

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Базовая кафедра  
математического моделирования  
и процессов управления**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Базовая кафедра математического  
моделирования и процессов  
управления**

наименование кафедры

**В.К. Андреев**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
СОВРЕМЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

Дисциплина	<b>Б1.В.ДВ.02.01.01 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ</b> Современные алгоритмы для исследования математических моделей
Направление подготовки / специальность	01.04.02 Прикладная математика и информатика Магистерская программа 01 04 02 01 Математическое моделирование
Направленность (профиль)	
Форма обучения	очная
Год набора	2021

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

010000 «МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 01.04.02 Прикладная математика и информатика

---

Магистерская программа 01.04.02.01 Математическое моделирование

---

Программу д.ф.-м.н., профессор, Адрианов А.Л.  
составили

## **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

<b>ПК-1:Способен разрабатывать и исследовать математические модели, методы и алгоритмы по тематике проводимых исследований</b>
--

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

### 1.5 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)	Семестр
		1
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,06 (38)</b>	<b>1,06 (38)</b>
занятия лекционного типа	0,53 (19)	0,53 (19)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,53 (19)	0,53 (19)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,94 (70)</b>	<b>1,94 (70)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Исторический очерк развития ЭВМ	2	0	0	10	
2	Практические вычисления в задачах линейной алгебры	5	0	0	20	
3	Алгоритмы	4	6	0	20	
4	Теория разностных схем	8	13	0	20	
Всего		19	19	0	70	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>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.</p>	2	0	0
2	2	<p>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	0	0

3	2	<p>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	0	0
---	---	---	---	---	---



4	3	<p>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. Сорты объектов.</p>	2	0	0
5	3	<p>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».</p>	2	0	0

6	4	<p>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.</p>	2	0	0
7	4	<p>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.</p>	2	0	0

8	4	<p>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	0	0
---	---	--	---	---	---

9	4	<p>Понятие элемента наилучшего приближения.</p> <p>Чебышевская система функций (примеры).</p> <p>Понятие чебышевского подпространства.</p> <p>Теоремы Хаара, Мэрхьюбера, обобщенная теорема Чебышева (теорема об альтернансе). Примеры применения теоремы Чебышева. Многочлены Чебышева.</p> <p>Приближение с помощью интерполяционных многочленов.</p> <p>Фундаментальные интерполяционные многочлены. Теорема Вейерштрасса.</p> <p>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.</p> <p>Спектральные методы как пример ненасыщаемых алгоритмов.</p>	2	0	0
Всего			10	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	3	Знакомство и изучение оболочки (системы) MathCAD, встроенной графики, Quicksheets (быстрые листы), help (помощь)	1	0	0
2	3	Представление чисел на ЭВМ; разрядная сетка ЭВМ; арифметика с плавающей точкой (логарифмическая погрешность); вычисление машинного эпсилон	1	0	0
3	3	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	0	0
4	3	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	0	0

5	4	<p>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)</p>	5	0	0
---	---	---	---	---	---

6	4	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	0	0
7	4	Элементы теории равномерных приближений. Фурье-аппроксимация различных функций в рамках системы MathCAD	2	0	0
Всего			10	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 6.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	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, 2012
Л1.2	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, 2007
<b>6.2. Дополнительная литература</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Марчук Г. И.	Методы вычислительной математики: учебное пособие	Москва: Лань, 2009
Л2.2	Самарский А. А.	Теория разностных схем	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989

**7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Введение в математическое моделирование	<a href="https://www.intuit.ru/studies/courses/2260/156/info">https://www.intuit.ru/studies/courses/2260/156/info</a>
----	---	---



## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельная работа предусматривает три вида деятельности обучающегося: изучение теоретического курса, решение задач и работа на компьютере (ПК).

Для самостоятельного изучения теоретического материала используются учебники и учебные пособия, приведенные в списке литературы.

Для успешного освоения материала студентам магистратуры выдаются домашние контрольные задачи. Набор задач формируется лектором. Лектор проводит консультации по решению задач самостоятельной работы и проверяет корректность предложенных решений.

Также для самостоятельной работы студенту выдается домашнее задание, в которое включаются вопросы по теоретической части курса и типовые контрольные задания на компьютере.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации в зависимости от нозологии:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	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).
-------	---

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

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

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Аудитория должна быть оборудована современным видеопроекционным 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.