

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

Направление подготовки/специальность: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое и компьютерное моделирование

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Непрерывные математические модели**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гриценко С.А.
	Идентификатор	R377574cf-GritsenkoSA-232ed480

С.А.
Гриценко

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черепова М.Ф.
	Идентификатор	R9267877e-CherepovaMF-dbb9bf1

М.Ф.
Черепова

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зубков П.В.
	Идентификатор	R4920bc6f-ZubkovPV-8172426c

П.В. Зубков

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики
ИД-1 Демонстрирует знание современных методов исследования свойств математических и информационных моделей
ИД-2 Использует и применяет углубленные знания для решения задач фундаментальной и прикладной математики
2. ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач
ИД-1 Выбирает и применяет современные математические методы решения прикладных задач
3. ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности
ИД-1 Демонстрирует знание основных математических моделей и понимание принципов их построения
ИД-2 Использует и модифицирует математические модели прикладных задач

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Расчет модели одномерного движения газа (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Расчет моделей распространения тепла в сплошной среде (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Основные математические модели газовой динамики (Контрольная работа)
2. Основные понятия механики сплошной среды (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Методы построения математических моделей					
Методы построения математических моделей		+	+		

Принципы построения и исследования математических моделей на основе моделей механики сплошной среды				
Принципы построения и исследования математических моделей на основе моделей механики сплошной среды		+		
Математические модели газовой динамики				
Математические модели газовой динамики			+	
Построение разностных схем и численная реализация математических моделей				
Построение разностных схем и численная реализация математических моделей				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	4	14	16
Изучение литературы		+		
Выполнение задания, анализ результатов			+	
Оформление текста курсовой работы и графического материала				+
Вес КМ:		30	50	20

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-1	ИД-1 _{ОПК-1} Демонстрирует знание современных методов исследования свойств математических и информационных моделей	Знать: теорию сходимости вычислительных методов	Расчет моделей распространения тепла в сплошной среде (Лабораторная работа)
ОПК-1	ИД-2 _{ОПК-1} Использует и применяет углубленные знания для решения задач фундаментальной и прикладной математики	Знать: математический аппарат тензорной алгебры Уметь: исследовать аппроксимацию и устойчивость разностной схемы	Основные понятия механики сплошной среды (Контрольная работа) Расчет моделей распространения тепла в сплошной среде (Лабораторная работа)
ОПК-2	ИД-1 _{ОПК-2} Выбирает и применяет современные математические методы решения прикладных задач	Уметь: реализовывать численно математическую модель	Расчет модели одномерного движения газа (Лабораторная работа)
ОПК-3	ИД-1 _{ОПК-3} Демонстрирует знание основных математических моделей и понимание принципов их построения	Знать: основные математические модели гидродинамики, газовой динамики, теории упругости	Расчет модели одномерного движения газа (Лабораторная работа)
ОПК-3	ИД-2 _{ОПК-3} Использует и модифицирует	Уметь: выводить уравнения	Основные математические модели газовой динамики (Контрольная работа)

	математические модели прикладных задач	математических моделей на основе известных классических законов	
--	---	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основные понятия механики сплошной среды

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа на 45 минут по вариантам, содержит теоретический вопрос и задачу

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на проверку знания математического аппарата тензорной алгебры

Контрольные вопросы/задания:

Знать: математический аппарат тензорной алгебры	1.Сформулировать основные гипотезы, положенные в основу моделей механики сплошной среды 2.Определить понятие тензора и его валентности 3.Что такое метрический тензор 4.Как связаны ковариантный и контравариантный базисы 5.Является ли билинейная функция тензором
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Основные математические модели газовой динамики

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа по вариантам на 45 минут, содержит один теоретический вопрос и одну задачу

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку умения выводить уравнения математических моделей на основе известных классических законов

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выводить уравнения математических моделей на основе известных классических законов	1. Вывести уравнение неразрывности в переменных Эйлера в дифференциальной форме 2. Дано описание движения среды в переменных Эйлера. Перейти к описанию движения в переменных Лагранжа 3. Вывести уравнение неразрывности в переменных Лагранжа в дифференциальной форме 4. Построить замкнутую систему уравнений газовой динамики для идеального газа, добавив уравнения состояния 5. Написать уравнение энергии для изотермического процесса
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Расчет моделей распространения тепла в сплошной среде

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Лабораторная работа по вариантам на два часа

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знания теории сходимости вычислительных методов и умения исследовать аппроксимацию и устойчивость разностной схемы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: теорию сходимости вычислительных методов	1. Что такое порядок аппроксимации разностного соотношения? 2. Что означает устойчивость разностной схемы?
---	---

	3.Что означает сходимость разностной схемы? 4.Какие схемы называются консервативными? 5.Что такое плохо обусловленная система линейных алгебраических уравнений?
Уметь: исследовать аппроксимацию и устойчивость разностной схемы	1.Построить пространственно-временную сетку так, чтобы выполнялось условие устойчивости 2.Составить явную разностную схему и выписать формулы для нахождения значений приближенного решения задачи 3.Для сравнения вычислить значение аналитического решения в точках сетки 4.Составить разностную схему для задачи с переменным коэффициентом теплопроводности 5.Выполнить расчеты по разностной схеме

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Расчет модели одномерного движения газа

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Лабораторная работа на два часа, защита лабораторной работы в виде устного опроса

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знания основных математических моделей гидродинамики, газовой динамики, теории упругости и умения реализовывать численно математическую модель

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные математические модели гидродинамики, газовой динамики, теории упругости	1.Опишите систему уравнений одномерного движения газа. Что такое лагранжевы массовые переменные? 2.Как связаны между собой модель радиоактивного распада и модель популяций Мальтуса?
---	--

	3.Приведите пример иерархического принципа построения математической модели 4.Что такое автомодельное решение? 5.Что представляет собой решение задачи о поршне, выдвигаемом из газа?
Уметь: реализовывать численно математическую модель	1.Постройте явную разностную схему для расчета одномерного течения газа 2.Как добиться однородности разностной схемы с помощью введения искусственной вязкости? 3.Выберите пространственную и временную сетку так, чтобы выполнялось условие устойчивости 4.Проведите расчеты по схеме, проведите анализ с помощью полученных графиков 5.Постройте неявную разностную схему и проведите по ней расчеты, используя Зейделевский итерационный процесс

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Процедура проведения

Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-1} Демонстрирует знание современных методов исследования свойств математических и информационных моделей

Вопросы, задания

1. Выведение априорной оценки решения с помощью принципа максимума
2. Плохо обусловленная система линейных алгебраических уравнений
3. Как найти число обусловленности
4. Необходимое и достаточное условие сходимости метода простой итерации решения системы алгебраических уравнений
5. Составление разностной схемы для краевой задачи и вычисление порядка аппроксимации

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как найти число обусловленности системы линейных алгебраических уравнений
Ответы:
Привести формулу
Верный ответ: Норму матрицы системы умножить на норму обратной матрицы
2. Какая система линейных алгебраических является плохо обусловленной
Ответы:
Привести связь с числом обусловленности
Верный ответ: Число обусловленности много больше 1

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-1} Использует и применяет углубленные знания для решения задач фундаментальной и прикладной математики

Вопросы, задания

1. Вычисление порядка аппроксимации заданной разностной формулы.
2. Связь аппроксимации и устойчивости разностной с ее сходимостью
3. Влияние нарушения консервативности разностной схемы на ее устойчивость
4. Какие тензоры используются в уравнениях механики сплошной среды
5. Приведение тензора к главным осям

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Теорема о сходимости разностной схемы
Ответы:
формулировка
Верный ответ: Из аппроксимации и устойчивости разностной схемы следует её сходимость

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-2} Выбирает и применяет современные математические методы решения прикладных задач

Вопросы, задания

1. Составление программного кода для реализации выбранного метода
2. Выбор наиболее подходящего метода решения полученной системы алгебраических уравнений

Материалы для проверки остаточных знаний

1. какой метод подходит для решения нелинейной системы алгебраических уравнений
- Ответы:

1. Метод Гаусса
2. Метод прогонки
3. Метод Зейделя

Верный ответ: 3. Метод Зейделя

4. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-3} Демонстрирует знание основных математических моделей и понимание принципов их построения

Вопросы, задания

1. Модель радиоактивного распада
2. Модель популяций Мальтуса
3. Модель истечения газа в вакуум
4. Модель движения газа в трубке с поршнем
5. Модель движения грунтовых вод
6. Модель распространения тепла в стене

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие физические законы лежат в основе системы уравнений газовой динамики?

Ответы:

Закон сохранения массы Закон сохранения импульса Закон сохранения энергии

Верный ответ: Закон сохранения массы Закон сохранения импульса Закон сохранения энергии

5. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-3} Использует и модифицирует математические модели прикладных задач

Вопросы, задания

1. Вывод уравнения неразрывности на основе закона сохранения массы
2. Вывод уравнения движения на основе закона сохранения импульса
3. Вывод уравнения энергии на основе закона сохранения энергии

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое уравнения состояния и для чего они нужны?

Ответы:

1) уравнения состояния описывают параметры конкретной сплошной среды. Нужны для получения замкнутой системы уравнений 2) уравнения состояния описывают состояние сплошной среды в данный момент времени. Нужны для упрощения модели

Верный ответ: уравнения состояния описывают параметры конкретной сплошной среды. Нужны для получения замкнутой системы уравнений

2. Когда удобно использовать лагранжевы массовые переменные?

Ответы:

1. Например, когда граница области сама двигается и является неизвестной функцией 2. Например, когда исследуется течение газа в трубе между двумя фиксированными сечениями разного диаметра

Верный ответ: 1. Например, когда граница области сама двигается и является неизвестной функцией

3. Какое уравнение энергии можно использовать для изотермического течения газа

Ответы:

Написать уравнение

Верный ответ: $T = \text{const}$

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

Для курсового проекта/работы:

3 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

На защите курсовой работы обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по представленной расчетно-пояснительной записке.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»