

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.02.01.01 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ

Современные алгоритмы для исследования
математических моделей

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

01.04.02.01 Математическое моделирование

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

д.ф.-м.н., профессор, Адрианов А.Л.

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целями изучения дисциплины являются: подготовка студентов магистратуры в области прикладной математики, механики и информатики до уровня, сравнимого с аспирантами и соискателями степени PhD зарубежных вузов; формирование универсальных и профессиональных компетенций, которыми обязан владеть будущий элитный специалист в избранной сфере деятельности; студенты магистратуры должны получить необходимую эрудицию в области существующих современных алгоритмов для исследования математических моделей (ММ); научиться практическим основам применения современных методов вычислительной математики, включая выбор математической модели, алгоритмизацию задачи и разработку программного обеспечения (ПО) (в перспективе адаптацию существующего ПО под суперЭВМ), а также использование средств компьютерной (машинной) алгебры.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины являются: в процессе изучения дисциплины студенты магистратуры должны усвоить необходимые разделы современного численного анализа, научиться: выбирать математическую модель физического процесса, конструировать наиболее точные и экономичные вычислительные методы и алгоритмы решения многочисленных задач механики, физики, гидрогазодинамики, экономики, экологии; усвоить основы современных машинных (ЭВМ) методов решения прикладных математических задач и т. п.; обеспечить межпредметную связь ранее изучаемых дисциплин, таких как: математический анализ, уравнения математической физики, функциональный анализ, методы вычислений, дискретная математика, программирование, общая физика и теоретическая механика.

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-1: Способен разрабатывать и исследовать математические модели, методы и алгоритмы по тематике проводимых исследований	
ПК-1.1: Обладает достаточными фундаментальными теоретическими и практическими знаниями математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий для проведения в конкретной области профессиональной	

деятельности	
ПК-1.2: Решает научные задачи в соответствии с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой	

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1,06 (38)	
занятия лекционного типа	0,53 (19)	
практические занятия	0,53 (19)	
Самостоятельная работа обучающихся:	1,94 (70)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Исторический очерк развития ЭВМ									
	1. Исторический очерк развития средств вычислительной техники и вычислительных методов в нашей стране и за рубежом. Классы решаемых задач. Сопоставление характерных скоростей природных физических (физиологических) процессов со скоростью выполнения операций с плавающей точкой различных ЭВМ. Возможность математического моделирования некоторых задач в реальном времени. СуперЭВМ. Связь данной дисциплины с соседними и читаемыми ранее. В чем отличие данного курса от классического «численного анализа»? Цели и задачи курса.	2							
	2.							10	
2. Практические вычисления в задачах линейной алгебры									

<p>1. Точность задания коэффициентов в уравнениях (коэффициентов матриц). Примеры из линейной алгебры и механики. Техническая (машинная) точность. Представление чисел на ЭВМ; разрядная сетка ЭВМ; фиксированная и плавающая машинные арифметики; арифметика с плавающей точкой (логарифмическая погрешность). Вычисление машинного эпсилон. Понятие достаточной точности с учетом различных ограничений.</p>	3							
<p>2. Где возникают системы линейных уравнений? Механическая интерпретация алгоритма Гаусса. Нормы векторов и матриц. Норма линейного оператора. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Определитель и число обусловленности квадратной матрицы, различные их сочетания. Число обусловленности как характеристика СЛАУ. Особенности решения плохо обусловленных линейных систем. Задача о наилучшем квадратичном приближении заданной функции алгебраическим многочленом. Оценка степенного базиса, теорема Мюнца. Особенности итерационных методов решения СЛАУ и уточнения обратной матрицы: примеры алгоритмической и программной реализации.</p>	2							
3.							20	
3. Алгоритмы								

1. Алгоритмы. Характеристические свойства алгоритмов. Простейшие примеры алгоритмов. Рекурсия и итерация (примеры: метод прогонки, итерационные методы решения системы нелинейных уравнения и СЛАУ). Специальные формы описания алгоритмов. Основные понятия программирования. Объекты. Сорта объектов.	2							
2. Операции. Вычислительные структуры. Переходы между сортами. Формулы. Обозначения параметров. Деревья, формуляры, параллельные вычисления, подпроцессы. Разностные алгоритмов в вычислительной механике жидкости и газа. Программная реализация алгоритмов в средах «Delphi (Pascal)», «Fortran+IMSL», «MathCAD».	2							
3. Знакомство и изучение оболочки (системы) MathCAD, встроенной графики, Quicksheets (быстрые листы), help (помощь)			1					
4. Представление чисел на ЭВМ; разрядная сетка ЭВМ; арифметика с плавающей точкой (логарифмическая погрешность); вычисление машинного эпсилон			1					
5. Представление в MathCAD векторов и матриц; различные методы и способы (в рамках MathCAD) решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений; реализация методов многочленной интерполяции и аппроксимации функций, решение плохо обусловленных СЛАУ			2					

6. Алгоритмы и их частный случай – программы для ЭВМ; примеры машинной реализации алгоритмов; использование функции «programming» в системе MathCAD для этих целей. Программная реализация А. в средах «Delphi (Pascal)», «Fortran+IMSL», «MathCAD»			2					
7.							20	
4. Теория разностных схем								
1. Системы уравнений, используемые в численных методах. Модельные уравнения. Сетки и их разновидности, сеточные функции. Разностная аппроксимация простейших дифференциальных операторов. Примеры разностных схем. Явные и неявные разностные схемы. Свойства разностных схем. Свойство консервативности разностной схемы. Сходимость разностной схемы.			2					
2. Аппроксимация разностной схемы. Устойчивость разностной схемы. Зависимость между аппроксимацией, устойчивостью и сходимостью в линейном случае (теорема Лакса). Устойчивость. Спектральный анализ устойчивости. Анализ устойчивости разностных схем для простейшего уравнения диффузии. Анализ устойчивости разностных схем для простейшего уравнения переноса. Условие устойчивости Куранта- Фридрихса-Леви.			2					

<p>3. Решение многомерных задач (общие сведения). Методы расщепления и их разновидности. Метод С.К. Годунова. Метод дробных шагов Н.Н. Яненко. Замечание об экономичности разностной схемы. Метод прямых (общие сведения). Разностно-аналитические методы. Использование систем компьютерной алгебры (Reduce, Maple, Mathcad) для редукции исходной задачи для уравнений в частных производных к задаче Коши для системы ОДУ.</p>	2							
<p>4. Понятие элемента наилучшего приближения. Чебышевская система функций (примеры). Понятие чебышевского подпространства. Теоремы Хаара, Мэрхьюбера, обобщенная теорема Чебышева (теорема об альтернансе). Примеры применения теоремы Чебышева. Многочлены Чебышева. Приближение с помощью интерполяционных многочленов. Фундаментальные интерполяционные многочлены. Теорема Вейерштрасса. Приближение элементов различных функциональных компактов. Строгая формализация явления насыщения. Компакт насыщения, погрешность насыщения; насыщаемость вычислительного алгоритма, как его дефект. Простейшие примеры насыщаемых и ненасыщаемых алгоритмов. Спектральные методы как пример ненасыщаемых алгоритмов.</p>	2							

5. Модельные уравнения; разностная аппроксимация простейших дифференциальных операторов на практических примерах с вычислительным подтверждением их теоретического порядка аппроксимации; явные и неявные разностные схемы (РС); сходимость РС; аппроксимация РС на примерах (практическое доказательство, в частности, в системе MathCAD с использованием функции «series» (symbolicmath)); спектральный признак устойчивости РС (практическое доказательство устойчивости РС, в частности, в системе MathCAD); анализ устойчивости РС для простейшего уравнения переноса; условие устойчивости Куранта- Фридрихса- Леви (КФЛ)			5					
6. математическое моделирование и анализ численных решений уравнения переноса с переменной, зависящей от координат и времени $V(x,t)$, скоростью; анализ устойчивости РС для простейшего уравнения диффузии; математическое моделирование и анализ численных решений уравнения диффузии с различными краевыми условиями и их разностной аппроксимацией; анализ диссипативных и дисперсионных свойств конкретных РС; неявные РС и их реализация в системе MathCAD			6					
7. Элементы теории равномерных приближений. Фурье-аппроксимация различных функций в рамках системы MathCAD			2					
8.							20	
Всего	19		19				70	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Зализняк В.Е. Численные методы. Основы научных вычислений: учеб. пособие для бакалавров по спец. (напр.) подг. 010501 (010500.62) "Прикладная математика и информатика"(Москва: Юрайт).
2. Адрианов А. Л., Блинов А. Н., Матвеев А. Д., Гапоненко Ю. А. Современные вычислительные алгоритмы для исследования математических моделей: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины (Красноярск: ИПК СФУ).
3. Марчук Г. И. Методы вычислительной математики: учебное пособие (Москва: Лань).
4. Самарский А. А. Теория разностных схем(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Методика проведения занятий предусматривает использование технических средств (проекторы, интерактивные доски), обеспеченных соответствующим программным обеспечением. Применяется вычислительная техника и программная среда MathCAD (версия 14 или 15).

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Учебная и научная литература по курсу. Компьютерные демонстрации, связанные с программой курса, технические возможности для их просмотра. Наличие компьютерных программ общего назначения.

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Аудитория должна быть оборудована современным видеопроеционным оборудованием для презентаций, вычислительной техникой, а также иметь интерактивную доску или доску для письма маркерами.

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, в зависимости от нозологий, осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.