Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Линник Оксана Владимировна
Должность: Руководитель СФТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 13.10.2023 15:47:50
Уникальный программный ключ:
d85fa2f259a0913da9b0829998589173642018 1f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Снежинский физико-технический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СФТИ НИЯУ МИФИ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Зам. руководителя по учебной
и научно-методической работе
П. О. Румянцев
«_____»_____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ НА НЕОРТОГОНАЛЬНЫХ СЕТКАХ
наименование дисциплины

Направление подготовки ____01.04.02 «Прикладная математика и информатика»__

Профиль подготовки «Математическое обеспечение компьютерных технологий»__

Наименование образовательной программы:_____

Квалификация (степень) выпускника: ____магистр_____

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения _____очная_____
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

г. Снежинск,
2022 г.

ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью учебной дисциплины __ *Численные методы решения задач математической физики на неортогональных сетках* является изучение студентами сведений и приобретение практических навыков, необходимых для разработки и исследования задач с использованием современных аппаратно-программных комплексов. Предметом дисциплины являются обратные и неправильные задачи математической физики, принципы их построения, анализа и решения, в том числе на неортогональных сетках.

Целями преподавания дисциплины являются:

- углубленное обучение будущих магистров технологии использования и создания математического обеспечения процесса проектирования;
- свободному владению современными методами вычислительной математики, их применению в задачах проектирования;
- приобретение навыков работы в современных интегрированных системах программирования для реализации численных методов оптимизации;
- приобретение навыков самостоятельного изучения отдельных тем дисциплины и решения типовых задач
- усвоение полученных знаний студентами, а также формирование у них мотивации к самообразованию за счет активизации самостоятельной познавательной деятельности

1. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина является вариативной специализированной профессионального цикла основной образовательной программы подготовки магистров по направлению 01.04.02 “Прикладная математика и информатика”. Курс «Численные методы решения задач математической физики на неортогональных сетках» связан с последующим изучением дисциплин профильного цикла.

Предшествующие дисциплины: математический анализ, дифференциальные уравнения, теоретическая механика. Знания, полученные при освоении дисциплины, необходимы для выполнения магистерской диссертации.

Изучение дисциплины осуществляется в ходе лекционных занятий с решением конкретных задач в различных информационных ситуациях на практических занятиях, в течение двух семестров (5-6 курс), в первом семестре производится промежуточная аттестация в виде зачета и процесс изучения завершается сдачей экзамена.

Требования к уровню освоения дисциплины:

- знать:
  способы построения и анализа свойств разностных схем;
  основные понятия теории разностных схем;
  методы разработки вычислительных алгоритмов решения современных задач математической физики;
- уметь:
  употреблять специальную математическую символику для постановки краевых задач,
  разрабатывать алгоритмы численного решения современных задач математической физики;
  анализировать результаты и оценивать погрешность численного решения;
- владеть:

практическим опытом решения краевых задач математической физики; навыками применения математических пакетов при численном решении прикладных задач.

2. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности
ОПК-4	Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности
ПК-1	Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива
ПК-2	Способен к разработке и внедрению наукоемкого программного обеспечения, способствующего решению передовых задач науки и техники на основе современных математических методах и алгоритмах
ПК-3	Способен развивать инновационный потенциал новых научных и научно-технологических разработок
ПК-9	Способен использовать современные информационные технологии в образовательной деятельности
ПК-10	Способен осуществлять подготовку и переподготовку кадров в области прикладной математики и информационных технологий

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр	Трудоем-кость, кредит	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Лабораторные/ Практич. занятия, час.	КСР, час.	СРС, час.	Форма контроля, Экз./зачет
2	4	252	36	36	0	36	экзамен
3	3	252	36	36	0	36	зачет

Занятия в интерактивной форме составляют 28 часов от общего объёма аудиторных занятий. Общая трудоемкость дисциплины составляет ___7___ кредитов, __252_____ часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Аттестация раздела *(неделя, форма)*	Текущий контроль успеваемости *(неделя, форма)*	Максимальный балл за раздел *
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	КСР			
2 семестр								
1	Основные понятия теории разностных схем	1-2	12	12				10
2	Методы решения нестационарных краевых задач	3-7	12	12				20
3	Методы решения стационарных краевых задач	8-12	12	12				20
Всего:			36	36	-	-	-	50
	Экзамен							50
	Итого за 2 семестр:							100
3 семестр								
4	Некоторые численные методы анализа математических моделей	1-6	18	18				25
5	Численное решение уравнений в частных производных	7-12	18	18				25
Всего:			36	36	-	-	-	50
	Зачет							50
	Итого за 3 семестр:							100

При сдаче отчетов и письменных работ проводится устное собеседование.

3.2. Содержание разделов дисциплины

Тема № 1. Основные понятия теории разностных схем

Методы построения и анализа разностных схем. Аппроксимация, устойчивость и сходимость. Аппарат дифференциальных приближений.

Тема № 2. Методы решения нестационарных краевых задач

Одномерные задачи. Явные и неявные разностные схемы. Схема Лакса для уравнения переноса. Схемы Лакса-Вендроффа и Дюфора для уравнений диффузии. Схема Кранка-Николсона для уравнения колебаний.

Многомерные задачи. Явные схемы, условия их устойчивости. Неявные экономичные схемы. Метод переменных направлений. Факторизованные схемы. Схемы с суммарной аппроксимацией. Локально-одномерные схемы.

Тема № 3. Методы решения стационарных краевых задач

Прямые методы. Методы преобразования Фурье. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Методы циклической редукции.

Итерационные методы. Явные и неявные итерационные методы. Итерационные параметры, анализ скорости сходимости. Многослойные итерационные схемы.

Тема № 4. Некоторые численные методы анализа математических моделей

Постановка и примеры задач проектирования. Структурно-параметрическое описание объекта. Модели функционирования. Математические модели. Последовательный анализ в задачах проектирования.

Решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений:

- Решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи, классификация задач.
- Метод стрельбы;
- метод стрельбы;
- метод сеток;
- метод прогонки;
- метод Галеркина.

Тема № 5. Численное решение уравнений в частных производных

- Постановка задачи. Классификация задач. Разностные схемы; общие по-нятия: сходимость, устойчивость, аппроксимация;
- решение задачи Коши для уравнения теплопроводности;
- разностные схемы для уравнений эллиптического и гиперболического типа;
- основные идеи метода конечных элементов; разбиение области и построение ансамбля. Численные процедуры;
- основные идеи метода граничных элементов. Постановка задач. Методы нулевого порядка. Описание методики.

4.3. Лабораторный практикум

1. Метод Рунге-Кутта;
2. Метод стрельбы;
3. Метод стрельбы для линейной краевой задачи;
4. Метод сеток (прогонка);
5. Метод Галеркина;
6. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа;
7. Решение параболической задачи;
8. Решение гиперболической задачи;

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистрантов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) **основная литература**:

- Савенкова Н.П., Проворова О.Г., Мокин А.Ю. Численные методы в математическом моделировании: Учеб. пособие – 2-е изд., испр. и доп. – М.: АРГАМАК-МЕДИА: ИНФРА-М, 2014. – 176 с. – (Прикладная математика, информатика, информационные технологии).

б) дополнительная литература:

- Гулин А.В., Мажорова О.С., Морозова В.А. Введение в численные методы в задачах и упражнениях: Учеб. пособие. – М.: АРГАМАК-МЕДИА: ИНФРА-М, 2014. – 368 с. – (Прикладная математика, информатика, информационные технологии).
- В.И. Крылов, В.В. Бобков, П.И. Монастырский. Вычислительные методы. Т. 2. – М.: Наука, 1977.– 399 с.
- Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: идеи. Методы. Примеры.– 2-е изд., испр.– М.: Наука : Физматлит, 2001. – 320с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

http://ibooks.ru/
http://e.lanbook.com/
http://www.biblio-online.ru/home;jsessionid=2e1f56dad5e63541356653818b3d?0
http://kuperbook.biblioclub.ru/
http://www.studentlibrary.ru/
http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN= BOOK

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Самостоятельная работа студентов составляет 28,57% от общего объёма занятий, предусмотренных рабочим учебным планом направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

Часы на самостоятельную работу распределяются равномерно на весь курс обучения. Разделы, выводимые на самостоятельное изучение в рамках лекционных и практических разделов, устанавливаются преподавателем на каждой неделе, в зависимости от скорости усвоения материала студентами. Темы для самостоятельного изучения оглашаются преподавателем в конце каждого занятия и заносятся студентами в график самостоятельной работы.

Текущий контроль успеваемости проводится посредством проверки домашних заданий и конспекта текущей лекции.

Аттестация раздела проводится в виде контрольной работы. Максимальный балл за каждый раздел установлен п.4. настоящей рабочей программы.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Мультимедийная аудитория (Л312). Компьютерный класс, оснащённый компьютерами с выходом в Интернет, а также принтером, сканером, ксероксом:

- Core Dual 2,4 МГц - 15 шт.
- Принтер HP LJ P3005 DN - 1 шт.
- Сканер HP SJ 4370 – 1 шт.
- Ноутбук Samsung
- Проектор ASER X1260
- Лицензионный комплекс программ ANSYS, установленный на компьютерах

9. Фонд оценочных средств

Банк данных теоретических вопросов

1. Виды краевых задач для основных типов уравнений с частными производными.
2. Способы построения конечно-разностных схем.
3. Сетка, сеточные функции и разностные отношения.
4. Основные понятия разностных схем: аппроксимация, устойчивость и сходимость.
5. Исследование аппроксимации схем методом рядов Тейлора.
6. Исследование устойчивости схем методом Неймана.
7. Анализ диссипативных свойств разностных схем с помощью их дифференциальных приближений.
8. Явные и неявные разностные схемы, свойства их устойчивости.
9. Построение схем для одномерных нестационарных задач.
10. Схема Лакса для одномерного уравнения переноса.
11. Схемы Лакса-Вендроффа и Дюфора для одномерного уравнения диффузии.
12. Схема Кранка-Николсона для одномерного уравнения колебаний.
13. Многомерные явные схемы и условия их устойчивости.
14. Многомерные неявные экономичные схемы.
15. Алгоритм метода переменных направлений.
16. Построение факторизованных схем.
17. Схемы с суммарной аппроксимацией.
18. Локально-одномерные схемы.
19. Численные алгоритмы решения стационарных краевых задач для уравнения Пуассона.
20. Прямые методы на основе Фурье преобразований.
21. Алгоритм быстрого преобразования Фурье.
22. Методы циклической редукции.
23. Итерационные методы решения стационарных краевых задач.
24. Явные и неявные итерационные методы.
25. Итерационные параметры, анализ скорости сходимости.
26. Многослойные итерационные схемы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», ОС ВО НИЯУ МИФИ протокол № 21/11 от 27.07.2021 г.

Автор: д.ф.-м.н. Вазиев Эльдар Макаримович

Рецензент_____

Программа одобрена на заседании кафедры высшей и прикладной математики 29 июня 2022 г., протокол № 12