структурных схем систем автоматического управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Производство энергетического оборудования (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы электротехники и электроники.

- знать Основы дифференциального и операционного исчисления.
- уметь Читать электрические и электронные принципиальные схемы.
- уметь Решать простые дифференциальные уравнения классическим и операторным методами.

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	Управление техническими системами. Основные понятия и определения	9	7	4	-	2	-	-	-	-	-	3	-			<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Управление техническими системами. Основные понятия и определения" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 5-10	
1.1	Управление техническими системами. Основные понятия и определения	9		4	-	2	-	-	-	-	-	3	-				
2	Математическое описание систем управления. Временные и частотные характеристики систем	28		8	-	8	-	-	-	-	-	12	-			<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Математическое описание систем управления. Временные и частотные характеристики систем" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение п. 1-6 расчетного задания. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 65-74, 119-171, 258-264 [2], стр. 10-31 [3], стр. 660-663	
2.1	Математическое описание систем управления. Временные и частотные характеристики систем	28		8	-	8	-	-	-	-	-	12	-				
3	Устойчивость линейных непрерывных систем	16		4	-	4	-	-	-	-	-	8	-			<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Устойчивость линейных непрерывных	
3.1	Устойчивость	16		4	-	4	-	-	-	-	-	8	-				

	линейных непрерывных систем												систем"
													<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение п. 7 расчетного задания
													<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 318-331, 354-379 [2], стр. 31-35
4	Качество управления (регулирования)	16	4	-	6	-	-	-	-	6	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение
4.1	Качество управления (регулирования)	16	4	-	6	-	-	-	-	6	-		дополнительного материала по разделу "Качество управления (регулирования)" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение п. 8 расчетного задания <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 35-40
5	Коррекция и настройка систем управления	15	4	-	4	-	-	-	-	7	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Коррекция и настройка систем управления" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение п. 9 расчетного задания <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 40-46
5.1	Коррекция и настройка систем управления	15	4	-	4	-	-	-	-	7	-		"Особенности нелинейных систем" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 46-52, 54-60
6	Особенности нелинейных систем	12	4	-	4	-	-	-	-	4	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение
6.1	Особенности нелинейных систем	12	4	-	4	-	-	-	-	4	-		дополнительного материала по разделу "Особенности нелинейных систем" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 46-52, 54-60
7	Особенности импульсных систем	12	4	-	4	-	-	-	-	4	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение
7.1	Особенности импульсных систем	12	4	-	4	-	-	-	-	4	-		дополнительного материала по разделу "Особенности импульсных систем" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 60-71

	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0		32	-	32		2		-	0.5		77.5	

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. Управление техническими системами. Основные понятия и определения

1.1. Управление техническими системами. Основные понятия и определения

Понятие управления. Цель управления. Законы управления. Задачи анализа и синтеза систем. Классификация систем автоматического управления (САУ). Системы регулирования. Классификация систем управления: системы замкнутые и разомкнутые; непрерывные и дискретные; стационарные и нестационарные; детерминированные и стохастические; линейные и нелинейные; следящие системы. Функциональные схемы систем управления основных видов. Основные элементы систем: задатчик, регулирующее (вычислительное) устройство, исполнительное устройство, объект управления, датчик обратной связи. Понятие возмущения. Примеры. Системы с ЭВМ и микропроцессорные системы управления. Значение систем автоматического управления для повышения качества продукции, производительности и надежности технологического оборудования, воспроизводимости и безопасности технологического процесса, снижения материоемкости и энергоемкости производства. Понятия оптимального и адаптивного управления..

2. Математическое описание систем управления. Временные и частотные характеристики систем

2.1. Математическое описание систем управления. Временные и частотные характеристики систем

Представление элементов систем динамическими звеньями. Аппарат передаточных функций. Прямое и обратное преобразование Лапласа. Передаточные функции типовых динамических звеньев: инерционные, колебательные, безынерционные, интегрирующие, дифференцирующие звенья, звенья запаздывания. Примеры объектов, описываемых типовыми динамическими звеньями. Характеристическое уравнение. Изображения типовых воздействий. Структурные схемы систем управления. Преобразование структурных схем. Последовательное и параллельное соединение звеньев, учет положительной и отрицательной обратной связи. Перенос сумматора через узел. Передаточная функция замкнутой и разомкнутой систем, передаточная функция по заданию и возмущению. Временные характеристики систем. Переходная и весовая функции. Частотные характеристики систем: амплитудно-частотные (АЧХ) и фазово-частотные (ФЧХ) характеристики, логарифмические (ЛАЧХ и ЛФЧХ) частотные характеристики систем. Амплитудно-фазовые характеристики (годографы). Получение частотных характеристик экспериментальным путем и по передаточным функциям. Применение частотных характеристик для анализа и синтеза систем..

3. Устойчивость линейных непрерывных систем

3.1. Устойчивость линейных непрерывных систем

Устойчивость системы как основное условие ее нормального функционирования. Устойчивость разомкнутых и замкнутых систем. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Частотный критерий Найквиста, в том числе в логарифмической форме. Особенности применения критерия Найквиста к астатическим и автоколебательным системам. Понятие запаса устойчивости по амплитуде и по фазе..

4. Качество управления (регулирования)

4.1. Качество управления (регулирования)

Основные показатели качества управления (регулирования). Точность регулирования (статическая ошибка), статические и астатические системы. Порядок астатизма. Перерегулирование, колебательность, время переходного процесса. Интегральные показатели качества управления. Корневые и частотные методы анализа качества управления..

5. Коррекция и настройка систем управления

5.1. Коррекция и настройка систем управления

Понятие коррекции. Виды корректирующих звеньев. Синтез корректирующего звена по логарифмическим частотным характеристикам. Использование гибких и жестких корректирующих обратных связей. Системы с ПИД-регуляторами, рекомендации по их настройке..

6. Особенности нелинейных систем

6.1. Особенности нелинейных систем

Виды нелинейностей в системах. Примеры. Характеристики нелинейных элементов. Нелинейные корректирующие звенья. Методы исследования нелинейных систем. Устойчивость и качество управления в нелинейных системах. Условия возникновения автоколебаний..

7. Особенности импульсных систем

7.1. Особенности импульсных систем

Понятие импульсной системы. Примеры. Системы с цифровой ЭВМ или микропроцессорными средствами как пример импульсных систем. Импульсная модуляция. Особенности анализа и синтеза импульсных систем. Условия пренебрежения импульсным характером системы..

3.3. Темы практических занятий

1. Использование частотных критериев качества регулирования (2 часа);
2. Временные и частотные характеристики типовых динамических звеньев (2 часа);
3. Расчет статической ошибки регулирования в статических системах и системах с астатизмом первого и второго порядка (4 часа);
4. Синтез корректирующих звеньев по частотным характеристикам (2 часа);
5. Построение частотных характеристик сложного звена (4 часа);
6. Исследование устойчивости линейных непрерывных систем. Использование критерия Найквиста. Запас устойчивости (4 часа);
7. Построение структурной схемы объекта управления. Преобразование структурных схем (2 часа);
8. Исследование импульсных систем (4 часа);
9. Исследование нелинейных систем (4 часа);
10. Вводное занятие. Структура и основные понятия систем управления (2 часа);
11. Анализ и настройка ПИД-регуляторов (2 часа)..

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

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	6	7		
Знать:										
основные методы анализа и синтеза систем управления	ИД-1 _{РПК-3}		+	+			+	+	Контрольная работа/Временные и частотные характеристики динамических звеньев. Частотные методы исследования систем.	Контрольная работа/Исследование нелинейных и импульсных систем
основные показатели качества управления техническими системами	ИД-1 _{РПК-3}				+				Контрольная работа/Основные показатели качества управления (регулирования). Коррекция систем и законы управления (регулирования)	
основные способы коррекции систем и законы управления (регулирования)	ИД-1 _{РПК-3}					+			Контрольная работа/Основные показатели качества управления (регулирования). Коррекция систем и законы управления (регулирования)	
структуру систем автоматического управления, основные требования к системам автоматического управления, функции элементов систем	ИД-1 _{РПК-3}	+							Тестирование/Основные понятия и структура систем автоматического управления. Функциональные и структурные схемы систем	
Уметь:										
демонстрировать понимание функциональных и структурных схем систем автоматического управления	ИД-1 _{РПК-3}	+	+						Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания	
оценивать показатели качества управления (регулирования) по временным и частотным характеристикам систем	ИД-1 _{РПК-3}				+				Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания	Контрольная работа/Основные показатели качества управления (регулирования). Коррекция систем и законы управления (регулирования)
проводить анализ простых систем автоматического управления, оценивать	ИД-1 _{РПК-3}		+	+			+	+	Контрольная работа/Временные и частотные характеристики динамических звеньев.	

устойчивость системы								Частотные методы исследования систем. Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания Контрольная работа/Исследование нелинейных и импульсных систем
проводить синтез простых систем автоматического управления, выбор настроек регуляторов	ИД-1РПК-3					+		Контрольная работа/Временные и частотные характеристики динамических звеньев. Частотные методы исследования систем. Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания Контрольная работа/Основные показатели качества управления (регулирования). Коррекция систем и законы управления (регулирования)

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: Защита задания

1. Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Временные и частотные характеристики динамических звеньев. Частотные методы исследования систем. (Контрольная работа)
2. Исследование нелинейных и импульсных систем (Контрольная работа)
3. Основные показатели качества управления (регулирования). Коррекция систем и законы управления (регулирования) (Контрольная работа)
4. Основные понятия и структура систем автоматического управления. Функциональные и структурные схемы систем (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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. В приложение к диплому выносится оценка за 7 семестр.

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. Никиulin, Е. А. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем : учебное пособие для вузов по специальности 230101 (220100) "Вычислительные машины; комплексы, системы и сети" / Е. А. Никиulin . – СПб. : БХВ-Петербург, 2012 . – 640 с. - ISBN 978-5-94157-440-7 .;
2. Автоматическое управление электротермическими установками : Учебник для вузов по специальности "Автоматизированные электротехнические установки и системы" / А. М. Кручинин, [и др.] ; ред. А. Д. Свенчанский . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 416 с. - ISBN 5-283-00543-7 .;
3. Дьяконов В. П.- "MATLAB 7.*/R2006/R2007: Самоучитель", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2009 - (768 с.)
https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1178.

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. Scilab.

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. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
14. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
15. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.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
	Б-407, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-412, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-412, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
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	Б-412, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в

		Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	A-217, Кабинет сотрудников каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Управление техническими системами

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основные понятия и структура систем автоматического управления. Функциональные и структурные схемы систем (Тестирование)
- КМ-2 Временные и частотные характеристики динамических звеньев. Частотные методы исследования систем. (Контрольная работа)
- КМ-3 Основные показатели качества управления (регулирования). Коррекция систем и законы управления (регулирования) (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Исследование нелинейных и импульсных систем (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	16
1	Управление техническими системами. Основные понятия и определения						
1.1	Управление техническими системами. Основные понятия и определения		+			+	
2	Математическое описание систем управления. Временные и частотные характеристики систем						
2.1	Математическое описание систем управления. Временные и частотные характеристики систем			+		+	+
3	Устойчивость линейных непрерывных систем						
3.1	Устойчивость линейных непрерывных систем			+		+	+
4	Качество управления (регулирования)						
4.1	Качество управления (регулирования)				+	+	
5	Коррекция и настройка систем управления						
5.1	Коррекция и настройка систем управления			+	+	+	
6	Особенности нелинейных систем						
6.1	Особенности нелинейных систем			+		+	+
7	Особенности импульсных систем						

7.1	Особенности импульсных систем		+		+	+
	Вес КМ, %:	10	20	20	30	20