

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ



Декан факультета ИСИС  
Яременко С.А.  
«18» февраля 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Математическое моделирование в теплоэнергетике»

Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Городские энергетические сети

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 4 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2025

Автор программы

/ А.В. Кочегаров /

И.о. заведующего кафедрой  
Теплогазоснабжения и  
нефтегазового дела

/ А.И. Колосов /

Руководитель ОПОП

/ Н.А. Петрикеева /

Воронеж 2025

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Развитие логического и алгоритмического мышления, выработка умения самостоятельно расширять и углублять математические знания; освоение необходимого математического аппарата, помогающего анализировать, моделировать и решать прикладные задачи; формирование у студента начального уровня математической культуры, достаточного для продолжения образования, научной работы или практической деятельности, методологических основ для формирования целостного научного мировоззрения, отвечающего современному уровню развития человеческой цивилизации.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

- выработка ясного понимания необходимости математического образования в подготовке бакалавра и представления о роли и месте математики в современной системе знаний и мировой культуре;

- ознакомление с системой понятий, используемых для описания важнейших математических моделей и математических методов, и их взаимосвязью;

- формирование конкретных практических приемов и навыков постановки и решения математических задач, ориентированных на практическое применение при изучении дисциплин профессионального цикла;

- овладение основными математическими методами, необходимыми для анализа процессов и явлений при поиске оптимальных решений, обработки и анализа результатов экспериментов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Математическое моделирование в теплоэнергетике» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование в теплоэнергетике» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий

ОПК-1 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки

ОПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
УК-1	Знать фундаментальные основы высшей математики, включая алгебру, геометрию
	Уметь самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам
	Владеть первичными навыками математических задач из общеинженерных
ОПК-1	Знать математический анализ, теорию вероятностей
	Уметь расширять свои математические познания.
	Владеть основными методами решения математических задач из общеинженерных
ОПК-2	Знать основы математической статистики
	Уметь расширять свои математические познания.
	Владеть специальными дисциплинами профилизации

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование в теплоэнергетике» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	108	108
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

##### заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	16	16
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	8	8

<b>Самостоятельная работа</b>	155	155
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Алгебра	Векторная и линейная алгебра	4	2	18	24
2	Геометри	Аналитическая геометрия	4	2	18	24
3	Математический анализ	Введение в математический анализ	4	2	18	24
4	Функции одной переменной	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	2	4	18	24
5	Функции нескольких переменных	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	2	4	18	24
6	Функции одной и нескольких переменных	Интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных	2	4	18	24
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>108</b>	<b>144</b>

#### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Алгебра	Векторная и линейная алгебра	2	-	26	28
2	Геометри	Аналитическая геометрия	2	-	26	28
3	Математический анализ	Введение в математический анализ	2	2	26	30
4	Функции одной переменной	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	2	2	26	30
5	Функции нескольких переменных	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	-	2	26	28

6	Функции одной и нескольких переменных	Интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных	-	2	25	27
<b>Итого</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>155</b>	<b>171</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 1 семестре для очной формы обучения, в 1 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Обработка результатов численного эксперимента»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- численное моделирование
- методика обработки экспериментальных данных
- результаты расчетов

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	Знать фундаментальные основы высшей математики, включая алгебру, геометрию	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

		при защите курсового проекта		
	Уметь самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть первичными навыками математических задач из общеинженерных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-1	Знать математический анализ, теорию вероятностей	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь расширять свои математические познания.	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть основными методами решения математических задач из общеинженерных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-2	Знать основы математической статистики	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь расширять свои математические познания.	Решение стандартных практических задач,	Выполнение работ в срок, предусмотренный	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

		написание курсового проекта	ый в рабочих программах	ый в рабочих программах
	Владеть специальными дисциплинами профилизации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения, 1 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
УК-1	Знать фундаментальные основы высшей математики, включая алгебру, геометрию	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	строительным наукам					
	Владеть первичным и навыками математических задач из общеинженерных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-1	Знать математический анализ, теорию вероятностей	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь расширять свои математические познания.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть основными методами решения математических задач из общеинженерных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-2	Знать основы математической статистики	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь расширять свои математические	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

	ские познания.		верные ответы	получен верный ответ во всех задачах	большинстве задач	
	Владеть специальными дисциплинами профилизации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- В каком случае квадратурная формула называется формулой прямоугольников, а метод – методом прямоугольников?
  - если в каждой из частей деления интервала  $[a,b]$  подынтегральная функция аппроксимируется многочленом второй степени
  - если в каждой из частей деления интервала  $[a,b]$  подынтегральная функция аппроксимируется многочленом нулевой степени, т.е. прямой, параллельной оси OX**
  - если в каждой из частей деления интервала  $[a,b]$  подынтегральная функция аппроксимируется многочленом первой степени, т.е. прямой, соединяющей две соседние узловые точки
- Для изучения каких систем используется аналитическое моделирование?
  - сравнительно простых**
  - любых
  - сложных
- Какие формулы применяются в методе полярных координат для вычисления независимых нормально распределенные случайных величин  $x_1$  и  $x_2$ ?
  - $x_1 = V_1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \ln S}{S}}$ ,  $x_2 = V_2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \ln S}{S}}$
  - $x_1 = \sqrt{2 \cdot \ln(1/y_1)} \cdot \cos(2\pi \cdot y_1)$ ,  $x_2 = \sqrt{2 \cdot \ln(1/y_2)} \cdot \cos(2\pi \cdot y_2)$

- c)  $x_1 = V_1 \cdot \sqrt{\frac{-2 \cdot \ln S}{S}}$ ,  $x_2 = V_2 \cdot \sqrt{\frac{-2 \cdot \ln S}{S}}$
4. В каком случае квадратурная формула называется формулой Симпсона, а метод – методом Симпсона?
- если в каждой из частей деления интервала  $[a,b]$  подынтегральная функция аппроксимируется многочленом второй степени**
  - если в каждой из частей деления интервала  $[a,b]$  подынтегральная функция аппроксимируется многочленом нулевой степени, т.е. прямой, параллельной оси OX
  - если в каждой из частей деления интервала  $[a,b]$  подынтегральная функция аппроксимируется многочленом первой степени, т.е. прямой, соединяющей две соседние узловые точки
5. Как выглядит формула Эйлера?
- $y = y_0 + h \cdot f(x_i, y_i)$
  - нет правильного ответа
  - $y_{i+1} = y_i + h \cdot f(x_i, y_i)$**
  - $y_i = y_0 + h \cdot f(x_i, y_i)$
6. Какая функция равномерного распределения существует?
- дифференциальная и интегральная функции**
  - только интегральная функция
  - только дифференциальная функция
7. Что требуется для нахождения объективных и устойчивых характеристик процесса при статистическом моделировании?
- одинарное воспроизведение процесса
  - многократное воспроизведение процесса, с последующей статической обработкой полученных данных
  - многократное воспроизведение процесса, с последующей статистической обработкой полученных данных**
8. Укажите более точное определение имитационных моделей:
- имитационные модели имитируют разброс опытных данных
  - имитационные модели имитируют численное решение модели
  - имитационные модели имитируют поведение реальных объектов, процессов или систем**
9. Как называется отношение  $\frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}$ ?
- разделенной разностью второго порядка
  - разделенной разностью нулевого порядка
  - разделенной разностью первого порядка**

10. Чем аппроксимируется искомая функция  $y(x)$  на каждом шаге интегрирования дифференциальных уравнений в методе Рунге-Кутты 4-го порядка?

а) рядом Тейлора, содержащим члены ряда с  $h^4$

б) рядом Тейлора, содержащим члены ряда с  $h^2$

рядом Тейлора, содержащим члены ряда с  $h^3$

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Что такое математическая модель?

а) точное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в физических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала

б) приближенное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в физических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала

с) **приближенное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в математических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала**

д) точное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в математических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала

2. Какой закон называют нормальным законом распределения вероятностей непрерывной случайной величины?

	закон распределения вероятностей непрерывной случайной величины, который описывается дифференциальной функцией $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}$ , где $a$ — среднее квадратичное отклонение нормального распределения, $\sigma$ — математическое ожидание случайной величины
✓	<b>закон распределения вероятностей непрерывной случайной величины, который описывается дифференциальной функцией <math>f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}</math>, где <math>a</math> — математическое ожидание случайной величины, <math>\sigma</math> — среднее квадратичное отклонение нормального распределения</b>
	закон распределения вероятностей непрерывной случайной величины, который описывается дифференциальной

	<p>функцией <math>f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}</math>, где <math>a</math> – дисперсия случайной величины, <math>\sigma</math> — математическое ожидание случайной величины</p>
--	---

3. Что означает сокращенное обозначение модели СДА?
  - a) стохастическая, детерминированная, аналитическая
  - b) дискретная, стохастическая, аналитическая
  - c) **стохастическая, дискретная, аналитическая**
  
4. Какой из шагов не входит в состав исследования объекта, процесса или системы и составления их математического описания при математическом моделировании, но является частью математического моделирования?
  - a) выделение наиболее существенных черт и свойств реального объекта или процесса
  - b) определение внешних связей и описание их с помощью ограничений, уравнений, равенств, неравенств, логико-математических конструкций
  - c) **построение алгоритма, моделирующего поведение объекта, процесса или системы**
  
5. **В сколько этапов реализуется метод Ньютона?**
  - a) один
  - b) три
  - c) **два**

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Какой из способов аппроксимации данных нашел большее применение на практике?
  - a) нет правильного ответа
  - b) способ, который требует, чтобы аппроксимирующая кривая  $F(x)$ , аналитический вид которой необходимо найти, проходила через все узловые точки таблицы
  - c) **способ, заключающийся в сглаживании опытных данных**
  
2. Из какого количества этапов состоит метод Гаусса?
  - a) **2**
  - b) 5
  - c) 3

3. Какая модель не является плодом человеческой мысли в общем случае?
- физическая
  - наглядная
  - натурная**
4.  $y(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + a_2x^{n-2} + \dots + a_n$  это интерполяционный многочлен
- в явном виде**
  - в форме Лагранжа
  - в форме Ньютона
5. Интерполяция — это
- нахождение значения таблично заданной функции внутри заданного интервала**
  - восстановление функции в точках за пределами заданного интервала табличной функции
  - усреднение или сглаживание табличной функции
  - подбор значения произвольно

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрены учебным планом

#### 7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

- Понятие функции двух переменных. Основные определения.
- Полное и частные приращения функции двух переменных. Частные производные первого порядка.
- Частные производные высших порядков.
- Полный дифференциал функции двух переменных.
- Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
- Экстремум функции двух переменных. Необходимые и достаточные условия экстремума.
- Наибольшее и наименьшее значения функции двух переменных в замкнутой области.
- Производная по направлению. Градиент функции и его свойства.
- Дробно – рациональные функции. Представление неправильной рациональной дроби в виде суммы целой части и правильной дроби. Представление правильной рациональной дроби в виде суммы простейших дробей. Метод неопределенных коэффициентов.

10. Первообразная функции и неопределенный интеграл, их определение и свойства. Таблица неопределенных интегралов.
11. Замена переменной и интегрирование по частям в неопределенном интеграле.
12. Интегрирование выражений, зависящих от квадратного трехчлена.
13. Интегрирование рациональных функций.
14. Интегрирование некоторых тригонометрических выражений. Универсальная тригонометрическая подстановка.
15. Интегрирование иррациональных выражений. Дробно – линейная подстановка.
16. «Неберущиеся» интегралы.
17. Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла.
18. Определение определенного интеграла.
19. Формула Ньютона – Лейбница.
20. Свойства определенного интеграла. Определенный интеграл с переменным верхним пределом.
21. Интегрирование по частям и замена переменной в определенном интеграле.
22. Несобственные интегралы с бесконечными пределами (несобственные интегралы I рода). Несобственные интегралы от разрывных функций (несобственные интегралы II рода).
23. Вычисление площади плоской фигуры в декартовых координатах.
24. Вычисление площади плоской фигуры в полярных координатах.
25. Вычисление длины дуги плоской кривой в декартовых и в полярных координатах.
26. Вычисление объема тела по известным площадям параллельных поперечных сечений. Объем тела вращения.
27. Определение двойного интеграла и его свойства.
28. Геометрический и физический смысл двойного интеграла.
29. Правильные области на плоскости. Вычисление двойного интеграла в декартовых координатах.
30. Замена переменных в двойном интеграле. Вычисление двойного интеграла в полярных координатах.
31. Приложения двойных интегралов: вычисление объема цилиндрического тела и площади плоской фигуры; нахождение массы, статических моментов, координат центра тяжести и моментов инерции тонкой пластинки.
32. Определение и свойства криволинейных интегралов I рода.
33. Вычисление и приложения криволинейных интегралов I рода.
34. Определение и свойства криволинейных интегралов II рода.

35. Вычисление криволинейных интегралов II рода.
36. Формула Остроградского - Грина.
37. Приложения криволинейных интегралов II рода.
38. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Основные определения.
39. Примеры задач, приводящих к дифференциальным уравнениям.
40. Дифференциальные уравнения первого порядка. Основные определения. Задача Коши. Теорема существования и единственности задачи Коши.
41. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными.
42. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка.
43. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Метод И. Бернулли.
44. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Метод Лагранжа (метод вариации произвольной постоянной).
45. Дифференциальные уравнения Я. Бернулли.
46. Уравнения в полных дифференциалах.
47. Дифференциальные уравнения высших порядков. Основные определения. Задача Коши. Теорема существования и единственности задачи Коши.
48. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка (ЛОДУ II). Определения и основные свойства решений ЛОДУ II.
49. Линейная зависимость и независимость функций. Определитель Вронского. Свойства определителя Вронского.
50. Структура общего решения ЛОДУ II.
51. ЛОДУ II с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Общее решение.
52. Структура общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка (ЛНДУ II).
53. Наложение решений ЛНДУ II.
54. Решение ЛНДУ II методом вариации произвольных постоянных.
55. Решение ЛНДУ II с постоянными коэффициентами и специальной правой частью.
56. Системы дифференциальных уравнений. Основные определения. Интегрирование нормальных систем.
57. Элементы комбинаторики. Перестановки, сочетания, размещения.
58. Предмет теории вероятностей. Случайные события, основные определения.
59. Классическое определение вероятности случайного события. Свойства вероятностей.
60. Статистическое и геометрическое определения вероятности случайного события.

61. Алгебра случайных событий. Сложение и умножение случайных событий. Зависимые и независимые события. Условная вероятность.
62. Теоремы умножения вероятностей.
63. Теоремы сложения вероятностей. Вероятность появления хотя бы одного события.
64. Формула полной вероятности.
65. Схема Бернулли, формула Бернулли, формула Пуассона.
66. Схема Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Лапласа.
67. Случайная величина. Основные определения. Закон распределения дискретной случайной величины.
68. Функция распределения дискретной случайной величины и ее свойства.
69. Функция распределения непрерывной случайной величины и ее свойства.
70. Функция плотности вероятности. Ее свойства.
71. Математическое ожидание дискретной случайной величины. Свойства математического ожидания.
72. Дисперсия дискретной случайной величины. Свойства дисперсии.
73. Среднее квадратическое отклонение.
74. Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение непрерывной случайной величины.
75. Биномиальное распределение случайной величины.
76. Равномерное распределение случайной величины.
77. Показательное распределение случайной величины.
78. Нормальное распределение случайной величины.
79. Предмет математической статистики. Выборочный метод.
80. Вариационный ряд. Полигон, гистограмма, эмпирическая функция распределения.
81. Числовые характеристики выборки.
82. Статистические оценки параметров распределения. Основные понятия.
83. Точечные оценки параметров распределения.
84. Интервальная оценка параметров распределения. Построение доверительных интервалов.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен может проводиться в тестовой форме по тест-билетам или в письменно-устной форме согласно перечня вопросов. Если экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом,

задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Алгебра	УК-1, ОПК-1, ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту
2	Геометрия	УК-1, ОПК-1, ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту
3	Математический анализ	УК-1, ОПК-1, ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту
4	Функции одной переменной	УК-1, ОПК-1, ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту
5	Функции нескольких переменных	УК-1, ОПК-1, ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту
6	Функции одной и нескольких переменных	УК-1, ОПК-1, ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практических занятий осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] / Семенов Б. А. - 2-е изд., доп.: Лань, 2013. - 384 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-1392-8.

URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5107](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5107)

2. Авдюнин, Е.Г. Моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических установок [Электронный ресурс] : Учебник / Е. Г. Авдюнин. - Моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических установок ; 2024-08-12. - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 184 с. - ISBN 978-5-9729-0297-2.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/86602.html>

3. Комлацкий, В.И. Планирование и организация научных исследований : учебное пособие / В.И. Комлацкий; С.В. Логинов; Г.В. Комлацкий. - Ростов на Дону : Феникс, 2014. - 208 с. - (Высшее образование).

- ISBN 978-5-222-21840-2.

URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=271595](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=271595)

4. Кийко, П.В. Экономико-математические методы и модели : учебно-методическое пособие / П.В. Кийко. - Москва|Берлин : Директ-Медиа, 2016. - 109 с. - ISBN 978-5-4475-7962-3. URL: <http://www.iprbookshop.ru/443424.html>

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

- Лицензионное программное обеспечение: ABBYY FineReader 9.0; Microsoft Office Word 2013/2007; Microsoft Office Excel 2013/2007; Microsoft Office Power Point 2013/2007; Maple v18; Adobe Acrobat Reader; PDF24 Creator; 7zip.

- Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: <http://www.edu.ru>; Образовательный портал ВГТУ; программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

- Информационные справочные системы: единое окно доступа к образовательным ресурсам – <http://window.edu.ru>; Справочная система ВГТУ – <https://wiki.cchgeu.ru>; СтройКонсультант; Справочная Правовая Система КонсультантПлюс; Электронно-библиотечная система IPRbooks; «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки»; ЭБС Лань; Научная электронная библиотека Elibrary;

- Современные профессиональные базы данных: Национальная информационная система по строительству – <http://www.know-house.ru>; Портал Российской академии архитектуры и строительных наук – <http://www.raasn.ru>; Электронная библиотека строительства – <http://www.zodchii.ws>; Портал АВОК – <https://www.abok.ru>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для проведения ряда лекционных занятий по дисциплине необходимы аудитории, оснащенные презентационным оборудованием (компьютер с ОС Windows и программой PowerPoint или Adobe Reader, мультимедийный проектор и экран).

Для обеспечения практических занятий требуется компьютерный класс с комплектом лицензионного программного обеспечения (при использовании электронных изданий – компьютерный класс с выходом в Интернет).

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Математическое моделирование в теплоэнергетике» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП