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: Интеллектуальные производственные технологии

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 2024

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: Овечников С.А. Идентификатор: R8f25bf1e-OvechnikovSA-a943abe	С.А. Овечников
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-1$_{РПК-3}$ Демонстрирует понимание конструкции и принципов работы объектов профессиональной деятельности	знать: - основные методы анализа и синтеза систем управления; - основные показатели качества управления техническими системами; - основные способы коррекции систем и законы управления (регулирования); - структуру систем автоматического управления, основные требования к системам автоматического управления, функции элементов систем. уметь: - демонстрировать понимание функциональных и структурных схем систем автоматического управления; - оценивать показатели качества управления (регулирования) по временным и частотным характеристикам систем; - проводить анализ простых систем автоматического управления, оценивать устойчивость системы; - проводить синтез простых систем автоматического управления, выбор настроек регуляторов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Интеллектуальные производственные технологии (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	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Управление техническими системами. Основные понятия и определения"
1.1	Управление техническими системами. Основные понятия и определения	9		4	-	2	-	-	-	-	-	3	-	***Изучение материалов литературных источников:*** [2], стр. 5-10
2	Математическое описание систем управления. Временные и частотные характеристики систем	28		8	-	8	-	-	-	-	-	12	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Математическое описание систем управления. Временные и частотные характеристики систем" ***Подготовка расчетных заданий:*** Выполнение п. 1-6 расчетного задания. ***Изучение материалов литературных источников:*** [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	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Устойчивость линейных непрерывных
3.1	Устойчивость	16		4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	

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

	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 материалоемкости 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. Временные и частотные характеристики типовых динамических звеньев (2 часа).;
2. Анализ и настройка ПИД-регуляторов (2 часа).;
3. Вводное занятие. Структура и основные понятия систем управления (2 часа).;
4. Исследование нелинейных систем (4 часа).;
5. Исследование импульсных систем (4 часа).;
6. Построение структурной схемы объекта управления. Преобразование структурных схем (2 часа).;
7. Исследование устойчивости линейных непрерывных систем. Использование критерия Найквиста. Запас устойчивости (4 часа).;
8. Построение частотных характеристик сложного звена (4 часа).;
9. Синтез корректирующих звеньев по частотным характеристикам (2 часа).;
10. Расчет статической ошибки регулирования в статических системах и системах с астатизмом первого и второго порядка (4 часа).;
11. Использование частотных критериев качества регулирования (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:									
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
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)
основные показатели качества управления техническими системами	ИД-1$_{РПК-3}$				+				Контрольная работа/Основные показатели качества управления (регулирования). Коррекция систем и законы управления (регулирования)
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
Уметь:									
проводить синтез простых систем автоматического управления, выбор настроек регуляторов	ИД-1$_{РПК-3}$					+			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)
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
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)
демонстрировать понимание функциональных и структурных схем систем автоматического управления	ИД-1$_{РПК-3}$	+	+						Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания

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. Никулин, 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. Никулин. – 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-303, Лекционная аудитория	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

Приложение А

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