Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Саратовский государственный технический университет

имени Гагарина Ю.А.»

Институт электронной техники и приборостроения

Кафедра Информационная безопасность автоматизированных систем

Специальность 10.03.01 Информационная безопасность автоматизированных систем

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по дисциплине «Вычислительная математика»

по теме «Метод Адамса как многошаговый метод для решения обыкновенных дифференциальных уравнений»

|  |  |
| --- | --- |
|  | Выполнил: студент 3 курса  учебной группы с1-ИБС32  очной формы обучения  Солодилов В.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Руководитель проекта:  проф. каф. ИБС Байбурин В.Б,  Комиссия по защите:  проф. каф. ИБС Байбурин В.Б.  доцент каф. ИБС Кожанова Е.Р. |

Курсовой проект защищен на оценку \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(дата, подпись члена комиссии)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(дата, подпись члена комиссии)

Саратов 2022

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Саратовский государственный технический университет

имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра Информационная безопасность автоматизированных систем

**Задание на курсовой проект**

студенту 3 курса учебной группы с1-ИБС32

Институт электронной техники и приборостроения

Солодилову Владимиру Владимировичу

по дисциплине «Вычислительная математика»

по теме «Метод Адамса как многошаговый метод для решения обыкновенных дифференциальных уравнений»

Сроки выполнения работы 10.03.2022 г.- 31.05.2022г.

Защита работы 31.05.2022г.

Руководитель проекта Байбурин В.Б.

Задание принял к исполнению Солодилов В.В.

**Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
| Введение | 4 |
| 1. Основные понятия метода Адамса как многошагового метода для решения обыкновенных дифференциальных уравнений |  |
| 2. Постановка задачи |  |
| 2.1. Формулирование задачи |  |
| 2.2. Решение задачи |  |
| 3. Программная реализация и тестирование |  |
| 3.1. Выбор языка программирования и построение блок-схемы |  |
| 3.2. Программная реализация |  |
| 3.3. Тестирование программы |  |
| Заключение |  |
| Список использованных источников |  |
| Приложение А. Блок-схема программы |  |
| Приложение Б. Листинг программы |  |

**Введение**

Большинство задач физики и техники не обходится без линейных и нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных. Наиболее оптимальным и универсальным методом их решения является метод конечных разностей или сеточный метод. Благодаря сеточным методам, можно сводить приближенное решение уравнений к решению систем линейных алгебраических уравнений. Для теории разностных схем характерно то, что для дифференциального уравнения существует решение искомой задачи, и оно имеет необходимое число производных, обеспечивающее максимальный порядок аппроксимации.

Разностные схемы расцениваются как операторные или операторно- разностные уравнения с линейными операторами, зависящими от параметра *h* и заданными на абстрактном линейном нормированном пространстве любого числа измерений. Основным понятием в теории разностных схем является понятие устойчивости. Достаточные условия устойчивости позволяют формулировать общий принцип регуляризации схем для получения разностных схем заданного качества. Существуют некоторые правила, необходимые при построении разностной схемы [1]: необходимо заменить дифференциальный оператор некоторым разностным оператором, необходимо заменить область непрерывного изменения аргумента областью дискретного его изменения.

После выполнения этих правил, мы приходим к системе линейных алгебраических уравнений. Отсюда следует, что задача численного решения дифференциального уравнения сводится к решению системы [1-5].

Цель курсового проекта – изучить метод Адамса как многошаговый метод для решения обыкновенных дифференциальных уравнений с дальнейшей программной реализацией.

Для решения поставленной задачи необходимо решить ряд задач:

1) изучить основные понятия разностных схем для решения уравнений эллиптического типа.

2) сформулировать задачу для дальнейшей программной реализации.

3) выполнить реализацию и тестирование программной реализации поставленной задачи.

Курсовой проект состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и двух приложений. В приложении А представлены блок-схемы программы и подпрограмм. В приложении Б содержатся листинги программы.

ПРИМЕЧАНИЕ

Рисунок Х – Название рисунка (14 или 12)

Текст

Таблица Х.Х. Название таблицы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ыаыла | ываыаы | ыаыва | ыава |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| Продолжение таблицы Х.Х. | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

НУМЕРАЦИЯ

1) Сквозная - таблицы, рисунки и формулы 1, 2…45

2) по главам - таблицы, рисунки и формулы 1.3 2.8 3.5

*х = 45,* (45)

|  |  |
| --- | --- |
| *х = 45+*  *+899999.* | (45) |

[] – ссылка на литературу

Подставим формулу (15) в формулу (23)

…… на рисунке 5.

(рисунок 5)

**1. Основные понятия метода Адамса как многошагового метода решения обыкновенных дифференциальных уравнений**

Формулы – сквозные ИЛИ по главам!!!

Ссылки - на 1 страницы минимум 1 ссылка!!!

. ,

Презентация:

- титул

- цель и задачи

- теория (2-3 по вашему методу)

- постановка задачи

- Ручной расчет

- блок-схема

- код программы

- тестирование (сравнение результатов)

- заключение

**2. Постановка задачи**

**2.1. Формулирование задачи**

Пусть дано однородное дифференциальное уравнение первого порядка:

С заданным начальным условием:

Тогда точное решение данного уравнения имеет вид:

**2.2. Решение задачи**

Решим данное дифференциальное уравнение методом Адамса третьего и четвертого порядков.

Зададим начальное значение функции и вычислим шаг аргумента:

Определим число итераций и вычислим значения аргументов функции:

, где

Найдем значения функции в правой части дифференциального уравнения:

, где

Вычислим значение функции дифференциального уравнения для первых трех узлов, используя метод Эйлера:

Начиная с n = 4, воспользуемся формулой для нахождения значений функций методом Адамса третьего порядка:

А для нахождения значений функций методом Адамса четвертого порядка воспользуемся следующей формулой:

Применив вышеуказанные уравнения, произведем расчёт, используя программу Microsoft Office Excel:

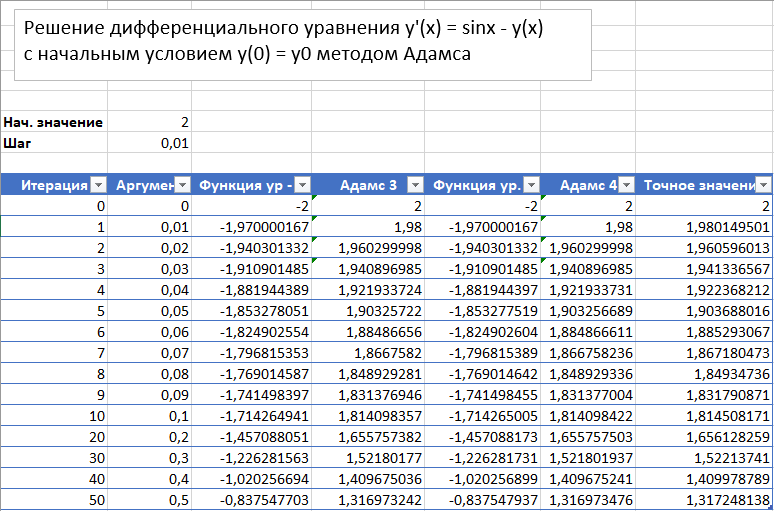


Рисунок 2.1 – Результат решения задачи при помощи интернет - ресурса

!!!! пропуск после подрисуночной надписи и таблц!!!

**3. Программная реализация и тестирование**

**3.1. Выбор языка программирования и построение блок-схемы**

В рамках курсовой работы был выбран язык программирования Java.

На основании решения задачи в главе 2 данного курсового проекта были построены блок-схемы (Приложение А):

1) основной программы main (1; Приложение А).

2) подпрограмма (функция)

**3.2. Программная реализация**

Программа, реализующая метод Адамса третьего и четвертого порядков для конкретной задачи, состоит из основного метода main() (Приложение Б):

**3.3. Тестирование программы**

В главе 2 курсового проекта был произведен расчет следующими инструментами:

1) MS Excel:

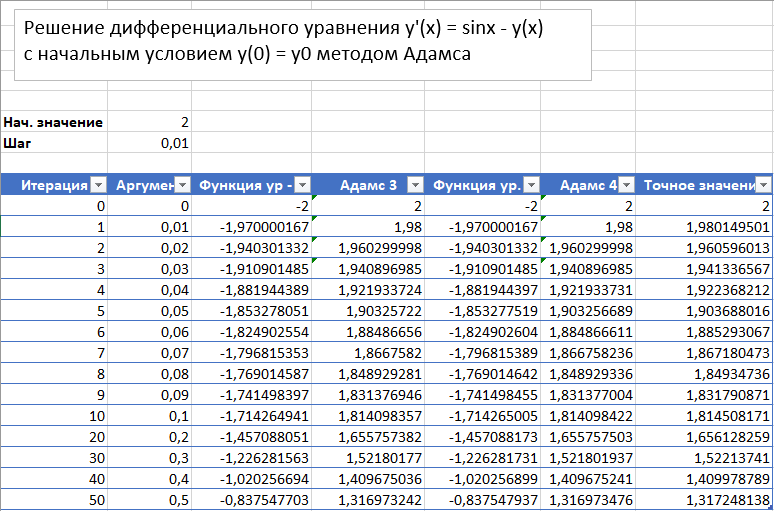


Рисунок 3.1 – Результат решения задачи в MS Excel

!!!! пропуск после подрисуночной надписи и таблц!!!

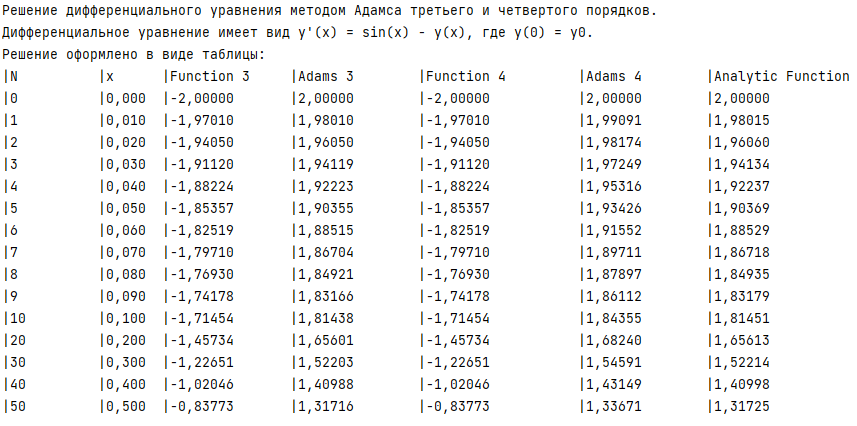
2) интернет….

!!! Вставить картинку с результатами (ЦЕНТРУ)

Рисунок 3.2 – Результат решения задачи при помощи интернет - ресурса

!!!! пропуск после подрисуночной надписи и таблц!!!

Сравним полученные результаты с результатами программы (см. Приложение Б).



!!! Вставить картинку с результатами (ЦЕНТРУ)

Рисунок 3.3 – Результат решения задачи при программной реализации

!!!! пропуск после подрисуночной надписи и таблц!!!

Вывод: смотри свои практические работы

**Заключение**

В ходе выполнения курсовой работы были решены задачи:

1) изучены основные понятия разностных схем для решения уравнений эллиптического типа. Кратко расписать (2-3 предложения). Обоснование выбора.

2) сформулирована задача для дальнейшей программной реализации. Кратко описать. Например, Условием задачи является …. Произведен расчет при помощи MS Excel и онлайн ресурса (указать адрес!!!). Вывод: расчеты совпали!!!

3) выполнить реализацию (на языке) и тестирование программной реализации поставленной задачи. Программа состоит из основной программы и ХХХ подпрограмм, блок - схемы которых приведены в Приложении А, а их листинги в Приложении Б. Выполнено тестирование написанной программы. Результаты программы совпали с результатами расчета в главе 2.

!!! задачи решены, следовательно, цель достигнута.

**Список использованных источников**

!! 10-15 источников (не старше 2015)

Elibrary

1. [Копченова, Н. В.](http://irbis.sstu.ru/cgi-bin/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=SGTU&P21DBN=SGTU&S21STN=1&S21REF=3&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=Копченова%2C Н. В.) Вычислительная математика в примерах и задачах : учеб. пособие / Н. В. Копченова, И. А. Марон. - 2-е изд., стер. - СПб.; Москва; Краснодар: Лань, 2008. - 368 с.

**Приложение А**

**Блок-схема программы**

1) блок-схема программы main()

2) блок-схема функции analyticalValue(h, N)

3) блок-схема функции difFunctionValue(N, x[], h)

4) блок-схема функции xValue(N, h)

5) блок-схема функции Adams3(N, x[], h)

6) блок-схема функции Adams4(N, x[], h)

!! если функция состоит из одной строки, то ее оформить в виде прямоугольника с полями и комментарием

!!! если функция форматированного вывода, то ее оформить в виде прямоугольника с полями и комментарием (!! В листинге - в приложении Б – комментарий, который совпадает по формулированию с комментарием на блок схеме). Пример, форматированный вывод (см. Приложение Б (2))

**Приложение Б**

**Листинг программы**

1) программа main()

public static void main(String[] args) {

int N = 51;

double h = 0.01;

System.out.println("Решение дифференциального уравнения методом Адамса третьего и четвертого порядков.");

System.out.println("Дифференциальное уравнение имеет вид y'(x) = sin(x) - y(x), где y(0) = y0.");

System.out.println("Решение оформлено в виде таблицы: ");

System.out.println("|N\t\t\t|x\t\t|Function 3\t\t|Adams 3\t\t|Function 4\t\t\t|Adams 4\t\t|Analytic Function");

for (int i = 0; i < N; i++) {

if ((i > 0 && i < 10) || i % 10 == 0) {

System.out.println("|" + i + "\t\t\t|" + String.format("%.3f", xValue(h, N)[i]) + "\t|" + String.format("%.5f", difFunctionValue(N, xValue(h, N), h)[i]) + "\t\t|"

+ String.format("%.5f", Adams3(N, xValue(h, N), h)[i]) + "\t\t|" + String.format("%.5f", difFunctionValue(N, xValue(h, N), h)[i])

+ "\t\t\t|" + String.format("%.5f", Adams4(N, xValue(h, N), h)[i]) + "\t\t|" + String.format("%.5f", analyticalFunctionValue(N, xValue(h, N))[i]));

}

}

}

2) функция analyticalValue(h, N)

public static double[] analyticalFunctionValue(int N, double[] x) {

double[] analyticalValue = new double[N];

for (int i = 0; i < N; i++) {

analyticalValue[i] = (Math.sin(x[i]) - Math.cos(x[i]) + 5 \* Math.exp(-x[i])) / 2;

}

return analyticalValue;

}

3) функция difFunctionValue(N, x[], h)

public static double[] difFunctionValue(int N, double[] x, double h) {

double[] Adams3Value = Adams3(N, x, h);

double[] f = new double[N];

for (int i = 0; i < N; i++) {

f[i] = Math.sin(x[i]) - Adams3Value[i];

}

return f;

}

4) функция xValue(N, h)

public static double[] xValue(double h, int N) {

double[] x = new double[N];

for (int i = 0; i < N; i++) {

x[i] = h \* i;

}

return x;

}

5) функция Adams3(N, x[], h)

public static double[] Adams3(int N, double[] x, double h) {

double[] a3 = new double[N];

a3[0] = 2;

for (int i = 1; i < N; i++) {

if (i <= 3) {

a3[i] = a3[i - 1] + h \* (Math.sin(x[i]) - a3[i - 1]);

} else {

a3[i] = a3[i - 1] + (h / 12) \* (23 \* (Math.sin(x[i - 1]) - a3[i - 1])

- 16 \* (Math.sin(x[i - 2]) - a3[i - 2]) + 5 \* (Math.sin(x[i - 3]) - a3[i - 3]));

}

}

return a3;

}

6) функция Adams4(N, x[], h)

public static double[] Adams4(int N, double[] x, double h) {

double[] a4 = new double[N];

a4[0] = 2;

for (int i = 1; i < N; i++) {

if (i <= 3) {

a4[i] = a4[i - 1] + (h \* (Math.sin(x[i - 1] - a4[i - 1])));

} else {

a4[i] = a4[i - 1] + ((h / 24) \* (55 \* (Math.sin(x[i - 1]) - a4[i - 1]) - 59 \* (Math.sin(x[i - 2]) - a4[i - 2])

+ 37 \* (Math.sin(x[i - 3]) - a4[i - 3]) - 9 \* (Math.sin(x[i - 4]) - a4[i - 4])));

}

}

return a4;

}