

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Омский государственный технический университет»

Факультет (институт) Информационных технологий и компьютерных систем

Кафедра Прикладная математика и фундаментальная информатика

**Расчетно-графическая работа**

по дисциплине Алгоритмизация и программирование

на тему Разработка программы «Расчет и построение графиков функций, решение нелинейного уравнения и вычисление интеграла»

Пояснительная записка

Шифр проекта 020-РГР-02.03.02-№ 14-ПЗ

Студента Курпенов Куат Ибраимович  
фамилия, имя, отчество полностью

Курс 1 Группа ФИТ-212

Направление (специальность) 02.03.02  
Фундаментальная информатика и информационные технологии

код, наименование

Руководитель ст. преподаватель  
ученая степень, звание

Федотова И.В.  
фамилия, инициалы

Выполнил \_\_\_\_\_  
дата, подпись студента

<b>Работа защищена с количеством баллов</b>	
---	--

\_\_\_\_\_  
дата, подпись руководителя

Омск 2021

## Содержание

1. Задание.....	3
2. Математическая формулировка задачи.....	4
3. Общая схема алгоритма.....	5
4. Текст программы С++.....	7
5. Разработка интерфейса пользователя.....	12
6. Список использованных источников.....	16

## 1. ЗАДАНИЕ

Разработать схему алгоритма, написать и отладить программу для расчёта и построения графиков двух функций (результаты расчётов должны храниться в виде массивов и распечатываться в виде таблицы), цветом необходимо выделить наибольшее и наименьшее значения каждой из функций:

$$5x^2 - 2x \ln x - 7 = 0$$

$$x^2 \tan^{-1} x = 0$$

Разработать программу для нахождения корней уравнения  $f(x) = 0$ , на интервале  $[a, b]$  с точностью 0.001 (интервал задаётся вручную):

$$5x^2 - 2x \ln x - 7 = 0$$

Разработать программу для вычисления значения определённого интеграла на интервале  $[a, b]$  численным методом прямоугольников (интервал задаётся вручную):

$$\int_a^b x^2 \tan^{-1} x dx$$

Интервал интегрирования разбить равномерно на  $N > 100$  частей.

## 2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ

1. Для нахождения значения функций необходимо подставить текущее значение абсцисс уравнения
2. Алгоритм нахождения корня на интервале методом половинного деления (бисекции) сводится к следующей последовательности действий:
  - a. Вычисляется середина интервала
  - b. Если  $|f(c)| < \epsilon$ , то  $c$  является приближённым значением корня уравнения
  - c. Если  $|f(c)| > \epsilon$  и  $f(a)f(c) < 0$ , то функции будут иметь противоположные знаки, и отрезок  $[a, b]$  заменяется на  $[a, c]$ . Если  $f(a)f(c) > 0$ , то отрезок  $[a, b]$  заменяется на  $[c, b]$
  - d. Вычисления проводятся до удовлетворения условию  $|f(c)| < \epsilon$
3. Приближенное значение определенного интеграла вычисляется как сумма площадей  $N$  прямоугольников, построенных на интервале интегрирования  $[a, b]$ . Интервал  $[a, b]$  разбивается на  $N$  равных частей длиной  $h = (b - a)/N$ , на каждой из которых строится прямоугольник с высотой, равной значению функции  $f(x_i)$  в центре участка с координатой  $x_i = a + (i - 0.5)h$ , где  $i = 1, 2, \dots, N$

Формула прямоугольников для приближённого вычисления интеграла будет иметь вид:

$$\int_a^b f(x)dx = \sum_{i=1}^N hf(x_i) = h \sum_{i=1}^N f(x_i)$$

В методе трапеции интервал  $[a, b]$  разбивается на  $N$  равных частей длиной  $h = (b - a)/N$ , на каждой из которых строится трапеция. Приближённое значение интеграла определяется суммой площадей трапеций, построенных на интервале  $[a, b]$ , где  $x_i = a + ih$ .

### 3. ОБЩАЯ СХЕМА АЛГОРИТМА

Расчётно-графическая работа объединяет следующие задачи:

- Вычисление двух функций с выводом на экран результатов в виде таблицы
- Построение графиков функций
- Вычисление определённого интеграла
- Решение нелинейного уравнения

Для управления выполнения задач было разработано меню, в котором при выборе стрелками нужного пункта меню управление передается на соответствующую задачу. Общая схема алгоритма представлена на рисунке:

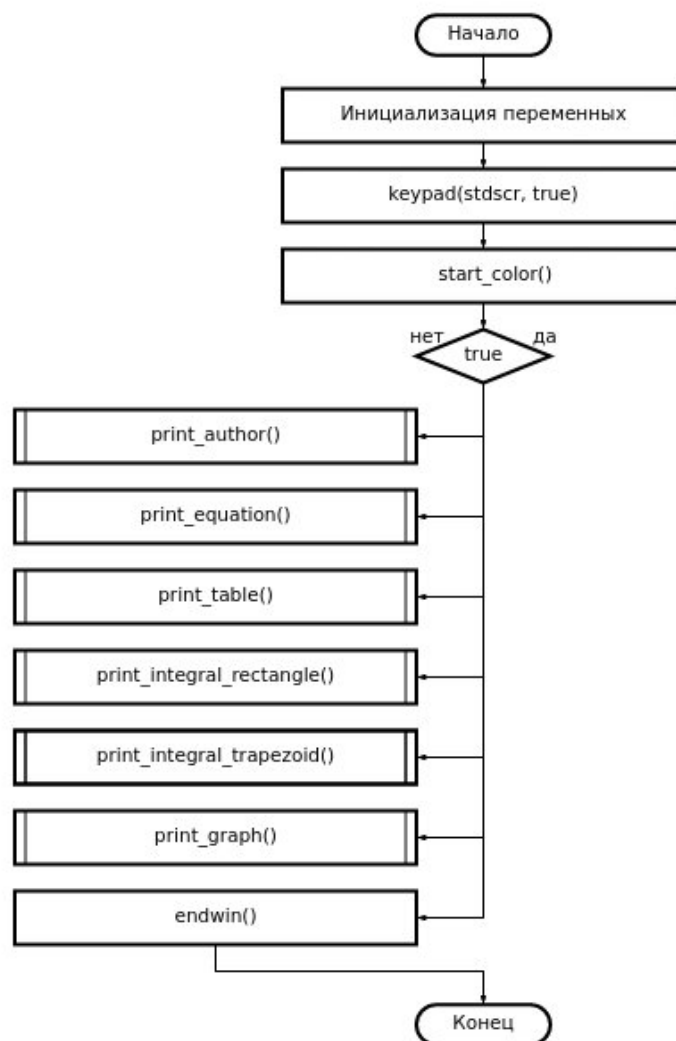


Рисунок 1 —Блок-схема алгоритма работы программы

#### 4. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ НА C++

```
#include <ncurses.h>

#include "modules.h"

int main() {
    char points[7][40] = {
        "[1] Show author",
        "[2] Solve the equation",
        "[3] Show a table of values",
        "[4] Calculate the integral (rectangle)",
        "[5] Calculate the integral (trapezoid)",
        "[6] Build a graph",
        "[7] Exit"
    };

    int status = 0;

    initscr();
    curs_set(0);
    keypad(stdscr, true);

    start_color();
    init_pair(1, COLOR_YELLOW, COLOR_BLACK);
    init_pair(2, COLOR_WHITE, COLOR_BLACK);

    while (true) {
        clear();

        for (int i = 0; i < 8; i++) {
            if (i == status) {
                attron(COLOR_PAIR(1));
            } else {
                attron(COLOR_PAIR(2));
            }
            printw("%s\n", points[i]);
        }

        switch (getch()) {
            case KEY_UP:
                if (status)
                    status--;
                break;
            case KEY_DOWN:
                if (status != 6)
                    status++;
                break;
            case '\n':
                switch (static_cast<int> (status)) {
                    case 0:
                        print_author();
                        break;
                    case 1:
                        print_equation();
                        break;
                }
            default:
                break;
        }
    }
}
```

```

        case 2:
            print_table();
            break;
        case 3:
            print_integral_rectangle();
            break;
        case 4:
            print_integral_trapezoid();
            break;
        case 5:
            print_graph();
            break;
        case 6:
            endwin();
            return 0;
    }
}
}

```

Файл main.cpp

```

#ifndef CODE_MODULES_H
#define CODE_MODULES_H

void print_author();

void print_equation();

void print_table();

void print_integral_rectangle();

void print_integral_trapezoid();

void print_graph();

#endif

```

Файл modules.h

```

#include <cmath>

#include <ncurses.h>

double f_1(double x) {
    return 5 * pow(x, 2) - 2 * x * log(x) - 7;
}

double f_2(double x) {
    return pow(x, 2) * atan(x);
}

double find_root(double a, double b, double epsilon) {
    while(fabs(b - a) > epsilon) {
        a = b - (b - a) * f_1(b) / (f_1(b) - f_1(a));
        b = a - (a - b) * f_1(a) / (f_1(a) - f_1(b));
    }
}

```

```

    }
    return b;
}

void print_author() {
    clear();
    printf("[+] Author: Kurpenov Kuant");
    getch();
}

void print_equation() {
    clear();
    printf("[+] Equation:  $5x^2 - 2\ln x - 7 = 0$ \n");
    printf("[+] Solve of equation: %f\n", find_root(1, 2, 0.001));
    getch();
}

void print_table() {
    clear();

    printf("[+] Table of values\n\n");

    printf("+-----+-----+-----+\n");
    printf("|      X      |   Y_1   |   Y_2   |\n");
    printf("+-----+-----+-----+\n");

    double x = 1;

    for (int i = 0; i < 10; ++i) {
        printf("|  %.2f  |  %.2f  |  %.2f  |\n", x, f_1(x), f_2(x));
        x += 0.1;
    }
    printf("+-----+-----+-----+\n");

    getch();
}

void print_integral_rectangle() {
    clear();

    double a = 1;
    double b = 2;
    double n = 100;

    double h = (b - a) / n;

    double result = 0;

    for(int i = 0; i < n; i++) {
        result += f_2(a + h * (i + 0.5));
    }

    result *= h;

    printf("[+] Equation:  $x^2 * \arctg(x)dx$ \n");
    printf("[+] Integral [1, 2]: %f\n", result);
}

```



```

    getch();
}

void print_integral_trapezoid() {
    clear();

    double a = 1;
    double b = 2;
    double n = 100;

    double h = (b - a) / n;

    double result = h * (f_2(a) + f_2(b)) / 2.0;

    for (int i = 1; i < n; ++i) {
        result += h * f_2(a + h * i);
    }

    printf("[+] Equation: x^2 * arctg(x)dx\n");
    printf("[+] Integral [1, 2]: %f\n", result);

    getch();
}

void print_graph() {
    clear();

    double x = 2;
    double y;

    printf("[+] Equation: 5x^2 - 2xlnx - 7 = 0\n\n");

    for (int i = -5; i < 6; ++i) {
        y = static_cast<int> (f_1(x) * 10);
        if (!i) {
            addch('+');
        } else {
            addch('|');
        }
    }

    for (int j = 0; j < 40; ++j) {
        if (y > -30 && y < 100) {
            if (j == static_cast<int> (x * 10)) {
                addch('*');
            } else {
                if (!i) {
                    addch('-');
                } else {
                    addch(' ');
                }
            }
        }
        if (j == 39) {
            addch('>');
        }
    }
}

```

```

        } else {
            addch('-');
        }
    } else {
        addch(' ');
    }
}
addch('\n');
x -= 0.1;
}

x = 2;

printw("\n[+] Equation: x^2 * arctg(x)dx\n\n");

for (int i = -5; i < 6; ++i) {
    y = static_cast<int> (f_2(x) * 10);
    if (!i) {
        addch('+');
    } else {
        addch('|');
    }

    for (int j = 0; j < 40; ++j) {
        if (y > -30 && y < 100) {
            if (j == static_cast<int> (x * 10)) {
                addch('*');
            } else {
                if (!i) {
                    addch('-');
                } else {
                    addch(' ');
                }
            }
        } else {
            if (!i) {
                if (j == 39) {
                    addch('>');
                } else {
                    addch('-');
                }
            } else {
                addch(' ');
            }
        }
    }
    addch('\n');
    x -= 0.1;
}

getch();
}

```

Файл modules.cpp

## 5. РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

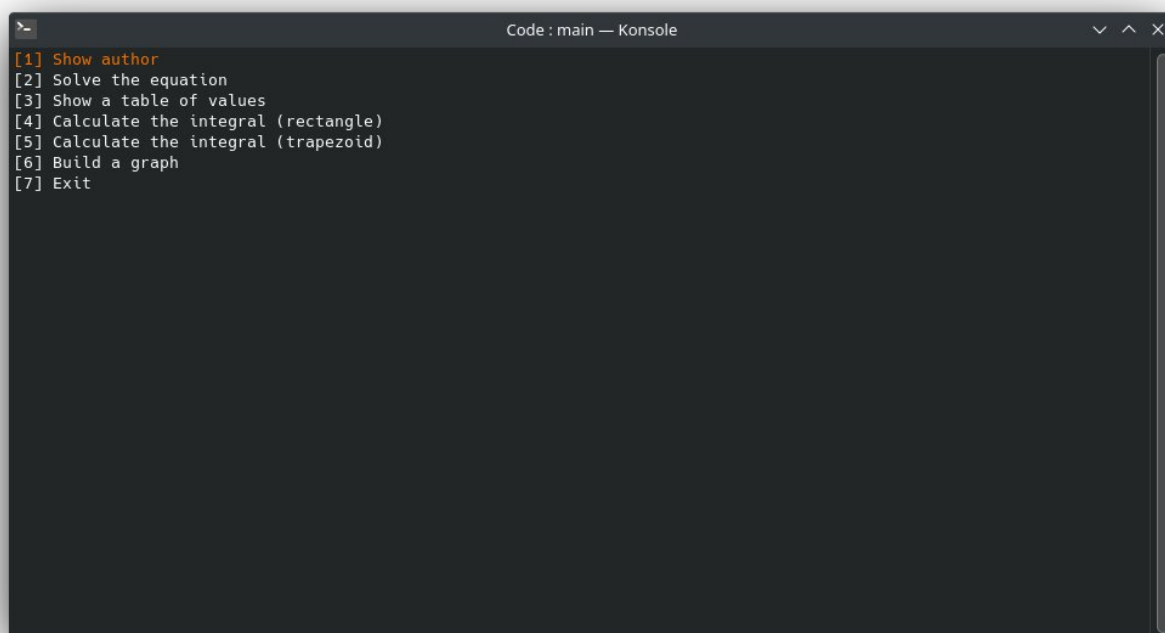


Рисунок 2 — Меню приложения

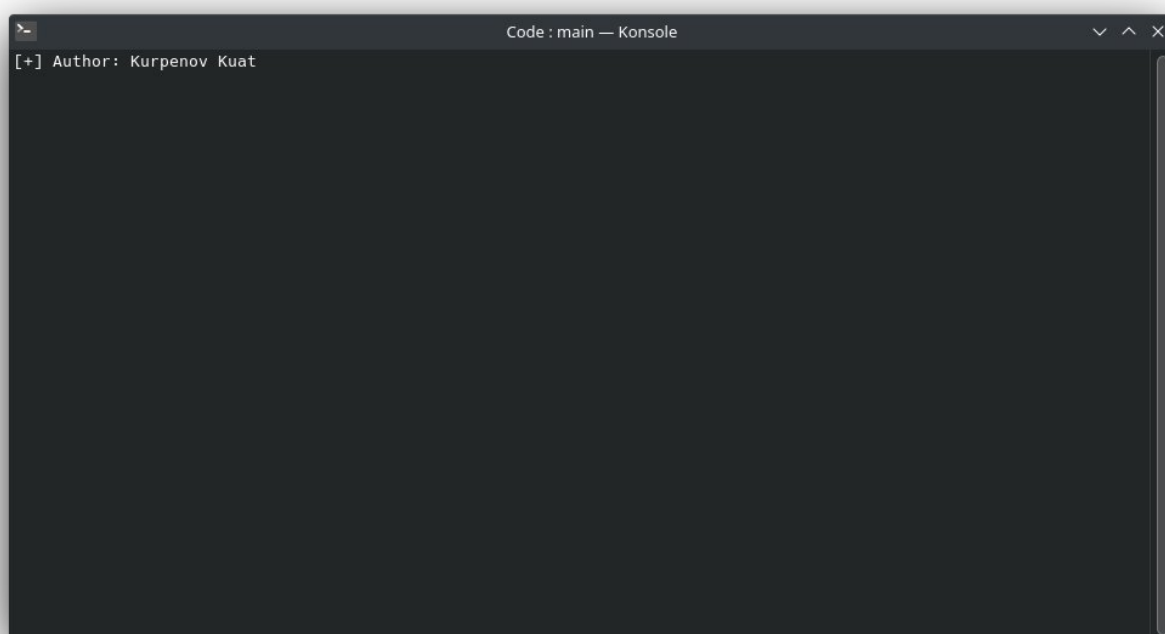
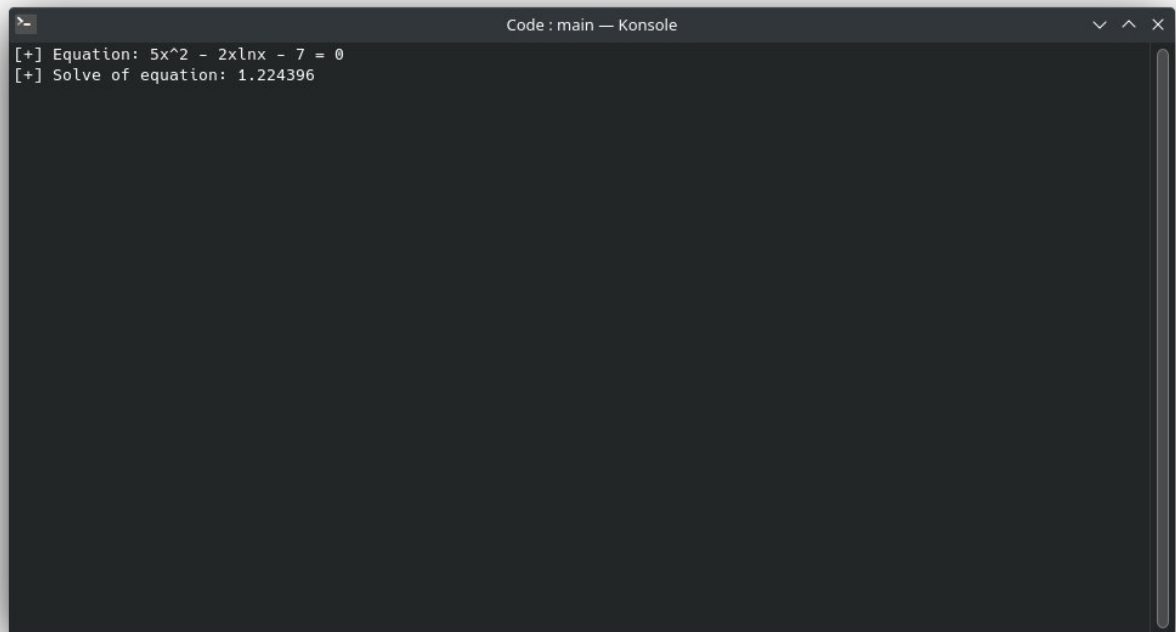


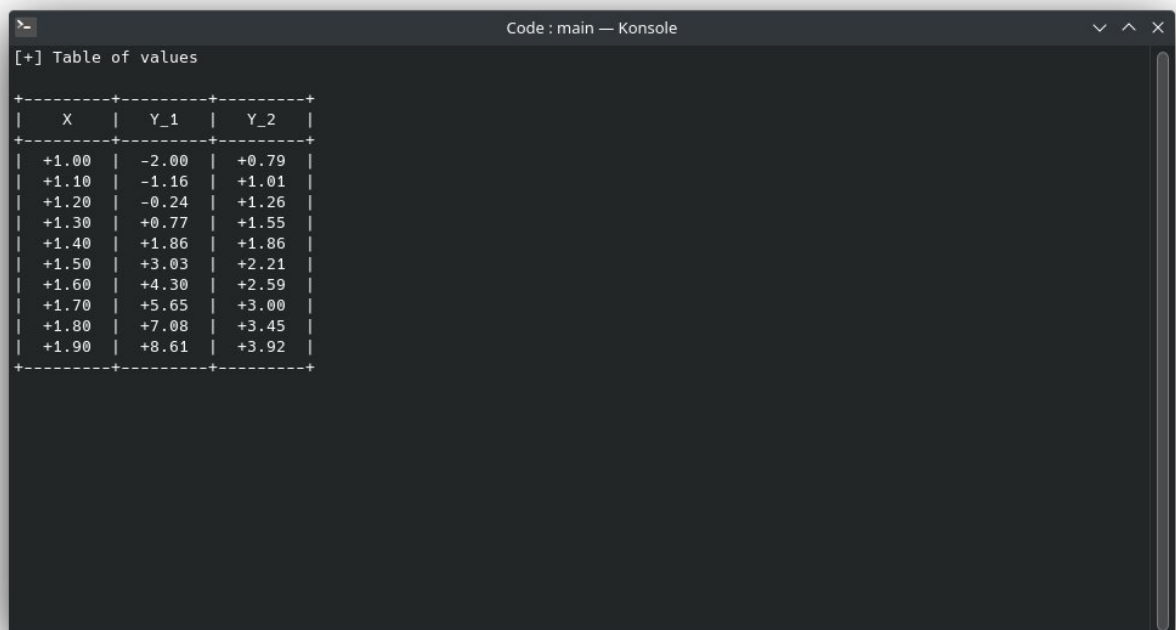
Рисунок 3 — Информация об авторе



The screenshot shows a console window titled "Code : main — Konsole". It contains two lines of text: "[+] Equation: 5x^2 - 2xlnx - 7 = 0" and "[+] Solve of equation: 1.224396".

```
Code : main — Konsole
[+] Equation: 5x^2 - 2xlnx - 7 = 0
[+] Solve of equation: 1.224396
```

Рисунок 4 — Решение нелинейного уравнения

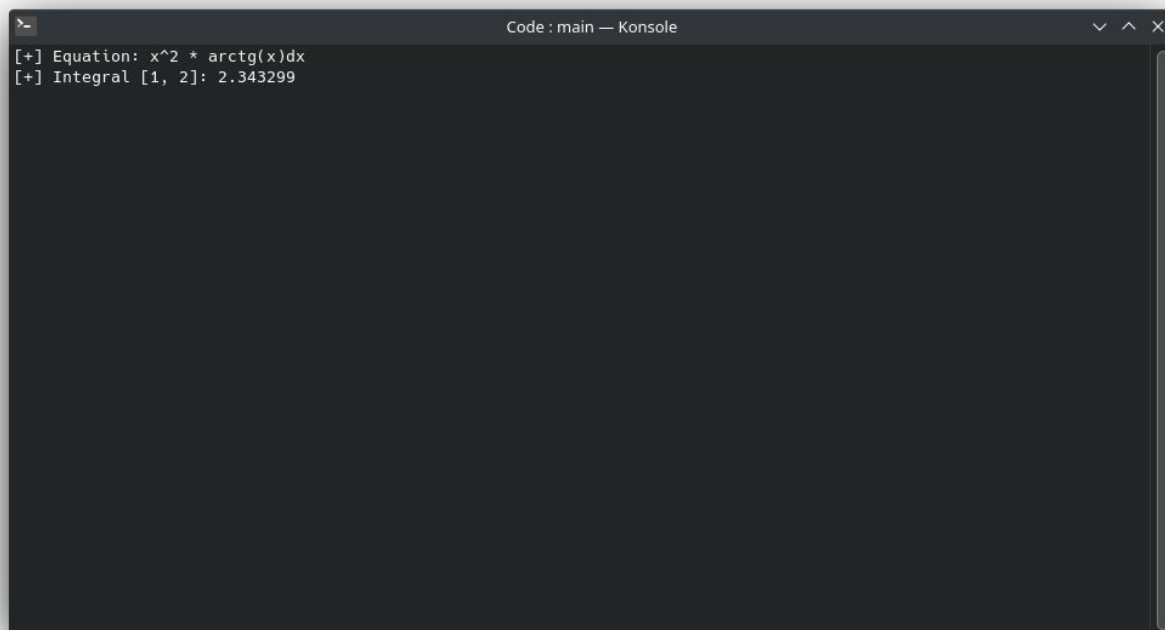


The screenshot shows a console window titled "Code : main — Konsole". It contains the text "[+] Table of values" followed by a table of values. The table has four columns: X, Y\_1, and Y\_2. The values are as follows:

X	Y_1	Y_2
+1.00	-2.00	+0.79
+1.10	-1.16	+1.01
+1.20	-0.24	+1.26
+1.30	+0.77	+1.55
+1.40	+1.86	+1.86
+1.50	+3.03	+2.21
+1.60	+4.30	+2.59
+1.70	+5.65	+3.00
+1.80	+7.08	+3.45
+1.90	+8.61	+3.92

```
Code : main — Konsole
[+] Table of values
+-----+-----+-----+
| X | Y_1 | Y_2 |
+-----+-----+-----+
| +1.00 | -2.00 | +0.79 |
| +1.10 | -1.16 | +1.01 |
| +1.20 | -0.24 | +1.26 |
| +1.30 | +0.77 | +1.55 |
| +1.40 | +1.86 | +1.86 |
| +1.50 | +3.03 | +2.21 |
| +1.60 | +4.30 | +2.59 |
| +1.70 | +5.65 | +3.00 |
| +1.80 | +7.08 | +3.45 |
| +1.90 | +8.61 | +3.92 |
+-----+-----+-----+
```

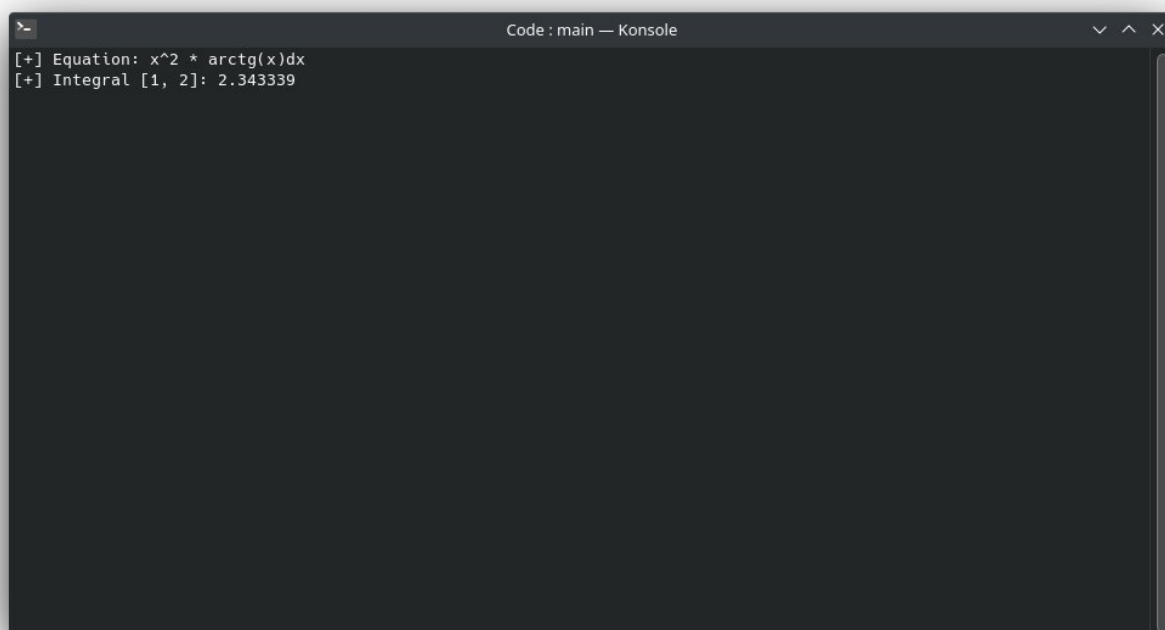
Рисунок 5 — Вывод таблицы со значениями



A screenshot of a console window titled "Code : main — Konsole". The window has a dark background and a light-colored text area. The text area contains two lines of output: "[+] Equation:  $x^2 * \arctg(x)dx$ " and "[+] Integral [1, 2]: 2.343299". The window has standard window controls (minimize, maximize, close) in the top right corner.

```
[+] Equation:  $x^2 * \arctg(x)dx$   
[+] Integral [1, 2]: 2.343299
```

Рисунок 6 — Расчёт интеграла методом прямоугольника



A screenshot of a console window titled "Code : main — Konsole". The window has a dark background and a light-colored text area. The text area contains two lines of output: "[+] Equation:  $x^2 * \arctg(x)dx$ " and "[+] Integral [1, 2]: 2.343339". The window has standard window controls (minimize, maximize, close) in the top right corner.

```
[+] Equation:  $x^2 * \arctg(x)dx$   
[+] Integral [1, 2]: 2.343339
```

Рисунок 7 — Расчёт интеграла методом трапеций

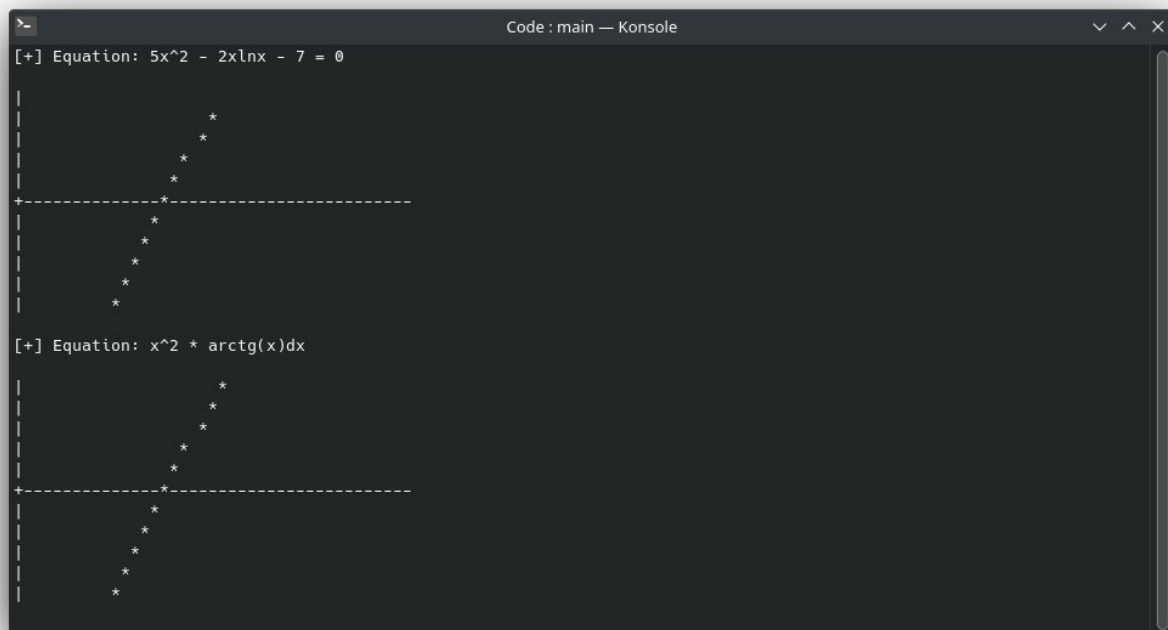


Рисунок 8 — Построение графиков функций

## **6. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1) Васильев А. Н. Программирование на С++ в примерах и задачах — Москва: Эксмо, 2021. — 368 с. — (Российский компьютерный бестселлер.
- 2) Доля П.Г. Введение в С/С++ программирование консоли – Харьковский Национальный Университет механико-математический факультет, 2015.