

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоэнергетика и теплотехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**


<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.01.13</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>6 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 85,5 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>Контрольная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>6 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мерзликина Е.И.
	Идентификатор	R26072d90-MerzlikinaYI-9a9904a7

(подпись)


Е.И. Мерзликина

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b


(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Цель освоения дисциплины состоит в изучении основ и общих принципов автоматизации теплоэнергетических объектов, принципов построения и реализации систем управления теплоэнергетическими объектами, методов математического описания, анализа и синтеза элементов и систем управления, а также изучение современных тенденций в области систем управления.

### Задачи дисциплины

- освоение принципов управления теплотехническими объектами, функций и задач автоматических и автоматизированных систем управления;;
- получение информации о свойствах объектов управления, освоение методов математического описания динамических систем;;
- приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при выборе структуры автоматической системы управления, алгоритма работы регулятора и критерия качества управления..

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-1 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники	ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Выполняет разработку систем управления энергетического оборудования с использованием современных средств программирования	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- современные тенденции развития теории автоматического управления.;</li><li>- методы математического описания линейных динамических систем;;</li><li>- типовые нелинейные алгоритмы управления и типовые нелинейные элементы систем управления;;</li><li>- методы синтеза линейных динамических систем;;</li><li>- методы анализа линейных систем управления;;</li><li>- основные свойства тепловых объектов как объектов управления;;</li><li>- основные термины и определения теории автоматического управления;;</li><li>- типовые линейные алгоритмы управления;;</li><li>- способы повышения качества АСР и принципы работы АСР с дополнительными информационными сигналами;</li><li>- состав, структуру и задачи автоматических систем управления.;</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- применять основные термины и определения теории автоматического управления;;</li><li>- применять типовые математические модели типовых нелинейных элементов систем автоматического управления;</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы идентификации объектов управления;;</li> <li>- выполнять синтез систем автоматического управления с типовыми линейными алгоритмами регулирования;</li> <li>- применять способы повышения качества работы систем автоматического управления;;</li> <li>- выполнять анализ систем автоматического управления, оценивать качество их работы, рассчитывать прямые и интегральные показатели качества;;</li> <li>- рассчитывать характеристики линейных объектов и систем управления, строить математические модели объектов и систем управления..</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплоэнергетика и теплотехника (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать высшую математику, в том числе: функции одной и нескольких переменных, теорию пределов, интегральное и дифференциальное исчисление, теорию функций комплексных переменных, ряды, линейную алгебру, дифференциальные уравнения
- знать основные разделы физики: механику, термодинамику, электричество и магнетизм
- знать основы метрологии, основы теории погрешностей, основные методы и средства измерения теплотехнических параметров
- уметь вычислять пределы, интегралы и производные; выполнять анализ функций; решать дифференциальные уравнения, применять на практике аппарат линейной алгебры и теории функций комплексных переменных
- уметь применять основные законы физики для явлений природы и технологических процессов и объектов
- уметь измерять основные теплотехнические параметры, оценивать погрешности измерений
- уметь применять персональный компьютер и специализированные программные пакеты для решения математических и физических задач и представления результатов решения

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	Раздел 1. Основные термины и определения	11	6	3	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Раздел 1. Основные термины и определения"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Раздел 1. Основные термины и определения" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Раздел 1. Основные термины и определения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Раздел 1. Основные термины и определения"</p>
1.1	Основные термины и определения	11		3	-	2	-	-	-	-	-	-	6	

														<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], Введение, глава 1
2	Раздел 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем	24	8	-	9	-	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Раздел 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем" <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 "Раздел 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем" материалу.
2.1	Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем	24	8	-	9	-	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Раздел 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Раздел 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем" подготовка к выполнению заданий на практических

														занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Раздел 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 1.1-1.18 [5], Глава 2
3	Раздел 3. Структурные схемы систем управления	17	4	-	6	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Раздел 3. Структурные схемы систем управления"	
3.1	Структурные схемы систем управления	17	4	-	6	-	-	-	-	-	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 "Раздел 3. Структурные схемы систем управления" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Раздел 3. Структурные схемы систем управления" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Раздел 3.	

														<p>Структурные схемы систем управления и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Раздел 3. Структурные схемы систем управления" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Раздел 3. Структурные схемы систем управления"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 2.1-2.19 [5], Глава 3</p>
4	Раздел 4. Устойчивость линейных динамических систем	15	3	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Раздел 4. Устойчивость линейных динамических систем"</p>	
4.1	Устойчивость линейных динамических систем	15	3	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<p><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 "Раздел 4. Устойчивость линейных динамических систем" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Раздел 4. Устойчивость линейных динамических систем" материалу. Дополнительно студенту необходимо</p>	



													<p>изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Раздел 4. Устойчивость линейных динамических систем и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Раздел 4. Устойчивость линейных динамических систем" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Раздел 4. Устойчивость линейных динамических систем"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 4.1-4.26 [5], Глава 4</p>
5	Раздел 5. Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных	13	3	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Раздел 5. Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных"</p> <p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: "Ограниченный параметрический синтез АСР с типовыми линейными алгоритмами регулирования"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для</p>
5.1	Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных	13	3	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<p>Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: "Ограниченный параметрический синтез АСР с типовыми линейными алгоритмами регулирования"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для</p>

														<p>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 "Раздел 5. Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Раздел 5. Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Раздел 5. Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Раздел 5. Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 25-26, 28-77 [4], 2.1-2.9, 3.1-3.15</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

														[5], Глава 5
6	Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами	14	3	-	3	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными</p>	
6.1	Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами	14	3	-	3	-	-	-	-	-	8	-	<p>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными</p>	

													информационными сигналами" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 1.1-1.18 [5], Глава 7
7	Раздел 7. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ	14	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Раздел 7. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ" <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>
7.1	Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ	14	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Раздел 7. Некоторые нелинейные задачи развития ТАУ" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Раздел 7. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Раздел 7. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение

													дополнительного материала по разделу "Раздел 7. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], Параграфы 8.3, 8.8 [5], Параграфы 9.1, 9.4, 10.1, 10.2
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	28	-	28	-	2	-	-	0.5	52	33.5	
	Итого за семестр	144.0	28	-	28		2		-	0.5		85.5	

**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. Раздел 1. Основные термины и определения

#### 1.1. Основные термины и определения

Основные термины и определения. Виды управления. Регулирование и управление. Типовые законы регулирования. Понятие модели объекта управления, способы получения моделей объектов управления..

### 2. Раздел 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем

#### 2.1. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем

Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем. Преобразование Лапласа и его свойства. Решение линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа. Анализ АСР с помощью дифференциальных уравнений. Передаточная функция. Принцип суперпозиций, виды временных динамических характеристик и виды тестовых воздействий. Интеграл свертки. Преобразование Фурье. Частотные характеристики.

### 3. Раздел 3. Структурные схемы систем управления

#### 3.1. Структурные схемы систем управления

Структурные схемы систем управления. Понятие элементарного звена, виды элементарных звеньев (пропорциональное, интегрирующее, дифференцирующее, апериодическое, запаздывания). Инерционное звено второго порядка. Соединения звеньев (последовательное, параллельное, встречно-параллельное, смешанное). Типовые модели тепловых объектов. Типовые линейные алгоритмы регулирования, системы с типовыми линейными алгоритмами регулирования (основные характеристики).

### 4. Раздел 4. Устойчивость линейных динамических систем

#### 4.1. Устойчивость линейных динамических систем

Понятие устойчивости линейных динамических систем. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Критерии устойчивости (Гурвица, Михайлова, Найквиста). Понятие запаса устойчивости, показатели запаса устойчивости..

### 5. Раздел 5. Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных

#### 5.1. Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных

Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных. Показатели качества работы АСР. Принцип накопления возмущений Булгакова. Расчет одноконтурной АСР с П, И и ПИ-регуляторами на минимум линейного интегрального показателя при ограничении на корневой показатель колебательности. Расчет одноконтурной АСР с П, И и ПИ-регуляторами на минимум линейного интегрального показателя при ограничении на частотный показатель колебательности. Расчет одноконтурной АСР с ПИД-регулятором..

### 6. Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами

6.1. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами

Способы повышения качества переходных процессов. АСР с дополнительными информационными сигналами. Комбинированная АСР, АСР с исчезающим в статике сигналом из промежуточной точки, каскадная АСР, многосвязная АСР..

### 7. Раздел 7. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ

7.1. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ

Некоторые нелинейные задачи теории автоматического управления. Адаптивные системы управления, системы автонастройки. Современные тенденции развития теории автоматического управления..

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

1. Вводное занятие. Основные термины и определения ТАУ. Краткий обзор основных разделов математики, необходимых для изучения курса ТАУ.;
2. Преобразование Лапласа. Свойства преобразования Лапласа. Применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений на примере дифференциального уравнения первого порядка;
3. Динамические характеристики линейных систем (временные и частотные);
4. Структурные схемы систем управления. Виды элементарных звеньев. Соединения звеньев;
5. Устойчивость линейных динамических систем. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Критерии устойчивости (критерии Гурвица и Найквиста);
6. Ограниченный параметрический синтез АСР с типовыми линейными алгоритмами регулирования. Показатели качества работы АСР;
7. АСР с дополнительными информационными сигналами;
8. Нелинейные элементы в АСР. АСР с двухпозиционным регулятором. АСР с автонастройкой.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 1. Основные термины и определения"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 3. Структурные схемы систем управления"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 4. Устойчивость линейных динамических систем"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 5. Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами"

7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 7. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Раздел 1. Основные термины и определения"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Раздел 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Раздел 3. Структурные схемы систем управления"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Раздел 4. Устойчивость линейных динамических систем"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Раздел 5. Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Раздел 7. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ"

### **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		
<b>Знать:</b>										
состав, структуру и задачи автоматических систем управления;	ИД-5ПК-1	+								Тестирование/Тест 1. Основные термины и определения теории автоматического управления
способы повышения качества АСР и принципы работы АСР с дополнительными информационными сигналами	ИД-5ПК-1							+		Тестирование/Тест 5. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами
типовые линейные алгоритмы управления;	ИД-5ПК-1			+						Тестирование/Тест 3. Структурные схемы систем управления
основные термины и определения теории автоматического управления;	ИД-5ПК-1	+								Тестирование/Тест 1. Основные термины и определения теории автоматического управления
основные свойства тепловых объектов как объектов управления;	ИД-5ПК-1	+		+						Тестирование/Тест 1. Основные термины и определения теории автоматического управления Тестирование/Тест 3. Структурные схемы систем управления
методы анализа линейных систем управления;	ИД-5ПК-1		+		+					Тестирование/Тест 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем Тестирование/Тест 4. Устойчивость и запас устойчивости
методы синтеза линейных динамических систем;	ИД-5ПК-1						+			Расчетно-графическая работа/Расчетное задание "Оптимальный параметрический синтез одноконтурной АСР с типовыми линейными алгоритмами регулирования"
типовые нелинейные алгоритмы управления и типовые нелинейные	ИД-5ПК-1								+	Тестирование/Тест 6. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ

элементы систем управления;									
методы математического описания линейных динамических систем;	ИД-5ПК-1		+	+					Тестирование/Тест 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем Тестирование/Тест 3. Структурные схемы систем управления
современные тенденции развития теории автоматического управления.	ИД-5ПК-1							+	Тестирование/Тест 6. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ
<b>Уметь:</b>									
рассчитывать характеристики линейных объектов и систем управления, строить математические модели объектов и систем управления.	ИД-5ПК-1		+	+					Контрольная работа/Контрольная работа 1. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики систем управления. Элементарные звенья и их соединения
выполнять анализ систем автоматического управления, оценивать качество их работы, рассчитывать прямые и интегральные показатели качества;	ИД-5ПК-1				+	+			Контрольная работа/Контрольная работа 2. Устойчивость и запас устойчивости линейных динамических систем. АСР с дополнительными информационными сигналами. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ
применять способы повышения качества работы систем автоматического управления;	ИД-5ПК-1							+	Контрольная работа/Контрольная работа 2. Устойчивость и запас устойчивости линейных динамических систем. АСР с дополнительными информационными сигналами. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ
выполнять синтез систем автоматического управления с типовыми линейными алгоритмами регулирования	ИД-5ПК-1						+		Расчетно-графическая работа/Расчетное задание "Оптимальный параметрический синтез одноконтурной АСР с типовыми линейными алгоритмами регулирования"
применять методы идентификации объектов управления;	ИД-5ПК-1							+	Контрольная работа/Контрольная работа 2. Устойчивость и запас устойчивости линейных динамических систем. АСР с дополнительными информационными сигналами. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ

применять типовые математические модели типовых нелинейных элементов систем автоматического управления	ИД-5 <sub>ПК-1</sub>								+	Контрольная работа/Контрольная работа 2. Устойчивость и запас устойчивости линейных динамических систем. АСР с дополнительными информационными сигналами. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ
применять основные термины и определения теории автоматического управления;	ИД-5 <sub>ПК-1</sub>	+								Тестирование/Тест 1. Основные термины и определения теории автоматического управления

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

### 4.1. Текущий контроль успеваемости

#### 6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа 1. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики систем управления. Элементарные звенья и их соединения (Контрольная работа)
2. Контрольная работа 2. Устойчивость и запас устойчивости линейных динамических систем. АСР с дополнительными информационными сигналами. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ (Контрольная работа)
3. Расчетное задание "Оптимальный параметрический синтез одноконтурной АСР с типовыми линейными алгоритмами регулирования" (Расчетно-графическая работа)
4. Тест 1. Основные термины и определения теории автоматического управления (Тестирование)
5. Тест 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем (Тестирование)
6. Тест 3. Структурные схемы систем управления (Тестирование)
7. Тест 4. Устойчивость и запас устойчивости (Тестирование)
8. Тест 5. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами (Тестирование)
9. Тест 6. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### 4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

Итоговая оценка=(Средний балл за семестр)\*0,6+(Оценка за промежуточную аттестацию)\*0,4

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Печатные и электронные издания:

1. Панько, М. А. Расчет и моделирование автоматических систем регулирования в среде Mathcad : Учебное пособие по курсу "Теория автоматического управления", по направлению "Теплоэнергетика" и специальности "Автоматизация технологических процессов и производств" / М. А. Панько, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 92 с. - ISBN 5-7046-0695-4 .;

2. Андриюшин, А. В. Управление и инноватика в теплоэнергетике : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / А. В. Андриюшин, В. Р. Сабанин, Н. И. Смирнов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 392 с. - ISBN 978-5-383-00539-2 .

[http://elibrary.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4186;](http://elibrary.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4186)

3. Мерзликина, Е. И. Теория автоматического управления : задачник по курсу "Теория автоматического управления" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / Е. И. Мерзликина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 52 с. - ISBN 978-5-7046-2120-1 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10822;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10822)

4. Мерзликина, Е. И. Расчет одноконтурных систем управления : задачник по курсу "Теория автоматического управления" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / Е. И. Мерзликина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 48 с. - ISBN 978-5-7046-2260-4 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11247;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11247)

5. Ротач В.Я.- "Теория автоматического управления", Издательство: "МЭИ", Москва, 2020  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014172.html>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Scilab;
4. SimInTech;
5. SmathStudio.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
7. 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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-410, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
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	В-210/7в, Преподавательская	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, стол для совещаний, экран, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-210/8а, Архив	шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Теория автоматического управления

(название дисциплины)

#### 6 семестр

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

- КМ-1 Тест 1. Основные термины и определения теории автоматического управления (Тестирование)
- КМ-2 Тест 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем (Тестирование)
- КМ-3 Тест 3. Структурные схемы систем управления (Тестирование)
- КМ-4 Тест 4. Устойчивость и запас устойчивости (Тестирование)
- КМ-5 Тест 5. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами (Тестирование)
- КМ-6 Тест 6. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ (Тестирование)
- КМ-9 Контрольная работа 1. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики систем управления. Элементарные звенья и их соединения (Контрольная работа)
- КМ-10 Расчетное задание "Оптимальный параметрический синтез одноконтурной АСР с типовыми линейными алгоритмами регулирования" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-11 Контрольная работа 2. Устойчивость и запас устойчивости линейных динамических систем. АСР с дополнительными информационными сигналами. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Современные тенденции развития ТАУ (Контрольная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-9	КМ-10	КМ-11
		Неделя КМ:	3	6	8	10	12	14	8	14	14
1	Раздел 1. Основные термины и определения										
1.1	Основные термины и определения		+		+						
2	Раздел 2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем										
2.1	Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных динамических систем			+	+	+			+		

3	Раздел 3. Структурные схемы систем управления									
3.1	Структурные схемы систем управления	+	+	+				+		
4	Раздел 4. Устойчивость линейных динамических систем									
4.1	Устойчивость линейных динамических систем		+		+					+
5	Раздел 5. Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных									
5.1	Расчет АСР из условия минимизации выбросов управляемых переменных								+	+
6	Раздел 6. Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами									
6.1	Способы повышения качества работы АСР. АСР с дополнительными информационными сигналами					+				+
7	Раздел 7. Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ									
7.1	Некоторые нелинейные задачи ТАУ. Некоторые современные тенденции развития ТАУ						+			+
Вес КМ, %:		5	5	5	5	5	10	20	25	20