МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет

имени академика С.П. Королёва»

(Самарский университет)

Институт информатики, математики и электроники

Факультет информатики

Кафедра технической кибернетики

**Отчет по курсовой работе**

Дисциплина: «Численные методы математической физики»

Тема: **«РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ»**

Вариант № 11

Выполнили студенты: Прибавкин Д.Д., Бакаев В.А.

Группа:6407-010302D

Преподаватель: Дегтярев А.А.

Самара, 2019

**ЗАДАНИЕ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ**

1 Осуществить математическую постановку краевой задачи для физического процесса, описанного в предложенном варианте курсовой работы.

2 Осуществить построение разностной схемы, приближающей полученную краевую задачу. При этом следует согласовать с преподавателем тип разностной схемы.

3 Провести теоретическое исследование схемы: показать, что схема аппроксимирует исходную краевую задачу, и найти порядки аппроксимации относительно шагов дискретизации; исследовать устойчивость схемы и сходимость сеточного решения к решению исходной задачи математической физики.

4 Разработать алгоритм численного решения разностной краевой задачи.

5 Разработать компьютерную программу, реализующую созданный алгоритм, с интерфейсом, обеспечивающим следующие возможности: диалоговый режим ввода физических, геометрических и сеточных параметров задачи; графическую визуализацию численного решения задачи.

6 Используя разработанную программу и тестовый пример, согласованный с преподавателем, провести экспериментальное исследование фактической сходимости сеточного решения к точному (вычисленному с помощью ряда Фурье). Проводя измельчение сетки, сравнить экспериментальную скорость убывания погрешности сеточного решения со скоростью, полученной при теоретическом исследовании схемы.

**ВАРИАНТ 11**

В тонком однородном стержне длиной и сечением происходит выделение тепла с интенсивностью . Концы стержня теплоизолированы, а теплообмен между его боковой поверхностью и окружающей средой описывается законом Ньютона с коэффициентом теплообмена . В начальный момент времени температура стержня описывалась функцией . Коэффициенты теплопроводности и объемной теплоемкости материала стержня равны и соответственно. Температура окружающей среды равна .

Разработать программу численного моделирования теплового процесса в стержне на промежутке времени . Для проведения расчетов использовать следующие схемы:

* явную конечно-разностную схему второго порядка точности относительно пространственного шага дискретизации;
* простейшую неявную конечно-разностную схему.

Значения параметров, указанные преподавателем:

,

,

,

,

,

,

,

,

.

**РЕФЕРАТ**

Отчет по курсовой работе: 37 c., 4 рисунка, 1 таблицы, 4 источника, 1 приложение.

*УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ, КРАЕВАЯ ЗАДАЧА, УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ, МЕТОД КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ, МЕТОД ПРОГОНКИ, МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ.*

Целью курсовой работы является построение и исследование разностной схемы для решения краевой задачи теплопроводности для тонкого однородного стержня.

Для решения задачи использованы явная конечно-разностная схема второго порядка точности относительно пространственного шага дискретизации и простейшая неявная конечно-разностная схема. Проведено теоретическое исследование аппроксимации и устойчивости разностных схем. Сделан вывод о сходимости сеточного решения к точному решению исходной задачи.

Разработана компьютерная программа, реализующая алгоритмы решения краевой задачи теплопроводности для тонкого однородного стержня и позволяющая рассчитывать решение сеточной задачи.

Приведены графические результаты численного решения задачи теплопроводности.

Программа написана на языке Python 3.7.3 с использованием библиотек Numpy 1.16.2, Matplotlob 3.0.3 и PyQt 5.12.1. Операционная система Manjaro Linux 18.0.2.

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 6](#_Toc6378020)

# **ВВЕДЕНИЕ**

Характеризуя метод конечных разностей необходимо выделить его достоинства и недостатки в сравнении с другими методами.

К достоинствам метода конечных разностей следует отнести его высокую универсальность, например, значительно более высокую, чем у аналитических методов. Применение этого метода нередко характеризуется относительной простотой построения решающего алгоритма и его программной реализации. Зачастую удается осуществить распараллеливание решающего алгоритма.

К числу недостатков метода следует отнести: проблематичность его использования на нерегулярных сетках; очень быстрый рост вычислительной трудоемкости при увеличении размерности задачи (увеличении числа неизвестных переменных); сложность аналитического исследования свойств разностной схемы.

Суть метода конечных разностей состоит в замене исходной(непрерывной) задачи математической физики ее дискретным аналогом (разностной схемой), а также последующим применением специальных алгоритмов решения дискретной задачи.

В настоящей работе метод конечных разностей применен для численного решения задачи теплопроводности. Вычислительный алгоритм основан на использовании неявной конечно-разностной схеме повышенного порядка аппроксимации. Проведено теоретическое исследование аппроксимации и устойчивости разностной схемы. Сделан вывод о сходимости сеточного решения к точному решению исходной задачи. Разработана компьютерная программа, реализующая алгоритм скалярной прогонки. Приведены графические результаты численного решения задачи теплопроводности.