

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

Рабочая программа дисциплины
НЕПРЕРЫВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 8;
Часов (всего) по учебному плану:	288 часа
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	3 семестр - 16 часов;
Консультации	3 семестр - 16 часов;
Самостоятельная работа	3 семестр - 235,4 часа;
в том числе на КП/КР	3 семестр - 15,7 часов;
Иная контактная работа	3 семестр - 4 часа;
включая: Контрольная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсовой работы	3 семестр - 0,3 часа;
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,6 часа

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гриценко С.А.
	Идентификатор	R377574cf-GritsenkoSA-232ed48f

(подпись)

С.А. Гриценко

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

М.Ф. Черепова

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

П.В. Зубков

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении математических моделей движения упругих тел, жидкостей, газов и методов их решения

Задачи дисциплины

- изучение основных понятий, общих свойств и законов движения сплошной среды;
- изучение принципов построения математических моделей на основе физических законов, применения аналогий, вариационных принципов;
- изучение методов анализа и решения построенных математических моделей.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ИД-1 _{ОПК-1} Демонстрирует знание современных методов исследования свойств математических и информационных моделей	знать: - теорию сходимости вычислительных методов.
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	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.
ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ИД-1 _{ОПК-2} Выбирает и применяет современные математические методы решения прикладных задач	уметь: - реализовывать численно математическую модель.
ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-3} Демонстрирует знание основных математических моделей и понимание принципов их построения	знать: - основные математические модели гидродинамики, газовой динамики, теории упругости.
ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ИД-2 _{ОПК-3} Разрабатывает и анализирует математические модели прикладных задач	уметь: - выводить уравнения математических моделей на основе известных классических законов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Математическое и компьютерное моделирование (далее – ОПОП), направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать линейную алгебру, математический анализ, дифференциальные уравнения, численные методы в объеме бакалавриата

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Методы построения математических моделей	60	3	6	4	-	-	-	-	-	-	50	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методы построения математических моделей"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Методы построения математических моделей и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр 22-64,</p>	
1.1	Методы построения математических моделей	60		6	4	-	-	-	-	-	-	50	-		
2	Принципы построения и исследования математических моделей на основе моделей механики сплошной среды	58		4	4	-	-	-	-	-	-	-	50	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Принципы построения и исследования математических моделей на основе моделей механики сплошной среды"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Принципы построения и исследования математических моделей на основе моделей механики сплошной среды и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр 25-63</p>
2.1	Принципы построения и исследования математических моделей на основе моделей механики сплошной среды	58		4	4	-	-	-	-	-	-	-	50	-	
3	Математические модели газовой динамики	58		4	4	-	-	-	-	-	-	-	50	-	
3.1	Математические	58	4	4	-	-	-	-	-	-	-	50	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Математические модели газовой динамики"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для</p>	

	модели газовой динамики												выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Математические модели газовой динамики" материалу. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр 66-72 [4], стр 482-501 [5], стр 272-283 [6], стр 272-283 [7], стр 482-501 [8], стр 66-72
4	Построение разностных схем и численная реализация математических моделей	75.7	2	4	-	-	-	-	-	-	69.7	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Построение разностных схем и численная реализация математических моделей" материалу. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр 192 -- 211
4.1	Построение разностных схем и численная реализация математических моделей	75.7	2	4	-	-	-	-	-	-	69.7	-	
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	Всего за семестр	288.0	16	16	-	16	-	4	-	0.6	235.4	-	
	Итого за семестр	288.0	16	16	-	16	-	4	-	0.6	235.4	-	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Методы построения математических моделей

1.1. Методы построения математических моделей

Построение математической модели на основе фундаментальных законов природы. Применение аналогий. Модель радиоактивного распада и линейная модель популяций Мальтуса. Иерархический подход к получению моделей. Вариационные принципы построения математических моделей. Нелинейная модель популяций Мальтуса. Модели движения грунтовых вод в пористой среде. Модели распространения тепла в сплошной среде.

2. Принципы построения и исследования математических моделей на основе моделей механики сплошной среды

2.1. Принципы построения и исследования математических моделей на основе моделей механики сплошной среды

Основные гипотезы. Подход Эйлера и поход Лагранжа к изучению движения сплошной среды. Связь между эйлеровыми и лагранжевыми переменными. Уравнение неразрывности. Уравнения движения. Замкнутые системы уравнений для простейших математических моделей гидрогазодинамики и теории упругости.

3. Математические модели газовой динамики

3.1. Математические модели газовой динамики

Основные понятия термодинамики. Интегральная и дифференциальная форма уравнений газовой динамики в переменных Эйлера и Лагранжа. Уравнения одномерного движения газа. Лагранжевы массовые переменные. Контактные разрывы и ударные волны.

4. Построение разностных схем и численная реализация математических моделей

4.1. Построение разностных схем и численная реализация математических моделей

Задача о поршне. Семейство разностных схем. Реализация полностью консервативной схемы газовой динамики.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Расчет моделей распространения тепла в сплошной среде;
2. Расчет модели одномерного движения газа.

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части заданий раздела "Методы построения математических моделей"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые

консультации разбираются наиболее важные части заданий раздела "Принципы построения и исследования математических моделей на основе моделей механики сплошной среды"

3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части заданий раздела "Математические модели газовой динамики"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части заданий раздела "Построение разностных схем и численная реализация математических моделей"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Методы построения математических моделей"
2. Консультации проводятся по разделу "Принципы построения и исследования математических моделей на основе моделей механики сплошной среды"
3. Консультации проводятся по разделу "Математические модели газовой динамики"
4. Консультации проводятся по разделу "Построение разностных схем и численная реализация математических моделей"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 3 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Исследование математических моделей и их численная реализация

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 14	15 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	30	50	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	30	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Изучение литературы
2	Выполнение задания, анализ результатов
3	Оформление текста курсовой работы и графического материала

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
теорию сходимости вычислительных методов	ИД-1 _{ОПК-1}			+		Лабораторная работа/Расчет моделей распространения тепла в сплошной среде
математический аппарат тензорной алгебры	ИД-2 _{ОПК-1}	+				Контрольная работа/Основные понятия механики сплошной среды
основные математические модели гидродинамики, газовой динамики, теории упругости	ИД-1 _{ОПК-3}				+	Лабораторная работа/Расчет модели одномерного движения газа
Уметь:						
исследовать аппроксимацию и устойчивость разностной схемы	ИД-2 _{ОПК-1}			+		Лабораторная работа/Расчет моделей распространения тепла в сплошной среде
реализовывать численно математическую модель	ИД-1 _{ОПК-2}				+	Лабораторная работа/Расчет модели одномерного движения газа
выводить уравнения математических моделей на основе известных классических законов	ИД-2 _{ОПК-3}	+	+			Контрольная работа/Основные математические модели газовой динамики

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

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)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

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

Курсовая работа (КР) (Семестр №3)

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

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Самарский, А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов . – 2-е изд., испр . – М. : Физматлит, 2001 . – 320 с. - ISBN 5-922101-20-X .;
2. Самарский, А. А. Разностные методы решения задач газовой динамики : Учебное пособие для вузов по специальности "Прикладная математика" / А. А. Самарский, Ю. П. Попов . – 3-е изд., доп . – М. : Наука, 1992 . – 424 : 21.60 .;
3. Седов, Л. И. Механика сплошной среды: Т.1. : Учебник для университетов / Л. И. Седов . – М. : Наука, 1970 . – 492 с.;
4. Амосов, А. А. Вычислительные методы : учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова . – 4-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2014 . – 672 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1623-3 .;
5. Казенкин, К. О. Численное решение задач математической физики. Нестационарные уравнения : учебно-методическое пособие по курсу "Вычислительные методы" по всем направлениям подготовки / К. О. Казенкин, О. А. Амосова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. :

Изд-во МЭИ, 2016 . – 36 с.

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8121;

6. Самарский, А. А. Численные методы : Учебное пособие для вузов по специальности "Прикладная математика" / А. А. Самарский, А. В. Гулин . – М. : Наука, 1989 . – 432 с. - ISBN 5-02-013996-3 .;

7. Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В.- "Вычислительные методы", (4-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2014 - (672 с.)

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42190;

8. Самарский А. А., Михайлов А. П.- "Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры", (2-е изд.), Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2005 - (320 с.)

https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59285.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Python.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-808, Учебная аудитория	стол учебный, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-710а, Учебная аудитория каф. МКМ	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-808, Учебная аудитория	стол учебный, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-710а, Учебная аудитория каф. МКМ	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-714, Преподавательская	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для

	каф. МКМ	одежды, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-713/1, Учебно-научная лаборатория каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, книги, учебники, пособия

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Непрерывные математические модели

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основные понятия механики сплошной среды (Контрольная работа)
 КМ-2 Основные математические модели газовой динамики (Контрольная работа)
 КМ-3 Расчет моделей распространения тепла в сплошной среде (Лабораторная работа)
 КМ-4 Расчет модели одномерного движения газа (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Методы построения математических моделей					
1.1	Методы построения математических моделей		+	+		
2	Принципы построения и исследования математических моделей на основе моделей механики сплошной среды					
2.1	Принципы построения и исследования математических моделей на основе моделей механики сплошной среды			+		
3	Математические модели газовой динамики					
3.1	Математические модели газовой динамики				+	
4	Построение разностных схем и численная реализация математических моделей					
4.1	Построение разностных схем и численная реализация математических моделей					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Непрерывные математические модели

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

КМ-1 Соблюдение графика выполнения КР

КМ-2 Оценка выполнения раздела 2

КМ-3 Качество оформления КР

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	14	16
1	Изучение литературы		+		
2	Выполнение задания, анализ результатов			+	
3	Оформление текста курсовой работы и графического материала				+
Вес КМ, %:			30	50	20