МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.04.02 «Аналитические методы исследования теплоэнергетических объектов управления»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов"
Кафедра-разработчик	кафедра "Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Самара 2024

Б1.В.04.02 «Аналитические методы исследования теплоэнергетических объектов управления»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 143 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат технических наук, доцент	Е.Ю Чекотило
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)
Заведующий кафедрой	М.Ю. Лившиц, доктор технических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	Н.В Маслобойникова, кандидат филологических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	Ю.Э. Плешивцева, доктор технических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 5
4.1 Содержание лекционных занятий 6
4.2 Содержание лабораторных занятий 7
4.3 Содержание практических занятий 7
4.4. Содержание самостоятельной работы 8
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 10
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 11
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 11
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 12
9. Методические материалы 12
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 13

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-2 Способен применять методы аналитического исследования, теории управления и системного анализа при решении профессиональных задач в теплоэнергетике и теплотехнике	ПК-2.1 Знать: основные законы, аналитические методы и принципы анализа и управления, применяемые при решении профессиональных задач в теплоэнергетике и теплотехнике.	Знать основные аналитические методы исследования промышленных теплоэнергетических объектов как объектов управления
		ПК-2.2 Уметь: формулировать основные профессиональные задачи в теплоэнергетике и теплотехнике и решать их на основе методов аналитического исследования, теории управления и системного анализа.	Уметь формулировать и решать задачи аналитического исследования промышленных теплоэнергетиче-ских объектов как объектов управления
		ПК-2.3 Владеть: навыками применения основных законов, методов и принципов системного анализа и теории управления при решении профессиональных задач в теплоэнергетике и теплотехнике.	Владеть основными навыками применения аналитических методов для исследования объектов управления в теплоэнергетических системах

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины

ПК-2			Идентификация теплоэнергетических процессов; Моделирование и управление социально-экономическими системами; Моделирование систем управления теплоэнергетическими процессами; Основы теории систем; Перспективные технологии в теплотехнике; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Теория автоматического управления; Теория управления теплоэнергетическими системами с распределенными параметрами

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	3 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	48	48
Лекции	16	16
Практические занятия	32	32
Внеаудиторная контактная работа, КСР	2	2
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	58	58
подготовка к зачету	6	6
подготовка к практическим занятиям	26	26
составление конспектов	26	26
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Введение в теорию математических методов исследования и моделирования объектов управления	4	0	8	14	26

2	Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа	4	0	8	16	28
3	Методы комплексного анализа систем управления. Спектрально-частотные методы исследования объектов управления	4	0	8	16	28
4	Статистические методы исследования объектов управления	4	0	8	12	24
	КСР	0	0	0	0	2
	Итого	16	0	32	58	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лекции**	**Содержание лекции** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
3 семестр				
1	Введение в теорию математических методов исследования и моделирования объектов управления	1.1. Анализ математического аппарата исследования и проектирования теплоэнергетических объектов управления	Особенности задач, решаемых в теории автоматического регулирования объектов. Основы математического описания (моделирования) объектов управления. Обзор разделов высшей математики - базовых разделов математического моделирования объектов и систем автоматического управления.	2
2	Введение в теорию математических методов исследования и моделирования объектов управления	1.2. Дифференциальные уравнения систем автоматического регулирования объектов. Устойчивость систем автоматического управления	Элементы теории дифференциальных уравнений. Составление и линеаризация дифференциальных уравнений элементов систем. Понятие передаточных функций. Понятие устойчивости систем.	2
3	Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа	2.1. Применение преобразования Лапласа для анализа объектов управления	Передаточные функции и частотные характеристики. Определение процесса регулирования.	2
4	Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа	2.2. Разностные уравнения и дискретное преобразование Лапласа	Решетчатые функции. Разностные уравнения и системы разностных уравнений. Дискретное преобразование Лапласа.	2
5	Методы комплексного анализа систем управления. Спектрально-частотные методы исследования объектов управления	3.1. Элементы теории комплексного переменного	Функции комплексного переменного. Функциональные ряды. Теория вычетов.	2
6	Методы комплексного анализа систем управления. Спектрально-частотные методы исследования объектов управления	3.2. Спектральный анализ и его приложения к задачам автоматического регулирования.	Ряды и интеграл Фурье. Преобразование Фурье. Приложение методов спектрального анализа при решении задач теории автоматического управления.	2

7	Статистические методы исследования объектов управления	4.1. Элементы теории вероятности	Основные понятия теории вероятности: определение случайных величин и их характеристик. Простейшие предельные теоремы	2
8	Статистические методы исследования объектов управления	4.2. Элементы математической статистики.	Элементы теории случайных функций: корреляционная теория, эргодичность, дискретность случайных функций. Элементы многомерного статистического анализа.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
3 семестр				
1	Введение в теорию математических методов исследования и моделирования объектов управления	1.1. Решение линейных дифференциальных уравнений	Решение линейных однородных систем. Понижение порядка линейной однородной системы дифференциальных уравнений. Решение линейных неоднородных систем. Метод вариаций произвольных постоянных	2
2	Введение в теорию математических методов исследования и моделирования объектов управления	1.2. Решение нелинейных дифференциальных уравнений	Решение нелинейных дифференциальных уравнений. Метод последовательных приближений. Решение уравнений с помощью степенных рядов. Метод фазовой плоскости.	2
3	Введение в теорию математических методов исследования и моделирования объектов управления	1.3. Применение теории дифференциальных уравнений для исследования объектов и систем управления	Составление и линеаризация дифференциальных уравнений элементов систем. Передаточные функции. Классификация звеньев.	2
4	Введение в теорию математических методов исследования и моделирования объектов управления	1.4. Устойчивость систем автоматического регулирования	Исследование устойчивости систем. Теоремы Ляпунова.	2
5	Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа	2.1. Операционное исчисление	Преобразование Лапласа. Свойства преобразования Лапласа. Определение оригинала по изображению.	2
6	Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа	2.1. Операционное исчисление (продолжение)	Решение линейных дифференциальных уравнений.	2

7	Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа	2.2. Разностные уравнения. Дискретное преобразование Лапласа.	Основные понятия и определения. Линейные разностные уравнения. Однородные и неоднородные разностные уравнения.	2
8	Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа	2.2. Разностные уравнения. Дискретное преобразование Лапласа (продолжение).	Системы разностных уравнений. Однородные и неоднородные системы линейных разностных уравнений. Использование дискретного преобразования Лапласа для решения разностных уравнений.	2
9	Методы комплексного анализа систем управления. Спектрально-частотные методы исследования объектов управления	3.1. Комплексные ряды	Функциональные ряды. Степенные ряды. Ряды Тейлора. Ряды Лорана. Особые точки.	2
10	Методы комплексного анализа систем управления. Спектрально-частотные методы исследования объектов управления	3.2. Теория вычетов	Понятие вычета. Принцип приращения аргумента. Применение вычетов для решения практических задач.	2
11	Методы комплексного анализа систем управления. Спектрально-частотные методы исследования объектов управления	3.3. Ряды и интеграл Фурье	Ряды Фурье. Сходимость, разложение на интервале. Комплексная форма ряды Фурье, понятие о спектрах. Интеграл Фурье	2
12	Методы комплексного анализа систем управления. Спектрально-частотные методы исследования объектов управления	3.4. Преобразование Фурье	Прямое и обратное преобразование Фурье. Применение методов спектрального анализа при решении практических задач.	2
13	Статистические методы исследования объектов управления	4.1. Элементы теории вероятности.	Случайные величины, векторные (много-мерные) случайные величины, функция и плотность распределения вероятностей. Законы распределения случайных величин	2
14	Статистические методы исследования объектов управления	4.1. Элементы понятия теории вероятности (продолжение).	Числовые характеристики (моменты) случайных величин и их свойства. Простейшие предельные теоремы.	2
15	Статистические методы исследования объектов управления	4.2. Основы математической статистики	Одномерные случайные величины. Статистические исследования, статистические характеристики. Доверительные вероятности и интервалы. Проверка статистических гипотез.	2
16	Статистические методы исследования объектов управления	4.2. Основы математической статистики (продолжение)	Двумерные случайные величины. Статистические исследования, числовые характеристики. Корреляционно-регрессионный анализ.	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**32**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
3 семестр			
Введение в теорию математических методов исследования и моделирования объектов управления	Составление конспектов	Дифференциальные уравнения первого по-рядка. Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши.	6
Введение в теорию математических методов исследования и моделирования объектов управления	Подготовка к практическим занятиям	Составление и линеаризация дифференциальных уравнений элементов систем. Передаточные функции. Классификация звеньев.	4
Введение в теорию математических методов исследования и моделирования объектов управления	Подготовка к практическим занятиям	Исследование устойчивости систем. Теоремы Ляпунова.	4
Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа	Подготовка к практическим занятиям	Преобразование Лапласа. Свойства преобразования Лапласа. Определение оригинала по изображению. Решение линейных дифференциальных уравнений.	6
Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа	Подготовка к практическим занятиям	Основные понятия и определения. Линейные разностные уравнения. Однородные и неоднородные разностные уравнения. Системы разностных уравнений. Однородные и неоднородные системы линейных разностных уравнений. Использование дискретного преобразования Лапласа для решения разностных уравнений	4
Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа	Составление конспектов	Основные элементарные функции комплексной переменной: показательная, логарифмическая, степенная, тригонометрические и обратные тригонометрические, гиперболические.	6
Методы комплексного анализа систем управления. Спектрально-частотные методы исследования объектов управления	Подготовка к практическим занятиям	Функциональные ряды. Степенные ряды. Ряды Тейлора. Ряды Лорана. Особые точки. Понятие вычета. Принцип приращения аргумента. Применение вычетов для решения практических задач.	6
Методы комплексного анализа систем управления. Спектрально-частотные методы исследования объектов управления	Подготовка к практическим занятиям	Ряды Фурье. Сходимость, разложение на интервале. Комплексная форма ряды Фурье, понятие о спектрах. Интеграл Фурье.	4

Методы комплексного анализа систем управления. Спектрально-частотные методы исследования объектов управления	Составление конспектов	Комплексные числа и действия с ними. Функция комплексного переменного. Элементарные функции комплексного переменного. Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного.	6
Статистические методы исследования объектов управления	Самостоятельное изучение материала	Событие. Классификация событий. Вероятность событий. Формула полной вероятности, форму-ла Байеса. Зависимость и независимость собы-тий.	6
Статистические методы исследования объектов управления	Подготовка к практическим за-нятиям	Двумерные случайные величины. Статистиче-ские исследования, числовые характеристики. Корреляционно-регрессионный анализ.	6
		Итого за семестр:	**58**
		Итого:	**58**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Бицадзе, А.В. Основы теории аналитических функций комплексного переменного : Учеб. / А. В. Бицадзе .- 3-е изд.,доп..- М., Наука, 1984.- 320 с.	Книжный фонд
2	Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика : Учеб. пособие / В. Е. Гмурман .- 7-е изд.,стер..- М., Высш.шк., 1999.- 479 с.	Книжный фонд
3	Дилигенская, А.Н. Идентификация объектов управления : Учеб.пособие / А. Н. Дилигенская; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2009.- 126 с.	Книжный фонд
4	Задачник по теории автоматического управления : [Учеб.пособие] / ; Под общ.ред.А.С.Шаталова.- М., Энергия, 1971.- 496 с.	Книжный фонд
5	Иванов, В.А. Математические основы теории автоматического регулирования : [Учеб.] / В.А.Иванов,Б.К.Чемоданов,В.С.Медведев.- М., Высш.шк., 1971.- 807 с.	Книжный фонд
6	Кацман, Ю.Я. Теория вероятностей и математическая статистика : Примеры с решениями:учеб.пособие для прикл.бакалавриата / Ю. Я. Кацман; Нац.исслед.Том.политехн.ун-т.- М., Юрайт, 2017.- 129 с.	Книжный фонд
7	Краснов, М.Л. Операционное исчисление : Теория устойчивости:Задачи и примеры с подроб.решениями:Учеб.пособие / М.Л.Краснов,А.И.Киселев,Г.И.Макаренко .- 3-е изд.,испр.и доп..- М., УРСС, 2003.- 175 с.	Книжный фонд
8	Кристалинский, Р.Е. Преобразования Фурье и Лапласа в системах компьютерной математики : Учеб.пособие / Р.Е.Кристалинский,В.Р.Кристалинский.- М., Горячая линия-Телеком, 2006.- 216 с.	Книжный фонд

9	Пантелеев, А.В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах : Учеб.пособие / А. В. Пантелеев, А. С. Якимова.- М., Высш.шк., 2001.- 445 с.	Книжный фонд

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Adobe Reader 8	Adobe Systems Incorporated (Зарубежный)	Свободно распространяемое
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный Rus-sian Edition	Kaspersky lab (Отечественный)	Лицензионное
3	LibreOffice	LibreOffice (Зарубежный)	Свободно распространяемое
4	Microsoft Office 2003 Professional Edition. Academic Edition	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
5	Microsoft Windows XP Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Консультант плюс	http://www.consultant.ru	Ресурсы открытого доступа
2	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/	Ресурсы открытого доступа
3	РОСПАТЕНТ	http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru	Ресурсы открытого доступа
4	Электронная библиотека учебников	http://studentam.net/	Ресурсы открытого доступа
5	Поисковая система SciVerse	http://www.scopus.com	Ресурсы открытого доступа
6	Сайты научно – технической библиотеки ФГБОУ СамГТУ	http://lib.sumgtu.ru/	Ресурсы открытого доступа
7	Электронно-библиотечная система Лань	www.e.lanbook.com/	Ресурсы открытого доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Практические занятия

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.04.02 «Аналитические методы исследования теплоэнергетических объектов управления»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.04.02 «Аналитические методы исследования теплоэнергетических объектов управления»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов"
Кафедра-разработчик	кафедра "Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-2 Способен применять методы аналитического исследования, теории управления и системного анализа при решении профессиональных задач в теплоэнергетике и теплотехнике	ПК-2.1 Знать: основные законы, аналитические методы и принципы анализа и управления, применяемые при решении профессиональных задач в теплоэнергетике и теплотехнике.	Знать основные аналитические методы исследования промышленных теплоэнергетических объектов как объектов управления
		ПК-2.2 Уметь: формулировать основные профессиональные задачи в теплоэнергетике и теплотехнике и решать их на основе методов аналитического исследования, теории управления и системного анализа.	Уметь формулировать и решать задачи аналитического исследования промышленных теплоэнергетиче-ских объектов как объектов управления
		ПК-2.3 Владеть: навыками применения основных законов, методов и принципов системного анализа и теории управления при решении профессиональных задач в теплоэнергетике и теплотехнике.	Владеть основными навыками применения аналитических методов для исследования объектов управления в теплоэнергетических системах

Код и индикатор достижения компетенции	Оценочные средства				
	Раздел 1.	**Раздел 2.**	**Раздел 3.**	**Раздел 4.**	**Разделы 1- 4.**
	Наименование оценочного средства				
З1 ПК-2.1	вопросы к зачету; тест	вопросы к зачету; тест	вопросы к зачету; тест	вопросы к зачету; тест	зачет
У1 ПК-2.2	задания к ПЗ	задания к ПЗ, КТ1	задания к ПЗ, КТ2	задания к ПЗ, КТ3	зачет
В1 ПК-2.3	задания к ПЗ	задания к ПЗ, КТ1	задания к ПЗ, КТ2	задания к ПЗ, КТ3	зачет

2.1. Формы текущего контроля успеваемости

Учебной программой дисциплины предусмотрены следующие формы текущего контроля успеваемости:

1) выполнение заданий на практических занятиях (ПЗ);
2) контрольные тесты (КТ);
3) отчет по самостоятельно изученным темам лекционного курса.

Задания практических занятий

Предполагается, что к каждому практическому занятию (ПЗ) студенты готовятся по следующей схеме: изучение основных положений темы, разобранной на лекциях; поиск дополнительного материала по учебникам, дополнительной литературе, ресурсам сети Интернет и проч.; изучение алгоритмов решений типовых задач; выполнение предложенных домашние задания.

Работа с дополнительной учебной и научной литературой включает в себя составление плана текста; конспектирование; самостоятельную проверку представленных математических утверждений, работу со справочниками; конспектирование научных статей заданной тематики.

Выполнение заданий ПЗ производится во время аудиторных ПЗ и оценивается по пятибалльной шкале.

Вопросы и темы лекционного курса для самостоятельного изучения и конспектирования

Перечень вопросов и тем лекционного курса для самостоятельного изучения и конспектирования представлен в табл.9 рабочей программы. Конспекты студентами оформляются в рукописном виде в лекционных тетрадях с использованием основной и дополнительной учебно-методической литературы, указанной в таблице 10 рабочей программы.

Контролирующие тесты

Подготовка к контролирующим тестам (КТ) по разделам предполагает проработку теоретического материала по данному разделу дисциплины, закрепление умений и навыков решения задач, полученных при выполнении практических заданий.

КТ проводятся на одном из практических занятий и оцениваются по пятибалльной шкале.

Пример контролирующего теста
Контрольный тест (раздел 4 «Статистические методы исследования объектов управления»)

№	Задания	Варианты ответов				
		1	2	3	4	5
1	Найти доверительный интервал для оценки математического ожидания нормального распределения при доверительной вероятности (надежности), равной $\gamma = 0{,}997$, если выборочная средняя $\bar{x} = 1$, среднее квадратическое отклонение $\sigma = 5$, а объем выборки $n = 400$.	(0,38;1,62)	(-1,16;3,16)	(-0,08;2,08)	(0,34;1,66)	(0,26;1,74)
2	Методом моментов по выборке X: 2 | 4 | 6 n: 80 | 15 | 5 найти точечную оценку параметра λ, предполагая, что теоретическое распределение является показательным: $f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$	0,6	2,3	1,8	1,2	0,4
3	Указать наименьшее из заданных значений χ^2 критерия Пирсона, начиная с которого гипотеза о нормальном распределении должна быть отвергнута при уровне значимости $\alpha = 0{,}01$, если выборка содержит 20 вариант.	25	39	30	36	33

<table>
<tr><td>4</td><td>Найти выборочное уравнение прямой линии регрессии X на Y, если известны выборочные средние $\overline{x} = 2{,}7,\ \overline{y} = 0{,}8$, выборочные дисперсии $D_X = 0{,}04,\ D_y = 2{,}25$, выборочный коэффициент корреляции $r_в = 0{,}6.$
А) $x = 0{,}08y - 2{,}636$; Б) $x = 0{,}08y + 2{,}636$; В) $x = -0{,}08y + 2{,}636$;
Г) $x = 2{,}636y + 0{,}08$; Д) $x = 2{,}636y - 0{,}08$.</td><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td><td>Д</td></tr>
<tr><td></td><td>По данным корреляционной таблицы найти выборочный корреляционный момент (ковариацию) μ_{xy} :
<table><tr><td>y \ x</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>-2</td><td>20</td><td>0</td><td>10</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>20</td><td>10</td><td>20</td><td>20</td></tr></table></td><td>0,43</td><td>0,72</td><td>0,57</td><td>0,29</td><td>0,41</td></tr>
</table>

2.2. Формы промежуточной аттестации

Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется на протяжении всего периода изучения разделов дисциплины. Для подготовки к промежуточной аттестации выделяются также внеаудиторные часы для самостоятельной работы студента.

Промежуточная аттестация осуществляется во время сессии в форме зачета с оценкой. Билет включает в себя теоретические вопросы и практические задания.

Зачет с оценкой предполагает оценивание ответов на теоретические вопросы и выполненных заданий по билету по пятибалльной шкале.

Список теоретических вопросов для промежуточного контроля в форме зачета с оценкой

1. Применение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений в теплотехнике.
2. Методика составления дифференциальных уравнений систем автоматического регулирования.
3. Функциональные ряды. Степенные ряды. Разложение аналитической функции в ряд Лорана. Правильная и главная части ряда Лорана. Классификация изолированных особых точек аналитической функции: устранимая особая точка, полюс, существенно особая точка.
4. Понятие вычета функции комплексного переменного и основная теорема о вычетах. Вычисление вычетов. Лемма Жордана. Принцип приращения аргументов.
5. Ряды Фурье. Интеграл Фурье. Преобразование Фурье.
6. Применение методов спектрального анализа при решении практических задач.
7. Преобразование Лапласа и его свойства. Определение функции-оригинала. Определение изображения функции по Лапласу. Свойства преобразования Лапласа: линейность, подобие, смещение, запаздывание. Дифференцирование оригинала, дифференцирование изображения, интегрирование оригинала, интегрирование изображения, умножение изображений, умножение оригиналов.
8. Обратное преобразование Лапласа. Теоремы разложения. Формула Римана-Меллина. Применение операционного метода к решению задач.
9. Передаточные функции и частотные характеристики системы.
10. Разностные уравнения и дискретное преобразование Лапласа.
11. Статистические характеристики вариационных рядов: выборочная средняя, выборочная дисперсия. Моменты вариационного ряда.
12. Точечные оценки параметров распределения генеральной совокупности. Интервальные оценки параметров распределения генеральной совокупности.
13. Гипотеза о законе распределения генеральной совокупности. Проверка гипотезы о законе распределения по критериям согласия.
14. Критерий Пирсона. Критерий Колмогорова. Критерий Стьюдента.
15. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ.

Тесты по *компетенциям*

Б1.В.04.02 «Аналитические методы исследования теплоэнергетических объектов управления»

<table>
<tr><th>№ задания</th><th>Содержание задания</th><th>Ключ к ответу</th><th>Наименование темы в РПД</th><th>Семестр</th></tr>
<tr><td colspan="5">ПК-2 Способен применять методы аналитического исследования, теории управления и системного анализа при решении профессиональных задач в теплоэнергетике и теплотехнике</td></tr>
<tr><td>1.</td><td>Прочитайте текст вопроса и выберите три правильных ответа.

Функцией-оригиналом называется комплекснозначная функция $f(t)$ действительного аргумента t, которая удовлетворяет следующим условиям:
А) $f(t)$ должна быть кусочно-непрерывной при $t>0$.
Б) $f(t)=0$ при $t<0$.
В) при возрастании t модуль $f(t)$ может возрастать, но не быстрее некоторой показательной функции: $|f(t)|<Me^{s_0t}$.
Г) $f(t)>0$ при $t>0$.</td><td>А, Б, В</td><td>Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа</td><td>3</td></tr>
<tr><td>2.</td><td>Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.

Простейшей функцией – оригиналом является:
А) функция Лапласа
Б) функция Фурье
В) функция Хевисайда
Г) функция Коши</td><td>В</td><td>Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа</td><td>3</td></tr>
<tr><td>3.</td><td>Установите правильное соответствие между функцией-оригиналом и функцией-изображением:

<table><tr><td>оригинал</td><td>изображение</td></tr><tr><td>1) $\eta(t)=1$</td><td>А) $\frac{\omega}{p^2+\omega^2}$</td></tr><tr><td>2) e^{p_0t}</td><td>Б) $\frac{1}{p}$</td></tr><tr><td>3) $\sin \omega t$</td><td>В) $\frac{n!}{p^{n+1}}$</td></tr><tr><td>4) t^n</td><td>Г) $\frac{1}{p-p_0}$</td></tr></table></td><td><table><tr><td></td><td></td></tr><tr><td>1)</td><td>Б</td></tr><tr><td>2)</td><td>Г</td></tr><tr><td>3)</td><td>А</td></tr><tr><td>4)</td><td>В</td></tr></table></td><td>Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа</td><td>3</td></tr>
<tr><td>4.</td><td>Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа.

Сверткой двух функций $f(t)$ и $g(t)$ называется интеграл:
А) $\int_0^t f(\tau)g(t-\tau)d\tau = f*g$
Б) $F(p)=\int_0^{\infty} f(t)e^{-pt}dt$
В) $\int_0^t g(\tau)f(t-\tau)d\tau = f*g$
Г) $\int_{-\infty}^{+\infty}\delta_h(t)dt=\int_0^h \frac{dt}{h}=1$</td><td>А, В</td><td>Операционные методы исследования объектов управления. Преобразование Лапласа</td><td>3</td></tr>
<tr><td>5.</td><td>Установите правильное соответствие между формулой и ее описанием:

<table><tr><td>формула</td><td>описание</td></tr></table></td><td><table><tr><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>Б</td></tr><tr><td>2</td><td>А</td></tr><tr><td>3</td><td>Г</td></tr></table></td><td>Методы комплексного анализа систем управления. Спектрально-</td><td>3</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>1) $\Phi(i\omega)=|\Phi(i\omega)|\,e^{i\arg\Phi(i\omega)}$</td><td>А) амплитудно-частотная характеристика системы (коэффициент усиления системы на частоте ω)</td></tr>
<tr><td>2) $|\Phi(i\omega)|=\left|\frac{B}{A}\right|$</td><td>Б) частотная характеристика системы</td></tr>
<tr><td>3) $\arg\Phi(i\omega)=\arg B-\arg A$</td><td>В) экспоненциальное преобразование Фурье</td></tr>
<tr><td>4) $F(\omega)=\int_0^{\infty} f(t)e^{-i\omega t}dt,$</td><td>Г) фазочастотная характеристика системы (сдвиг по фазе выходного сигнала системы по отношению к входному сигналу на частоте ω)</td></tr>
</table>
</td><td>4 В</td><td>частотные методы исследования объектов управления</td><td></td></tr>
<tr><td>6.</td><td>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.

Как взаимосвязаны преобразование Лапласа и преобразование Фурье?:
А) преобразование Лапласа является результатом распространения преобразования Фурье на функции, которые, удовлетворяя условиям Дирихле в интервале $0\le t<\infty$, не удовлетворяют в этом интервале условию абсолютной интегрируемости
Б) каждая функция с преобразованием Лапласа имеет преобразование Фурье
В) преобразование Лапласа и преобразование Фурье никак не связаны</td><td>А</td><td>Методы комплексного анализа систем управления. Спектрально-частотные методы исследования объектов управления</td><td>3</td></tr>
<tr><td>7.</td><td>Установите правильное соответствие между законами распределения непрерывных случайных величин и их числовыми характеристиками:

<table>
<tr><td>числовые характеристики</td><td>закон распределения</td></tr>
<tr><td>1) $f(x)=\begin{cases}\lambda e^{-\lambda x}, x\in[0;\infty];\\ 0, x\notin[0;\infty].\end{cases}$
$M(X)=\frac{1}{\lambda};\ D(X)=\frac{1}{\lambda^2}$</td><td>А) равномерное распределение</td></tr>
<tr><td>2) $f(x)=\begin{cases}\frac{1}{b-a}, x\in[a;b];\\ 0, \quad x\notin[a;b].\end{cases}$
$M(X)=\frac{a+b}{2};$
$D(X)=\frac{(b-a)^2}{12}$</td><td>Б) нормальное распределение</td></tr>
<tr><td>3) $f(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{\frac{-(x-m)^2}{2\sigma^2}};$
$M(X)=m;\ \sigma(X)=\sigma;$
$D(X)=\sigma^2$</td><td>В) показательное распределение</td></tr>
</table>
</td><td>1 В
2 А
3 Б</td><td>Статистические методы исследования объектов управления</td><td>3</td></tr>
<tr><td>8.</td><td>Прочитайте текст вопроса, выберите один вариант ответа.

Математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от ее математического ожидания – это:
А) мода
Б) дисперсия
В) математическое ожидание
Г) медиана</td><td>Б</td><td>Статистические методы исследования объектов управления</td><td>3</td></tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>9.</td>
<td>Установите правильное соответствие между и их определениями:

<table>
<tr><td colspan="2">Статистические характеристики вариационного ряда</td></tr>
<tr><td>термин</td><td>определение</td></tr>
<tr><td>1) выборочное среднее</td><td>А) значение признака ряда, наиболее часто встречающееся в вариационном ряду</td></tr>
<tr><td>2) выборочная дисперсия</td><td>Б) среднее арифметическое всех значений выборки</td></tr>
<tr><td>3) коэффициент вариации</td><td>В) среднее арифметическое квадратов отклонений значений выборки от выборочной средней</td></tr>
<tr><td>4) мода</td><td>Г) процентное отношение среднеквадратического отклонения к средней выборочной</td></tr>
</table></td>
<td>
<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>Б</td></tr>
<tr><td>2</td><td>В</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Г</td></tr>
<tr><td>4</td><td>А</td></tr>
</table></td>
<td>Статистические методы исследования объектов управления</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>10.</td>
<td>Установите правильное соответствие между значениями выборочного коэффициента корреляции, степенью и направлением взаимосвязи между двумя случайными величинами на основе выборки:

<table>
<tr><td>рначение выборочного коэффициента корреляции r_{xy}</td><td>степень и направление взаимосвязи между случайными величинами x, y</td></tr>
<tr><td>1) $r_{xy} \approx 1$</td><td>А) отсутствие линейной зависимости между x, y</td></tr>
<tr><td>2) $r_{xy} \approx -1$</td><td>Б) сильная положительная линейная связь между x, y</td></tr>
<tr><td>3) $r_{xy} \approx 0$</td><td>В) сильная отрицательная линейная связь между x, y</td></tr>
</table></td>
<td>
<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>Б</td></tr>
<tr><td>2</td><td>В</td></tr>
<tr><td>3</td><td>А</td></tr>
</table></td>
<td>Статистические методы исследования объектов управления</td>
<td>3</td>
</tr>
</table>

Учебная дисциплина формирует компетенции в соответствии с табл. 2 Приложения 1, процедура оценивания представлена в табл. 3 и реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение 1 ОПОП). Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения (табл. 2 Приложения 1).

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица 3

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1	КТ	3 раза в семестр письменно, по окончании изучения соответствующих разделов дисциплины.	Экспертный	По пятибалльной шкале (Баллы)	Рабочая книжка преподавателя
2	Задачи практических занятий	Систематически на практических занятиях, письменно.	Экспертный	По пятибалльной шкале	Рабочая книжка преподавателя.
3	Промежуточная аттестация – зачет с оценкой	В конце семестра	Экспертный	По пятибалльной шкале	Зачетная ведомость, зачетная книжка, учебная карта

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Практические занятия, ДКР, КТ, промежуточная аттестация оцениваются по пятибалльной шкале. Возможно использование балльно-рейтинговой оценки.

Шкала оценивания

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 95% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 75% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 60% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 50% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность. Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в табл. 4.

Интегральная оценка

Таблица 4

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5	95-100
4	4	75-94
3	3	60-74
2 и 1	2, незачет	0-59
5, 4, 3	Зачет	60-100

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.