

**Методические указания к выполнению
курсовой работы по дисциплине
«Уравнения математической физики»
для студентов 3 курса ФПМИ**

Составители:

д.т.н., проф.
д.т.н., проф.

М.Г. Персова
Ю.Г.Соловейчик

Работа подготовлена на кафедре прикладной математики НГТУ

© Новосибирский государственный
технический университет, 2011

Цели

Приобрести навыки численного решения начально-краевых задач для уравнений гиперболического и параболического типа в неоднородных одномерных, двумерных и трехмерных областях с помощью метода конечных элементов при использовании различных схем дискретизации по времени.

Практическая часть

Для выполнения курсовой работы студент использует теоретические и программные разработки, полученные им при выполнении курсового проекта по курсу «Численные методы».

В ходе выполнения работы студент должен построить схему по времени в соответствии с заданием, выполнить программную реализацию, протестировать на полиномиальных функциях, порядок которых по пространственным координатам соответствует порядку базисных функций, используемых для конечноэлементной аппроксимации, а по времени – соответствуют порядку схемы по времени.

Кроме того, студент проводит исследования, включающие в себя выполнение расчетов на равномерных и неравномерных сетках по времени и пространству, для гиперболических уравнений – установление связи между ними, определение порядка аппроксимации на основе численных экспериментов, исследование устойчивости.

Студент также с использованием разработанной программы может выполнить исследования для практической задачи, сформулированной преподавателем.

Для построения схем аппроксимации по времени и разработки тестов студент может воспользоваться материалом, представленным в разделе 7 учебного пособия [1].

Требования к выполнению курсовой работы и оформлению пояснительной записки

По курсовому проекту студент должен представить пояснительную записку, включающую следующие разделы:

1. Постановка задачи:

- решаемое уравнение;
- расчетная область;
- краевые условия.

2. Теоретическая часть:

- дискретизация по времени в соответствии с текстом задания;
- вариационная постановка;
- конечноэлементная дискретизация и переход к локальным матрицам;
- аналитические выражения для вычисления локальных матриц либо схемы численного интегрирования в случае, если интегралы для вычисления локальных матриц предполагается считать численно.

3. Описание разработанных программ:

- структуры данных, используемые для задания расчетной области и конечноэлементной сетки;
- структура основных модулей программы, в том числе генерация портрета СЛАУ, вычисление локальных матриц, генерация глобальных матриц, решение СЛАУ.

4. Описание тестирования программ:

- тестовые примеры с пояснением, что проверяет данный тест; для каждого теста должна быть описана расчетная область (включая подобласти), конечноэлементная сетка, сетка по времени, краевые условия, коэффициенты дифференциального уравнения и краевых условий по подобластям;
- полученные результаты.

5. Поведённые исследования и выводы.

6. Тексты основных модулей программ.

Задания к курсовой работе по уравнениям математической физики

Курсовая работа по УМФ выполняется на основе выполненного в пятом семестре курсового проекта по численным методам [2]. При выдаче заданий подразумевается, что решение соответствующей задачи должно быть выполнено с использованием тех же элементов и базисных функций.

Задание 1.

Параболическая задача с эллиптическим оператором из курсового проекта по численным методам. Неявная двухслойная схема по времени.

Задание 2.

Параболическая задача с эллиптическим оператором из курсового проекта по численным методам. Неявная трехслойная схема по времени.

Задание 3.

Параболическая задача с эллиптическим оператором из курсового проекта по численным методам. Схема Кранка-Николсона для аппроксимации по времени.

Задание 4.

Параболическая задача с эллиптическим оператором из курсового проекта по численным методам. Неявная четырехслойная схема по времени.

Задание 5.

Гиперболическая задача с эллиптическим оператором из курсового проекта по численным методам. Явная трехслойная схема по времени.

Задание 6.

Гиперболическая задача с эллиптическим оператором из курсового проекта по численным методам. Неявная трехслойная схема по времени.

Задание 7.

Гиперболическая задача с эллиптическим оператором из курсового проекта по численным методам. Схема Кранка-Николсона для аппроксимации по времени.

Задание 8.

Гиперболическая задача с эллиптическим оператором из курсового проекта по численным методам. Явная четырехслойная схема по времени.

Задание 9.

Гиперболическая задача с эллиптическим оператором из курсового проекта по численным методам. Неявная четырехслойная схема по времени.

Список литературы

1. Ю.Г. Соловейчик, М.Э. Рояк, М.Г. Персова. Метод конечных элементов для решения скалярных и векторных задач : учеб. пособие – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – 896 с.
2. Численные методы : методические указания к курсовому проектированию для 3 курса ФПМИ, направление 010500 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: П. А. Домников и др.]. - Новосибирск, 2011. - 53, [2] с. : ил.
3. Численные методы решения систем уравнений: методические указания к выполнению работ по курсу "Численные методы" для III курса ФПМИ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; сост. : М. Г. Персова, М. Э. Рояк, Ю. Г. Соловейчик, А. В. Чернышев.-Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004.- 29 с.