

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автоматизированные системы управления объектами тепловых и атомных электрических станций

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.11.01.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	1 семестр - 16 часов;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	1 семестр - 32 часа;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 95,7 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 Коллоквиум	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	1 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

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	Андрюшин А.В.
	Идентификатор	R58c1b096-AndriushinAV-dc5e9a3


(подпись)

А.В. Андрюшин

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черняев А.Н.
	Идентификатор	R7a97f450-ChernyaevAN-b37575e

(подпись)

А.Н. Черняев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение 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, вопросов построения и технической реализации автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) в теплоэнергетике, основных понятий метрологии, методов и технических средств измерения теплотехнических величин

Задачи дисциплины

- освоение основ метрологии, методов оценки погрешности результатов измерений и методов и средств измерения теплотехнических величин;
- освоение основных принципов управления теплотехническими объектами, функций и задач автоматических и автоматизированных систем управления;
- освоение методов математического описания динамических систем и методов их анализа и синтеза;
- приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при выборе структуры автоматической системы управления, алгоритмов работы регуляторов, критериев качества управления; принципов построения систем автоматизации в теплоэнергетике;
- освоение информации о промышленных технических средствах автоматизации (ТСА), используемых при построении систем автоматизации в теплоэнергетике, их принципе действия и методах применения;
- приобретение навыков выбора и обоснования конкретных технических решений при выборе технической структуры систем автоматизации в теплоэнергетике, а также навыков по вводу в действие и оперативному управлению системами регулирования на базе промышленных средств автоматизации.

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-2 Способен участвовать в организации разработки, внедрения и сопровождения АСУТП, разработке мероприятий по повышению качества АСУ ТП и её элементов	ИД-3 _{ПК-2} Демонстрирует знание основных направлений и методов автоматизации объектов энергетики	знать: - основные термины и определения, используемые в области автоматизации; основные принципы построения систем управления теплотехническими объектами и процессами, состав и функционирование систем управления; - наиболее распространенные нелинейные элементы систем управления и их характеристики, особенности работы АСР с нелинейными элементами; - основные способы повышения качества работы АСР, основные методы расчета АСР. уметь: - выбирать технические средства для создания систем автоматизации объектов теплоэнергетики в зависимости от условий работы;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>применять основные виды технических средств автоматизации при создании АСУТП в энергетике;</p> <ul style="list-style-type: none"> - строить математические модели объектов и систем автоматического управления; выполнять анализ систем автоматического управления, получать статические и динамические характеристики объектов и систем управления;; - оценивать качество работы автоматических систем управления; выполнять ограниченный (параметрический) синтез систем автоматического управления;; - измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений; осуществить выбор методов и средств измерений для контроля состояния теплотехнического оборудования; - выполнять анализ устойчивости и запаса устойчивости систем управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные системы управления объектами тепловых и атомных электрических станций (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на уровне бакалавриата

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	Основные понятия управления, термины и определения. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем	9	1	3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основные понятия управления, термины и определения. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем"</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основные понятия управления, термины и определения. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Основные понятия управления, термины и определения. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем и подготовка к контрольной работе</p>
1.1	Основные понятия управления, термины и определения. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем	9		3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	

	устойчивости и робастность систем автоматических управления													Повторение материала по разделу "Устойчивость , запас устойчивости и робастность систем автоматических управления"
3.1	Устойчивость , запас устойчивости и робастность систем автоматических управления	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Устойчивость , запас устойчивости и робастность систем автоматических управления" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Устойчивость , запас устойчивости и робастность систем автоматических управления и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Устойчивость , запас устойчивости и робастность систем автоматических управления"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [12], глава 4</p>	
4	Расчет систем автоматического управления из условия минимизации	20	4	-	-	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов"</p>	

	выбросов управляемых переменных												управляемых переменных" <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> 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: Расчетное задание по курсу «Основы автоматизации» 1 семестр, группа ТФ-6,7м-ХХ Оптимальный параметрический синтез АСР с типовыми линейными алгоритмами регулирования Объект управления (ОУ) задан передаточной функцией третьего порядка с запаздыванием, коэффициент передачи объекта равен 2,5, постоянные времени равны 10, 15 и 30 секунд соответственно, время запаздывания - 4 секунды. 1.Рассчитать и построить графики переходной, импульсной переходной и частотных характеристик ОУ. Переходную и импульсную переходную характеристики построить на одной координатной плоскости. 2.Рассчитать для АСР с ПИ-алгоритмом границу устойчивости и линии заданного запаса устойчивости для $m=0.221$, $m=0.366$. 3.Определить оптимальные настройки П-, И- и ПИ-регуляторов при ограничениях $m = 0.221$, $m=0.366$ при условии минимума линейного интегрального показателя. 4.Построить графики переходных процессов при подаче возмущения на вход объекта и при изменении задания при найденных настройках и определить значений показателей качества АСР (динамического и статического отклонения, времени регулирования, степени затухания, линейного интегрального показателя). Во
4.1	Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных	20	4	-	-	-	-	-	-	-	16	-	

													<p>всех случаях считать, что подается единичное ступенчатое возмущение. 5. Сравнить эффективность рассмотренных алгоритмов регулирования.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет систем автоматического управления 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><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 25-26, 28-77 [12], глава 5</p>
5	Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматических управления	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматических управления"</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение</p>
5.1	Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматических	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение</p>

	управления												дополнительного материала по разделу "Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматических управления" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 135-144
6	Некоторые нелинейные задачи автоматического управления	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Некоторые нелинейные задачи автоматического управления"
6.1	Некоторые нелинейные задачи автоматического управления	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Некоторые нелинейные задачи автоматического управления и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Некоторые нелинейные задачи автоматического управления" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [12], глава 9
7	Метрология и теплотехнические измерения	32	-	16	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Метрология и теплотехнические измерения"
7.1	Метрология и теплотехнические измерения	32	-	16	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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 "Метрология и теплотехнические измерения" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и

													подготовка к защите лаб. работы <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Метрология и теплотехнические измерения" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], Главы 3,5,6,7,10,11,12, пункт 17.7 [8], стр. 3-8 [9], стр. 3-8 [10], стр. 3-8 [11], стр. 3-8
8	Технические средства автоматизации	32	-	16	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Технические средства автоматизации"
8.1	Технические средства автоматизации	32	-	16	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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 "Технические средства автоматизации" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Технические средства автоматизации" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение

													дополнительного материала по разделу "Технические средства автоматизации" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 181-214 [3], стр. 5-33, 35, 41-63, 94-103 [5], стр. 3-12 [6], стр. 3-12 [7], стр. 3-12
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0	16	32	-	-	-	-	-	0.3	78	17.7	
	Итого за семестр	144.0	16	32	-	-	-	-	-	0.3	95.7		

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. Основные понятия управления, термины и определения. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем

1.1. Основные понятия управления, термины и определения. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем

Основные понятия управления. Объекты управления, их классификация. Особенности технических систем управления. Понятие декомпозиции системы и задач управления. Автоматические и автоматизированные системы управления. Динамические системы и их виды. Линейные и нелинейные системы. Понятие модели системы. Линеаризация. Математический аппарат исследования линейных непрерывных динамических систем. Временные характеристики. Преобразование Лапласа. Передаточная функция. Преобразование Фурье. Частотные характеристики линейной системы.

2. Структурные схемы систем управления

2.1. Структурные схемы систем управления

Структурные схемы систем управления. Элементарные звенья и типовые связи между ними. Типовые линейные алгоритмы регулирования и структурные схемы регуляторов. Представление математических моделей объектов управления с использованием типовых звеньев. Структурные схемы автоматических систем регулирования.

3. Устойчивость, запас устойчивости и робастность систем автоматического управления

3.1. Устойчивость, запас устойчивости и робастность систем автоматического управления

Устойчивость линейных динамических систем. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Понятие запаса устойчивости системы. Критерии заданного запаса устойчивости.

4. Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных

4.1. Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных

Показатели и критерии качества процесса регулирования. Расчет оптимальных параметров настройки в одноконтурных автоматических системах регулирования с типовыми линейными алгоритмами.

5. Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматического управления

5.1. Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматического управления

Многоконтурные и комбинированные системы регулирования: каскадные, с дополнительным сигналом по производной от промежуточной управляемой переменной, с измерением возмущающих воздействий. Многомерные объекты и системы управления.

6. Некоторые нелинейные задачи автоматического управления

6.1. Некоторые нелинейные задачи автоматического управления

Нелинейные системы и их особенности. Типовые нелинейные элементы систем управления. Системы с позиционными алгоритмами регулирования. Автоколебания.

7. Метрология и теплотехнические измерения

7.1. Метрология и теплотехнические измерения

Основные понятия и определения метрологии. Элементы теории погрешностей. Общие сведения о методах и средствах измерения теплотехнических величин (температуры, давления, расхода, уровня, химических величин).

8. Технические средства автоматизации

8.1. Технические средства автоматизации

Основные тенденции развития технических средств автоматизации (ТСА). Обобщенная техническая структура автоматической системы регулирования. Исполнительные механизмы, основные виды, свойства и особенности управления. Структуры для реализации типовых алгоритмов регулирования. Общепромышленные электрические исполнительные механизмы (ЭИМ). Классификация ЭИМ, составные части, типы применяемых электродвигателей, способы управления. Контактные и бесконтактные пусковые устройства. Малоканальные контроллеры компании «Овен»: специализированные регуляторы и универсальные контроллеры, программируемые в среде «CoDeSys».

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. 8.АСР температуры электронагревателя с исполнительным механизмом постоянной скорости на базе контроллера ПЛК150 и среды CODESYS;
2. 1.Изучение цифровых регистрирующих приборов (Лабораторная работа №4);
3. 3.Изучение расходомеров переменного перепада давления (Лабораторная работа №13);
4. 4.Изучение и испытание рН-метров (Лабораторная работа №18) (4 часа);
5. 5.Экспериментальное получение переходной характеристики объекта-электронагревателя на базе программируемого контроллера ПЛК150 и среды CODESYS;
6. 6.Исследование АСР температуры электрической печи на базе контроллера ПЛК150 и ШИМ-управлением средней мощностью нагревателя;
7. 7.АСР температуры электронагревателя с позиционным алгоритмом регулирования на базе контроллера ПЛК150 и среды CODESYS;
8. 2.Изучение и поверка средств измерения давления (Лабораторная работа №12).

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные понятия управления, термины и определения. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Структурные схемы систем управления"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устойчивость , запас устойчивости и робастность систем автоматических управления"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных"

5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматических управления"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Некоторые нелинейные задачи автоматического управления"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Метрология и теплотехнические измерения"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технические средства автоматизации"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные понятия управления, термины и определения. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Структурные схемы систем управления"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Устойчивость, запас устойчивости и робастность систем автоматических управления"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматических управления"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Некоторые нелинейные задачи автоматического управления"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Метрология и теплотехнические измерения"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Технические средства автоматизации"

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	8	
Знать:										
основные способы повышения качества работы АСР, основные методы расчета АСР	ИД-3пк-2					+				Тестирование/Тест 2. АСР сложной структуры
наиболее распространенные нелинейные элементы систем управления и их характеристики, особенности работы АСР с нелинейными элементами	ИД-3пк-2							+		Тестирование/Тест 3. Некоторые нелинейные задачи автоматического управления
основные термины и определения, используемые в области автоматизации; основные принципы построения систем управления теплотехническими объектами и процессами, состав и функционирование систем управления	ИД-3пк-2	+								Тестирование/Тест 1. Основные термины и определения
Уметь:										
выполнять анализ устойчивости и запаса устойчивости систем управления	ИД-3пк-2			+						Контрольная работа/Контрольная работа 2. Устойчивость и запас устойчивости систем управления. Критерии устойчивости
измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений; осуществить выбор методов и средств измерений для контроля состояния теплотехнического оборудования	ИД-3пк-2							+		Коллоквиум/Защита лабораторных работ по разделу "Теплотехнические измерения и приборы"
оценивать качество работы автоматических систем управления; выполнять ограниченный (параметрический) синтез систем автоматического управления;	ИД-3пк-2				+					Расчетно-графическая работа/Расчетное задание по курсу "Основы автоматизации"
строить математические модели объектов и систем автоматического управления; выполнять	ИД-3пк-2	+	+							Контрольная работа/Контрольная работа 1. Дифференциальные уравнения и

анализ систем автоматического управления, получать статические и динамические характеристики объектов и систем управления;										динамические характеристики систем управления. Элементарные звенья и их соединения
выбирать технические средства для создания систем автоматизации объектов теплоэнергетики в зависимости от условий работы; применять основные виды технических средств автоматизации при создании АСУТП в энергетике	ИД-ЗПК-2								+	Коллоквиум/Защита лабораторных работа по разделу "Технические средства автоматизации"

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 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 систем управления. Критерии устойчивости (Контрольная работа)
3. Расчетное задание по курсу "Основы автоматизации" (Расчетно-графическая работа)
4. Тест 1. Основные термины и определения (Тестирование)
5. Тест 2. АСР сложной структуры (Тестирование)
6. Тест 3. Некоторые нелинейные задачи автоматического управления (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ по разделу "Теплотехнические измерения и приборы" (Коллоквиум)
2. Защита лабораторных работ по разделу "Технические средства автоматизации" (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №1)

Итоговая оценка=(Средний балл за семестр)*0,6+(Оценка за промежуточную аттестацию)*0,4 В приложение к диплому выносятся оценка за первый семестр.

В диплом выставляется оценка за 1 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, 2004 . – 112 с. - ISBN 5-7046-1034-X .;
2. Андрюшин, А. В. Управление и инноватика в теплоэнергетике : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / А. В. Андрюшин, В. Р. Сабанин, Н. И. Смирнов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 392 с. - ISBN 978-5-383-00539-2 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4186;
3. Кузицин, В. Ф. Технические средства автоматизации. Принципы реализации локальных автоматических систем регулирования : учебное пособие по курсу "Технические средства автоматизации" для студентов, обучающихся по направлению "Теплоэнергетика и

теплотехника" / В. Ф. Кузицин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 104 с. - ISBN 978-5-7046-2377-9 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11502;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11502)

4. Иванова, Г. М. Теплотехнические измерения и приборы : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков . – 3-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 460 с. - ISBN 978-5-383-00155-4 .;

5. Кузицин, В. Ф. Автоматическая система регулирования (АСР) температуры электронагревателя с позиционным алгоритмом регулирования на базе контроллера ПЛК 150. Лабораторная работа №3 : методическое пособие по курсам "Технические средства автоматизации", "Автоматизация систем теплоснабжения и кондиционирования" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. Ф. Кузицин, Е. И. Мерзликина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 12 с.

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5642;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5642)

6. Кузицин, В. Ф. Исследование характеристик объекта управления (электрической печи) на базе контроллера ПЛК 150. Лабораторная работа N 1 : методическое пособие по курсам "Технические средства автоматизации" и "Автоматизация систем теплоснабжения и кондиционирования" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. Ф. Кузицин, Е. И. Мерзликина, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 12 с.

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2855;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2855)

7. Кузицин, В. Ф. Исследование АСР температуры электрической печи на базе контроллера ПЛК 150. Лабораторная работа N2 : методическое пособие по курсам "Технические средства автоматизации" и "Автоматизация систем теплоснабжения и кондиционирования" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. Ф. Кузицин, Е. И. Мерзликина, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 12 с.

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2856;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2856)

8. Долбикова, Н. С. Изучение и испытание рН-метров. Лабораторная работа N 18 : методическое пособие по курсам "Метрология, стандартизация и сертификация", "Технические измерения и приборы" по направлению "Теплоэнергетика" / Н. С. Долбикова ; Ред. Г. М. Иванова ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 8 с.

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1690;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1690)

9. Долбикова, Н. С. Изучение и поверка средств измерения давления. Лабораторная работа № 12 : методическое пособие по курсам "Метрология, стандартизация и сертификация", "Технические измерения и приборы" по направлению "Теплоэнергетика" / Н. С. Долбикова, Л. М. Захарова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. Г. М. Иванова . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 8 с.

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2137;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2137)

10. Долбикова, Н. С. Изучение цифровых регистрирующих приборов. Лабораторная работа № 4 : методическое пособие по курсам "Метрология, стандартизация и сертификация", "Технические измерения и приборы" по направлению "Теплоэнергетика" / Н. С. Долбикова, А. Н. Лесничук, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. Г. М. Иванова . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 8 с.

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2138;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2138)

11. Кузнецова, А. В. Испытание расходомера переменного перепада давления. Лабораторная работа N 13 : методическое пособие по курсам "Метрология, стандартизация и

сертификация", "Технические измерения и приборы" по направлению "Теплоэнергетика" / А. В. Кузнецова ; Ред. Г. М. Иванова ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 8 с.

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2143;

12. 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. MathCad;
4. Matlab;
5. Scilab;
6. CODESYS.

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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
4. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.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 лабораторных занятий	В-210/2а, Лаборатория теплотехнических измерений и приборов	стол, стул, тумба, стенд лабораторный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-205, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, колонки
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

Основы автоматизации

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест 1. Основные термины и определения (Тестирование)
- КМ-2 Тест 2. АСР сложной структуры (Тестирование)
- КМ-3 Тест 3. Некоторые нелинейные задачи автоматического управления (Тестирование)
- КМ-4 Контрольная работа 1. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики систем управления. Элементарные звенья и их соединения (Контрольная работа)
- КМ-5 Контрольная работа 2. Устойчивость и запас устойчивости систем управления. Критерии устойчивости (Контрольная работа)
- КМ-6 Расчетное задание по курсу "Основы автоматизации" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-7 Защита лабораторных работ по разделу "Теплотехнические измерения и приборы" (Коллоквиум)
- КМ-8 Защита лабораторных работа по разделу "Технические средства автоматизации" (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	4	8	10	7	11	15	7	14
1	Основные понятия управления, термины и определения. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем									
1.1	Основные понятия управления, термины и определения. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем		+			+				
2	Структурные схемы систем управления									
2.1	Структурные схемы систем управления					+				
3	Устойчивость, запас устойчивости и робастность систем автоматических управления									
3.1	Устойчивость, запас устойчивости и робастность систем автоматических						+			

	управления								
4	Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных								
4.1	Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных						+		
5	Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматических управления								
5.1	Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматических управления		+						
6	Некоторые нелинейные задачи автоматического управления								
6.1	Некоторые нелинейные задачи автоматического управления			+					
7	Метрология и теплотехнические измерения								
7.1	Метрология и теплотехнические измерения							+	
8	Технические средства автоматизации								
8.1	Технические средства автоматизации								+
Вес КМ, %:		10	10	10	15	15	20	10	10