

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:



Директор института энергетики
и автоматизированных систем
С.И. Лукьянов

«30» сентября 2017 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Направление подготовки (специальность)
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

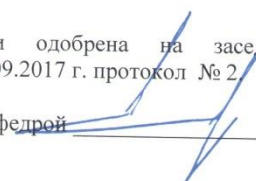
Форма обучения
очная

Институт	Энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом МОиН РФ 01.10.2015 г. № 1081.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теплотехнических и энергетических систем 12.09.2017 г. протокол № 2

Зав. кафедрой  Е.Б. Агапитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем 20.09.2017 г. протокол № 1.

Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочую программу составил:

 Доцент кафедры ТиЭС, к.т.н.
Е.Г. Нешпоренко

Рецензент:

Зам. начальника ЦЭСТ ОАО «ММК», к.т.н

 В.Н. Михайловский

Лист регистрации изменений и дополнений

[illegible]

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Численные методы моделирования» является получение навыков студентами направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника профиля «Энергообеспечение предприятий» по основам численных методов решения уравнений математической физики, используемых для описания процессов теплообмена, движения жидкости и газов, а так же для научно-исследовательской работы.

2 Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Курс Б1.В.ДВ.02.02 «Численные методы моделирования» относится к дисциплинам профессионального цикла, вариативная часть.

Успешное усвоение материала предполагает знание студентами основных положений следующих дисциплин: Б1.Б.10 Физика (молекулярная физика, термодинамика, идеальные и реальные газы, водяной пар, фазовые диаграммы); Б1.Б.11 Общая и неорганическая химия (химическая термодинамика, химическое и фазовое равновесие). Б1.Б.13 Информатика, Б1.Б.16 Техническая термодинамика (основные физические свойства жидкостей и газов, подобие гидромеханических процессов, уравнение движения вязкой жидкости, режимы движения, пограничный слой), Б1.Б.17 Газодинамика, Б1.Б.19 Теплообмен.

Материал дисциплины базируется на ранее изученном материале комплекса общеобразовательных и специальных дисциплин, который обеспечивает формирование требуемого уровня компетенции обучающегося и подготовки бакалавров по направлению теплоэнергетика и теплотехника.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Численные методы моделирования» студент должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-1. Способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.	
Знать:	Основные методы поиска и экспериментальных исследований; Выбрать методики поиска базовых знаний в области естественнонаучных дисциплин; Грамотно поставить задачу, подобрать методику исследования и решения поставленной проблемы;
Уметь:	Выделить цель поиска, анализировать и применить один из методов для решения поставленной задачи; Выделить цель исследований, применить любой из методов математического аппарата для решения поставленной задачи;
Владеть:	Навыками проведения анализа поставленной задачи, выбора методики решения поставленной задачи; Навыками проведения анализа поставленной задачи, выбора методики решения поставленной задачи и решить её разными способами;
ОПК-2. Способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания.	
Знать:	Базовые знания в области естественнонаучных дисциплин;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	Основные проблемы естественнонаучных дисциплин; Основные методы решения проблем естественнонаучных дисциплин;
Уметь:	Выбрать методики базовых знаний в области естественнонаучных дисциплин; Грамотно поставить задачу, подобрать методику исследования и решения поставленной проблемы; Грамотно поставить задачу, подобрать методику исследования и решения поставленной проблемы и решить её разными способами;
Владеть:	Навыками проведения анализа поставленной задачи; Навыками проведения анализа поставленной задачи, выбора методики решения поставленной задачи; Навыками проведения анализа поставленной задачи, выбора методики решения поставленной задачи и решить её разными способами;
ПК-4.Способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.	
Знать	Основу теории экспериментальных исследований; Основные методы моделирования и планирования экспериментальных исследований; Основные методы моделирования и планирования экспериментальных исследований и порядок их проведения;
Уметь	Выделить цель исследований; Выделить цель исследований, применить один из методов для решения поставленной задачи; Выделить цель исследований, применить любой из методов математического аппарата для решения поставленной задачи;
Владеть:	Навыками проведения анализа исходных параметров моделируемой системы; Навыками проведения анализа исходных параметров моделируемой системы, выбора факторов, определяющих параметров; Навыками проведения анализа исходных параметров моделируемой системы, выбора факторов, определяющих параметров, проводить моделирование и обработку результатов исследований;

4 Структура и содержание дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц/72 акад. часов в том числе:

контактная работа – 34 акад. часов:

–аудиторная – 34 акад. часов;

–внеаудиторная – 0,95 акад. часов.

самостоятельная работа – 37,05 акад. часов.

Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Код и структурный элемент компетенции
	лекции	лаборат. занятия				
1. Понятие математической модели и общие принципы и этапы ее построения. Понятие математической модели и общие принципы, этапы ее построения. Решение задачи. Численные методы. История прикладной математики. Структура погрешности. Корректность.	2	2	4	Самостоятельное изучение учебной литературы по вопросу 1-2 раздела 6	Конспект лекций, отчет по Л.Р.№1	ОПК-2 зув
2. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Интерполирование. Приближенные формулы. Линейная интерполяция. Интерполяционный многочлен Ньютона. Погрешность многочлена Ньютона. Применения интерполяции. Интерполяционный многочлен Эрмита. Сходимость интерполяции. Нелинейная интерполяция. Интерполяция сплайнами. Монотонная интерполяция. Многомерная интерполяция	2	2/2И	4	Самостоятельное изучение учебной литературы по вопросу 3-5 раздела 6	Конспект лекций, отчет по Л.Р.№2	ОПК-2 ПК-4 зув
3. Применение численных методов для анализа и расчета тепломассообменных и гидродинамических процессов. Вычисли-	2	2/2И	4	Самостоятельное изучение учебной литературы по вопросу 6-7 раздела 6;	Конспект лекций, отчет по Л.Р.№3	ОПК-2 ПК-4 зув

Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Код и структурный элемент компетенции
	лекции	лаборат. занятия				
тельный эксперимент и адекватность моделей.				подготовка к лабораторной работе		
4. Численное решение алгебраических, трансцендентных и дифференциальных уравнений. Численное решение алгебраических, трансцендентных и дифференциальных уравнений. Интерполирование. Приближенные формулы. Линейная интерполяция. Применения интерполяции. Сходимость интерполяции. Нелинейная интерполяция. Интерполяция сплайнами. Монотонная интерполяция. Многомерная интерполяция	4	4	6	Самостоятельное изучение учебной литературы по вопросу 8-9 раздела 6; подготовка к лабораторной работе	Конспект лекций, отчет по Л.Р. №4	ОПК-2 ПК-4 зув
5. Численное дифференцирование. Численное дифференцирование. Полиномиальные формулы. Простейшие формулы. Метод Рунге-Ромберга. Квазиравномерные сетки. Быстропеременные функции. Регуляризация дифференцирования	2	2/2И	4	Самостоятельное изучение учебной литературы по вопросу 10-11 раздела 6; подготовка к лабораторной работе	Конспект лекций, отчет по Л.Р. №5	ОПК-2 ПК-4 зув

Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Код и структурный элемент компетенции
	лекции	лаборат. занятия				
6. Численное интегрирование. Численное интегрирование. Полиномиальная аппроксимация. Постановка задачи. Формула трапеций. Формула Симпсона. Формула средних. Формула Эйлера. Нестандартные формулы. Разрывные функции. Метод статистических испытаний. Случайные величины. Вычисление интеграла. Уменьшение дисперсии.	2	2	3	Самостоятельное изучение учебной литературы по вопросу 12-13 раздела 6; подготовка к лабораторной работе	Конспект лекций, отчет по Л.Р.№6	ОПК-2 ПК-4 зув
7. Применение электронных таблиц для решения инженерных задач численными методами.	3	3	5,05	Самостоятельное изучение учебной литературы по вопросу 14-15 раздела 6; подготовка к лабораторной работе	Конспект лекций	ОПК-2 ПК-4 зув
Итого	17	17/6И	37,05		Зачет	

Содержание лабораторных работ дисциплины

1. Математическая модель работы теплообменного аппарата.
2. Вычислительный эксперимент «Работа теплообменного аппарата», адекватность модели теплообменного аппарата.
3. Применение численных методов для анализа и расчета тепломассообменных и гидродинамических процессов.
4. Численное решение дифференциальных уравнений теплообмена.
5. Численное интегрирование.
6. Применение электронных таблиц для решения инженерных задач численными методами.

5 Образовательные и информационные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Моделирование процессов гидрогазодинамики и тепломассопереноса» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, и тестированию.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

1. Понятие математической модели и общие принципы, этапы ее построения.
2. Структура погрешности. Корректность
3. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Интерполирование.
4. Линейная интерполяция. Интерполяционный многочлен Ньютона. Погрешность многочлена Ньютона. Применения интерполяции.
5. Интерполяция сплайнами. Монотонная интерполяция.
6. Применение численных методов для анализа и расчета тепломассообменных и процессов
7. Численное решение алгебраических, трансцендентных и дифференциальных уравнений.
8. Сходимость интерполяции.
9. Численное дифференцирование. Полиномиальные формулы.
10. Квазиравномерные сетки. Быстропеременные функции. Регуляризация дифференцирования
11. Численное интегрирование. Полиномиальная аппроксимация.
12. Формулы Гаусса-Кристоффеля. Формулы Маркова
13. Последовательное интегрирование. Метод статистических испытаний
14. Случайные величины. Разыгрывание случайной величины. Вычисление интеграла.
15. Применение электронных таблиц для решения инженерных задач численными методами

Тест 1:

Какие матрицы можно перемножить?

Варианты ответов:

1. Матрицы с равным числом строк.
2. Матрицы с равным числом столбцов.
3. Сцепленные матрицы, у которых число столбцов первой матрицы равно числу строк второй матрицы.

Тест 2:

Что такое ранг матрицы $r(A)$?

Варианты ответов:

1. Число строк матрицы.
2. Число столбцов матрицы.
3. Максимальное число линейно-независимых столбцов (или строк) матрицы.

Тест 3:

Для каких матриц можно вычислить обратную матрицу?

Варианты ответов:

1. Для диагональных.
2. Для квадратных.
3. Для прямоугольных.
4. Для разреженных.

Тест 4:

Какие задачи называются обратными?

Варианты ответов:

1. Определение причины по следствию.
2. Определение следствия по причине.

Тест 5:

Условия корректно поставленной вычислительной задачи?

Варианты ответов:

1. Решение существует + решение единственное (однозначное)+решение устойчивое.
2. Решение существует + решение единственное (однозначное)+решение состоятельное.
3. Решение существует + решение множественное + решение состоятельное.

Тест 6:

Условие существования и единственности решения СЛАУ?

Варианты ответов:

1. Свободные члены уравнений равны нулю.
2. Ранг матрицы коэффициентов равен рангу расширенной матрицы системы.
3. Число уравнений равно числу неизвестных.

Тест 7:

Какой метод решения СЛАУ позволяет найти решение СЛАУ даже в случае неполного ранга системы?

Варианты ответов:

1. Метод Гаусса (треугольное разложение).
2. Метод ортогонального разложения.
3. Метод сингулярного разложения.

Тест 8:

1. Подмена одной функции другой называется:

- 1) Интерполяция
- 2) Экстраполяция
- 3) Аппроксимация
- 4) Сплайн.

Тест 9:

Многочлен называется:

1. Интерполяционный многочлен Лагранжа
2. Интерполяционный многочлен Ньютона
3. Интерполяционный многочлен Чебышева
4. Интерполяционный многочлен Лежандра

Тест 10:

Функция, дифференцируемая k раз, и на каждом из заданных отрезков являющаяся многочленом степени m , называется:

Варианты ответов:

1. Интерполяция
2. Экстраполяция
3. Аппроксимация
4. Сплайн.

Тест 11:

Явно- неявный метод Эйлера решения задачи Коши эквивалентен методу

Варианты ответов:

1. Трапеций
2. Предиктор-корректорному методу Адамса первого порядка
3. Предиктор-корректорному методу Адамса второго порядка
4. Милна

Тест 12:

Основной метод для решения начально-граничных задач для уравнений в частных производных называется:

Варианты ответов:

1. Сеточный метод
2. Метод касательных
3. Метод секущих
4. Метод средней точки

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-1. Способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.		
Знать	Основные методы поиска и экспериментальных исследований; Выбрать методики поиска базовых знаний в области естественнонаучных дисциплин; Грамотно поставить задачу, подобрать методику исследования и решения поставленной проблемы;	Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Понятие математической модели и общие принципы, этапы ее построения. 2. Структура погрешности. Корректность. 3. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Интерполирование. 4. Линейная интерполяция. Интерполяционный многочлен Ньютона. Погрешность многочлена Ньютона. Применения интерполяции. 5. Интерполяция сплайнами. Монотонная интерполяция. 6. Применение численных методов для анализа и расчета тепломассообменных и процессов. 7. Численное решение алгебраических, трансцендентных и дифференциальных уравнений. 8. Сходимость интерполяции. 9. Численное дифференцирование. Полиномиальные

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		формулы. 10. Квазиравномерные сетки. Быстропеременные функции. Регуляризация дифференцирования. 11. Численное интегрирование. Полиномиальная аппроксимация. 12. Формулы Гаусса-Кристоффеля. Формулы Маркова. 13. Последовательное интегрирование. Метод статистических испытаний. 14. Случайные величины. Разыгрывание случайной величины. Вычисление интеграла. 15. Применение электронных таблиц для решения инженерных задач численными методами.
Уметь	Выделить цель поиска, анализировать и применить один из методов для решения поставленной задачи; Выделить цель исследований, применить любой из методов математического аппарата для решения поставленной задачи;	Примерное практическое задание к зачету: 1. Определить потери тепла через стенку длиной 5 м, высотой 3 м, толщиной $d = 0,25$ м, если на поверхностях стенки поддерживаются температуры $t_1 = +20$ °С, $t_2 = -5$ °С, коэффициент теплопроводности стенки $\lambda = 0,6$ Вт/(м·град). 2. Стенки топки парового котла выполнены из огнеупорного кирпича толщиной $d = 0,25$ м. Температуры на внутренней и внешней поверхностях $t_1 = 1350$°С, $t_2 = 50$°С. Теплопроводность кирпича зависит от температуры $\lambda = 0,93(1+0,00075t)$. Вычислить и изобразить в масштабе распределение температур внутри стенки на расстояниях $x_1 = 0,05$ м, $x_2 = 0,1$ м, $x_3 = 0,15$ м, $x_4 = 0,2$ м. 3. В резервуар, содержащий 125 м^3 жидкости плотностью 1760 кг/м^3, закачано 224 м^3 жидкости плотностью 1848 кг/м^3. Определить плотность получившейся смеси.
Владеть	Навыками проведения анализа поставленной задачи, выбора методики решения поставленной задачи; Навыками проведения анализа поставленной задачи, выбора методики решения поставленной задачи и решить её разными способами;	Пример задания на решение задач из профессиональной области: Полый стальной шар радиусом 100 мм с внутренней полостью радиусом 20 мм имеет температуру внутренней поверхности 100 °С, внешней поверхности 20 °С. Определить одномерное температурное поле для стального полого шара при граничных условиях первого рода (ГУ 1). Дано: 1. Геометрические размеры (рис. 1) – радиус внутренней поверхности $R_1 = 20$ мм; – радиус внешней поверхности $R_2 = 100$ мм. 2. Свойства материала: – материал шара сталь; – теплопроводность $\lambda = 45$ Вт/(м·К). 3. Граничные условия: – температура внутренней поверхности $T_1 = 100$ °С; – температура внешней поверхности $T_2 = 20$ °С. Найти картину одномерного температурного поля сферической стенки для случая, когда температура зависит только от одной координаты. Теплопроводность λ

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		– постоянная величина. Граничные условия соответствуют ГУ 1 рода.
ОПК-2.Способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания.		
Знать:	Базовые знания в области естественнонаучных дисциплин; Основные проблемы естественнонаучных дисциплин; Основные методы решения проблем естественнонаучных дисциплин;	Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Понятие математической модели и общие принципы, этапы ее построения. 2. Структура погрешности. Корректность. 3. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Интерполирование. 4. Линейная интерполяция. Интерполяционный многочлен Ньютона. Погрешность многочлена Ньютона. Применения интерполяции. 5. Интерполяция сплайнами. Монотонная интерполяция. 6. Применение численных методов для анализа и расчета тепломассообменных и процессов. 7. Численное решение алгебраических, трансцендентных и дифференциальных уравнений. 8. Сходимость интерполяции. 9. Численное дифференцирование. Полиномиальные формулы. 10. Квазиравномерные сетки. Быстропеременные функции. Регуляризация дифференцирования. 11. Численное интегрирование. Полиномиальная аппроксимация. 12. Формулы Гаусса-Кристоффеля. Формулы Маркова. 13. Последовательное интегрирование. Метод статистических испытаний. 14. Случайные величины. Разыгрывание случайной величины. Вычисление интеграла. 15. Применение электронных таблиц для решения инженерных задач численными методами.
Уметь	Выбрать методики базовых знаний в области естественнонаучных дисциплин; Грамотно поставить задачу, подобрать методику исследования и решения поставленной проблемы; Грамотно поставить задачу, подобрать методику исследования и решения поставлен-	Примерное практическое задание к зачету: 1. Определить потери тепла через стенку длиной 5 м, высотой 3 м, толщиной $d = 0,25$ м, если на поверхностях стенки поддерживаются температуры $t_1 = +20$ °С, $t_2 = -5$ °С, коэффициент теплопроводности стенки $\lambda = 0,6$ Вт/(м·град). 2. Стенки топки парового котла выполнены из огнеупорного кирпича толщиной $d = 0,25$ м. Температуры на внутренней и внешней поверхностях $t_1 = 1350$ °С, $t_2 = 50$ °С. Теплопроводность кирпича зависит от температуры $\lambda = 0,93(1+0,00075t)$. Вычислить и изобразить в масштабе распределение температур внутри стенки на

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	ной проблемы и решить её разными способами;	расстояниях $x_1 = 0,05$ м, $x_2 = 0,1$ м, $x_3 = 0,15$ м, $x_4 = 0,2$ м. 3. В резервуар, содержащий 125 м^3 жидкости плотностью 1760 кг/м^3 , закачено 224 м^3 жидкости плотностью 1848 кг/м^3 . Определить плотность получившейся смеси.
Владеть	Навыками проведения анализа поставленной задачи; Навыками проведения анализа поставленной задачи, выбора методики решения поставленной задачи; Навыками проведения анализа поставленной задачи, выбора методики решения поставленной задачи и решить её разными способами;	Пример задания на решение задач из профессиональной области: Полый стальной шар радиусом 100 мм с внутренней полостью радиусом 20 мм имеет температуру внутренней поверхности 100°C , внешней поверхности 20°C . Определить одномерное температурное поле для стального полого шара при граничных условиях первого рода (ГУ 1). Дано: 1. Геометрические размеры (рис. 1) – радиус внутренней поверхности $R_1 = 20$ мм; – радиус внешней поверхности $R_2 = 100$ мм. 2. Свойства материала: – материал шара сталь; – теплопроводность $\lambda = 45 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. 3. Граничные условия: – температура внутренней поверхности $T_1 = 100^\circ\text{C}$; – температура внешней поверхности $T_2 = 20^\circ\text{C}$. Найти картину одномерного температурного поля сферической стенки для случая, когда температура зависит только от одной координаты. Теплопроводность λ – постоянная величина. Граничные условия соответствуют ГУ 1 рода.
ПК-4.Способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.		
Знать	Основу теории экспериментальных исследований; Основные методы моделирования и планирования экспериментальных исследований; Основные методы моделирования и планирования экспериментальных исследований и порядок их проведения;	Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Понятие математической модели и общие принципы, этапы ее построения. 2. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. 3. Численное интегрирование. Полиномиальная аппроксимация. 4. Применение электронных таблиц для решения инженерных задач численными методами.
Уметь	Выделить цель исследований; Выделить цель исследований, применить один из методов для решения поставленной задачи;	Примерное практическое задание к зачету: 1. Призматическая прямоугольная емкость, заполненная водой, имеет в месте соединения боковой стенки с дном криволинейную цилиндрическую вставку радиусом 1 м, и шириной $b = 1,2$ м. Определить силу избыточного гидростатического давления, действующего на криволинейную цилин-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	Выделить цель исследований, применить любой из методов математического аппарата для решения поставленной задачи;	дрическую поверхность вставки, если нижняя точка криволинейной поверхности находится на глубине $h = 2,5$ м. 2. Определить расход воды V, протекающей по горизонтальному трубопроводу, при следующих исходных данных: напор $H = 4$ м, длина трубопровода $l = 52$ м, диаметр трубопровода $d = 100$ мм, абсолютная шероховатость стенок трубопровода $\Delta = 1$ мм, температура воды $t = 20$ °С. Угол открытия пробкового крана 20°. Построить напорную и пьезометрическую линии. 3.
Владеть	Навыками проведения анализа исходных параметров моделируемой системы; Навыками проведения анализа исходных параметров моделируемой системы, выбора факторов, определяющих параметров; Навыками проведения анализа исходных параметров моделируемой системы, выбора факторов, определяющих параметров, проводить моделирование и обработку результатов исследований;	Пример задания на решение задач из профессиональной области: 1. Жидкость движется по трубопроводу, состоящему из двух участков труб разного диаметра. На первом участке трубы диаметром 100 мм, скорость течения 50 см/с, на втором участке скорость течения 20 см/с. Каков диаметр трубы на втором участке? 2. Из открытого резервуара через круглое отверстие диаметром $d = 4,5$ см в его стенке требуется пропустить расход воды $V = 6$ л/с. Определить: а) какой напор H обеспечит заданный расход; б) как изменится расход, если к отверстию присоединить внешний цилиндрический насадок диаметром $d = 4,5$ см при вычисленном напоре H. 3. Как изменится расход, если к отверстию диаметром 5 см присоединить внешний цилиндрический насадок того же диаметра? Напор над центром отверстия 1,2 м. Каким должен быть напор, чтобы расход, проходящий через насадок остался таким же, что и через отверстие?

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

Для получения зачета по дисциплине студент должен показать следующие знания, умения и навыки по использованию и внедрению результатов образовательной деятельности:

– на оценку **«зачтено»**:

1. Студент должен показать уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

2. Студент должен предоставить выполненное задание, в котором были бы отражены проблемы, касающиеся всех аспектов изучаемой дисциплины.

– на оценку **«не зачтено»**:

1. Студент не владеет терминологией изучаемой дисциплины;

2. Студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации изучаемой дисциплины;

3. Не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем : учебник / В.П. Тарасик. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. — 592 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011996-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1042658> (дата обращения: 13.10.2020). — Режим доступа: по подписке.

2.Высоцкий,Л.И.Математическоеифизическоемоделированиепотенциальныхтеченийжидкости:учебноепособие/Л.И.Высоцкий,Г.Р.Коперник,И.С.Высоцкий.—2-еизд.,испр.—Санкт-Петербург:Лань,2014.—64с.—ISBN978-5-8114-1554-0.—Текст:электронный//Лань:электронно-библиотечнаясистема.—URL:<https://e.lanbook.com/book/44842>(датаобращения:30.09.2020).—Режимдоступа:дляавториз.пользователей.

б) Дополнительная литература

1.Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2019. - 398 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01167-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010810> (дата обращения: 13.10.2020). — Режим доступа: по подписке.

Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / Б. А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1392-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5107> (дата обращения: 13.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3.Леушин, И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник / И.О. Леушин. - М. : Форум : НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 208 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-91134-732-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1012428> (дата обращения: 13.10.2020). — Режим доступа: по подписке.

в) Перечень методических указаний

1. Копцев, В.В. Статистическая обработка результатов теплофизического эксперимента: Метод. указания. / В.В.Копцев, В.Ф.Толмачева, А.П. Морозов - Магнитогорск, ГОУ ВПО «МГТУ», 2011. - 22 с.

2. Матвеева, Г.Н. Экспериментальное исследование процессов теплообмена: учебное пособие /Г.Н. Матвеева, Ю.И Тартаковский, Б.К. Сеничкин - Магнитогорск : ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2011. - 57 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Comsol Multiphysics Academic Class	К-69-14 от 18.09.2014	бессрочно

FARManager	Свободно рас-	бессрочно
MathCADv.15EducationUniversity Edition	Д-1662-13от22.11.2013	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of Science»	http://webofscience.com

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступов в электронную информационно-образовательную среду университета