

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

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Базовая кафедра
вычислительных и
информационных технологий
(ВиИТ_ФМиИ)

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Базовая кафедра вычислительных
и информационных технологий
(ВиИТ_ФМиИ)

наименование кафедры

д.ф.-м.н., профессор Шайдуров
В.В.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Компьютерные методы решения задач
математической физики

Направление подготовки / 02.04.01 Математика и компьютерные науки
специальность Магистерская программа 02.04.01.01

Направленность
(профиль)

Математическое и компьютерное

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

020000 «КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ НАУКИ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 02.04.01 Математика и компьютерные науки Магистерская программа 02.04.01.01 Математическое и компьютерное моделирование

Программу канд. физ.-мат.наук, Доцент, Гилева Л.В.
составили

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Формирование у студентов знаний о наиболее употребляемых в настоящее время численных методов и приемов их алгоритмической реализации при решении многомерных задач механики сплошной среды.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачей изучения дисциплины является: получение теоретических знаний и практических навыков численного решения многомерных задач аэро- и гидродинамики, теории упругости и пластичности.

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

ПК-5:Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники	
Уровень 1	<ul style="list-style-type: none">- современные информационные технологии, информационные системы и ресурсы в области профессиональной деятельности;- основные понятия и методы математического моделирования;- существующие в настоящее время программные комплексы реализации сложных алгоритмов;
Уровень 1	<ul style="list-style-type: none">- разрабатывать и анализировать модели функционирования объектов и процессов;- разрабатывать математические и информационные модели и алгоритмы для решения прикладных задач;- адаптировать задачи из различных областей науки и практики для представления их в терминах дисциплины с использованием современного математического аппарата и информационных технологий;- выбирать необходимые методы анализа, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы и алгоритмы;
Уровень 1	<ul style="list-style-type: none">- фундаментальными знаниями в области математического, физического и программного моделирования;- навыками разработки алгоритмов для решения поставленных научных и практических задач профессиональной деятельности;- навыками применения информационно технологий для задач профессиональной деятельности;- навыками интерпретации результатов проведенного исследования при решении поставленных задач;

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной

программы

Дисциплина «Компьютерные методы решения задач математической физики» согласно учебному плану входит в число дисциплин по выбору вариативной части профессионального цикла по направлению 02.04.01 «Математика и компьютерные науки» магистерской программы 02.04.01.01 «Математическое и компьютерное моделирование».

Дисциплина изучается в третьем семестре магистратуры и продолжает формирование профессиональных компетенций студента.

При изучении дисциплины «Компьютерные методы решения задач математической физики» студенты, в соответствии с квалификационной характеристикой, должны использовать знания, полученные при изучении следующих дисциплин бакалаврской программы:

Математического и естественнонаучного цикла

Численные методы;

Языки и методы программирования;

Профессионального цикла

Дискретная математика;

Программирование;

Базы данных;

Архитектура ЭВМ;

Операционные системы;

Дифференциальные уравнения;

Уравнения математической физики;

Математическое моделирование;

Параллельное программирование.

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
		3
Общая трудоемкость дисциплины	5 (180)	5 (180)
Контактная работа с преподавателем:	1,06 (38)	1,06 (38)
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		
Самостоятельная работа обучающихся:	2,94 (106)	2,94 (106)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

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	Описание наиболее употребимых одномерных разностных схем и их обобщение на многомерный случай.	2	1	0	11	
2	Исследование свойств разностных методов многомерных задач.	2	2	0	12	
3	Экономические разностные схемы решения многомерных задач.	2	2	0	11	
4	Численные методы решения уравнений газовой динамики.	3	3	0	16	

5	Численные методы решения уравнений Навье-Стокса сжимаемого теплопроводного газа и несжимаемой жидкости.	3	3	0	16	
6	Конечно-разностные методы, метод конечных объемов, метод конечных элементов, метод граничных элементов, метод частиц в ячейках.	2	2	0	16	
7	Методы повышения точности решений.	3	3	0	12	
8	Реализация численных методов в современных математических пакетах Mathcad, Matlab.	2	3	0	12	
Всего		19	19	0	106	

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	Разностные схемы для одномерных уравнений переноса и диффузии.	1	0	0
2	1	Эффективные разностные схемы для многомерных уравнений переноса и диффузии.	1	0	0

3	2	Аппроксимация, устойчивость и сходимость. Требования к численным алгоритмам.	1	0	0
4	2	Разностные схемы для стационарных и нестационарных пространственных течений. Линеаризованные модели. Критерии устойчивости разностных схем.	1	0	0
5	3	Методы расщепления по направлениям и физическим процессам. Слабая аппроксимация.	1	0	0
6	3	Метод факторизации. Устойчивость схем в многомерном случае.	1	0	0
7	4	Разностные схемы С.К. Годунова для многомерных задач газовой динамики.	1	0	0
8	4	Сеточно-характеристический метод для численного решения уравнений газовой динамики.	1	0	0
9	4	Методы Бориса-Брука. TVD-схемы.	1	0	0
10	5	Уравнения Навье-Стокса для сжимаемой жидкости. Построение сеток.	1	0	0
11	5	Явный и неявный методы Мак-Кормака. Обзор других методов.	1	0	0
12	5	Уравнения Навье-Стокса для несжимаемой жидкости. Методы расщепления.	1	0	0
13	6	Методы конечных объёмов и конечных элементов.	1	0	0

14	6	Методы граничных элементов. Метод частиц в ячейках Харлоу.	1	0	0
15	7	Неравномерные сетки. Преобразование координат. Адаптивные сетки.	1	0	0
16	7	Схемы повышенного порядка точности. Аппроксимация на расширенном шаблоне.	1	0	0
17	7	Компактные схемы. Принципы построения. Многомерный случай.	1	0	0
18	8	Возможности численного решения задач газовой динамики в пакетах Maple, Mathcad и Matlab.	2	0	0
Итого			10	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Построение и исследование разностных схем для одномерных уравнений переноса и диффузии.	1	0	0
2	2	Требование к разностным схемам. Исследования на устойчивость разностных схем в одномерном случае.	1	0	0
3	2	Исследование на устойчивость в многомерном случае.	1	0	0
4	3	Расщепление по физическим процессам и пространственным переменным в многомерном случае дифференциальных уравнений и разностных схем.	2	0	0

5	4	Характеристики уравнений газовой динамики. Слабые и сильные разрывы.	1	0	0
6	4	Метод характеристик для задач газовой динамики.	1	0	0
7	4	Исследование методов Бориса-Брука и TVD-схем.	1	0	0
8	5	Методы построения подвижных схем.	1	0	0
9	5	Исследование методов Мак-Кормака	1	0	0
10	5	Методы расщепления и факторизации.	1	0	0
11	6	Вариационный метод Ритца. Проекционный метод Галёркина. Применение метода конечных элементов для нестационарных уравнений.	2	0	0
12	7	Метод Кранка-Николсона. Метод «предиктор-корректор»	1	0	0
13	7	Схемы повышенной точности.	1	0	0
14	7	Методы дробных шагов, разработанные Н.Н. Яненко.	1	0	0
15	8	Решение с помощью пакета Matlab задачи о распаде разрыва.	2	0	0
16	8	Визуализация результатов расчётов в пакете Matlab.	1	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					

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Распопов В.Е., Шайдуров В.В.	Компьютерные методы решения задач математической физики: [учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...02.04.01.01 Математическое и компьютерное моделирование, 02.04.01.02 Вычислительная математика]	Красноярск: СФУ, 2018

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	Ковеня В. М., Шокин Ю. И.	Алгоритмы расщепления при решении многомерных задач аэрогидродинамики: [монография]	Новосибирск: Издательство СО РАН, 2014
Л1.2	Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М.	Численные методы: Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов физико-математических специальностей высших учебных заведений	Москва: БИНОМ, 2015
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Рождественский Б. Л., Яненко Н. Н.	Системы квазилинейных уравнений и их приложений к газовой динамике: монография	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978
Л2.2	Марчук Г. И.	Методы расщепления: монография	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988
Л2.3	Марчук Г. И.	Методы вычислительной математики: учебное пособие	Москва: Лань, 2009

Л2.4	Годунов С. К., Забродин А. В., Иванов М. Я., Крайко А. Н., Прокопов Г. П., Годунов С. К.	Численное решение многомерных задач газовой динамики: монография	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1976
Л2.5	Рябенский В. С.	Введение в вычислительную математику: [учебное пособие]	Москва: Физматлит, 2000
Л2.6	Шокин Ю. И., Яненко Н. Н.	Метод дифференциального приближения: монография	Новосибирск: Наука. Сибирское отделение [СО], 1979
Л2.7	Толстых А. И., Белоцерковский О. М.	Компактные разностные схемы и их применение в задачах аэрогидродинамики: монография	Москва: Наука, 1990
Л2.8	Яненко Н. Н.	Метод дробных шагов решения многомерных задач математической физики: монография	Новосибирск: Наука. Сибирское отделение [СО], 1967
Л2.9	Самарский А. А., Вабищевич П. Н.	Вычислительная теплопередача	Москва: URSS, 2009
Л2.1 0	Каханер Д., Моулер К., Нэш С., Икрамов Х.Д.	Численные методы и программное обеспечение: пер. с англ.	Москва: Мир, 1998
Л2.1 1	Оран Э. С., Борис Дж. П., Зимонт В. Л., Чушкин П. И.	Численное моделирование реагирующих потоков: перевод с английского	Москва: Мир, 1990
Л2.1 2	Петров И. Б., Лобанов А. И.	Лекции по вычислительной математике: учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2006
Л2.1 3	Андерсон Д., Танненхил Д., Плетчер Р., Подвидза Г. Л.	Вычислительная гидромеханика и теплообмен: Т. 1: перевод с английского : в 2 томах	Москва: Мир, 1990
Л2.1 4	Андерсон Д., Танненхил Д., Плетчер Р., Подвидза Г. Л.	Вычислительная гидромеханика и теплообмен: Т. 2: перевод с английского : в 2 томах	Москва: Мир, 1990
Л2.1 5	Ковеня В. М., Яненко Н. Н., Шокин Ю. И.	Метод расщепления в задачах газовой динамики: монография	Новосибирск: Наука. Сибирское отделение [СО], 1981

Л2.1 6	Самарский А. А., Вабищевич П. Н.	Численные методы решения обратных задач математической физики: [учебное пособие]	Москва: Эдиториал УРСС, 2004
Л2.1 7	Косарев В.И.	12 лекций по вычислительной математике (вводный курс): учеб. пособие для вузов	, 2000
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Распопов В.Е., Шайдуров В.В.	Компьютерные методы решения задач математической физики: [учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...02.04.01.01 Математическое и компьютерное моделирование, 02.04.01.02 Вычислительная математика]	Красноярск: СФУ, 2018

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

Э1	Matlab	http://matlab.ru/products/matlab
Э2	Курсы и материалы по системе Mathcad	http://pts-russia.com/products/mathcad/learning-and-download.html

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

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

- более глубокую проработку лекционного материала;
- написание небольших иллюстрационных примеров, расширяющих лекционный материал.

Задания по написанию иллюстративных примеров даются в ходе лекций преподавателем, выполняются каждым студентом письменно и обсуждаются в аудитории после проверки.

Основной способ контроля самостоятельного изучения теоретического материала – коллективное обсуждение в аудитории, тестирование.

Основной способ контроля самостоятельной работы, связанной с подготовкой к лабораторным работам, – коллективное обсуждение в аудитории и индивидуальное собеседование при сдаче лабораторных работ.

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.

Формой промежуточного контроля по дисциплине является экзамен. Экзамен проводится в устной форме. Студенту предлагается билет, состоящий из двух теоретических вопросов. В фонде оценочных средств приведен список вопросов и примеры экзаменационных билетов. При недостаточно полном ответе студенту могут быть заданы дополнительные вопросы.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий;

- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на связанные вопросы.

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

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Математические пакеты Mathcad, Matlab.
-------	--

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Не требуется.
-------	---------------

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

Компьютерные класс, оборудованный маркерной, интерактивной или меловой доской.