Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Факультет цифровых технологий и химического инжиниринга

Кафедра информационных компьютерных технологий

**ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 13**

**ПО КУРСУ**

**«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В СРЕДЕ MATLAB»:**

**«Системы дифф. уравнений»**

Ведущий преподаватель

Доцент кафедры ИКТ Филиппова Е.Б.

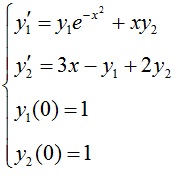
**СТУДЕНТ группы КС-20** Мелехин А.А.

**Москва**

**2024**

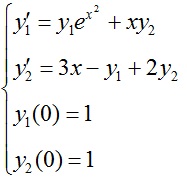
# **Задание**

**1.** Методами Эйлера, модифицированным Эйлера и Рунге-Кутта 4 порядка c шагом h=0.1 до Xкон= 1 решить следующую задачу Коши для нормальной системы второго порядка:



Оценку жёсткости системы производить на каждом шаге h. Вывести на один график результаты всех трёх методов.

**2**. Решить следующую задачу Коши для нормальной системы второго порядка методами явным Эйлера и неявным Эйлера c шагом h=0.1 до Хкон= 3:



Оценку жёсткости системы производить на каждом шаге h. Вывести на один график результаты обоих методов.

**Код (программа task1.m)**

clc; clear;

% Инициализация переменных для явного метода Эйлера

x(1) = 0;

y1(1) = 1;

y2(1) = 1;

h = 0.1;

i = 1;

disp('Числа жёсткости')

while(x(i) < 1)

g = [exp(-x(i).^2), x(i); -1, 2];

s = max(real(eig(g))) / min(real(eig(g)));

fprintf('%d %d\n', i, s);

i = i + 1;

y1(i) = y1(i-1) + (y1(i-1) \* exp(-x(i-1).^2) + x(i-1) \* y2(i-1)) \* h;

y2(i) = y2(i-1) + (3 \* x(i-1) - y1(i-1) + 2 \* y2(i-1)) \* h;

x(i) = x(i-1) + h;

end

fprintf('\n\n');

% Вывод найденных значений функции явного метода Эйлера

fprintf('Значения функции y1 = f1(x) по явному методу Эйлера:\n\n');

for i = 1:length(x)

disp([num2str(x(i)), ' ', num2str(y1(i))]);

fprintf('\n');

end

fprintf('\n');

fprintf('Значения функции y2 = f2(x) по явному методу Эйлера:\n\n');

for i = 1:length(x)

disp([num2str(x(i)), ' ', num2str(y2(i))]);

fprintf('\n');

end

disp('\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_')

% Инициализация переменных для метода Эйлера-Коши

x(1) = 0;

y\_1(1) = 1;

y\_2(1) = 1;

y1(1) = y\_1(1);

y2(1) = y\_2(1);

h = 0.1;

h2 = h / 2;

i = 1;

while(x(i) < 1)

i = i + 1;

y\_1(i) = y\_1(i-1) + (y\_1(i-1) \* exp(-x(i-1).^2) + x(i-1) \* y\_2(i-1)) \* h;

y\_2(i) = y\_2(i-1) + (3 \* x(i-1) - y\_1(i-1) + 2 \* y\_2(i-1)) \* h;

y1(i) = y1(i-1) + (y1(i-1) \* exp(-x(i-1).^2) + x(i-1) \* y2(i-1) + y1(i-1) \* exp(-x(i-1).^2) + x(i-1) \* y2(i-1)) \* h2;

y2(i) = y2(i-1) + (3 \* x(i-1) - y1(i-1) + 2 \* y2(i-1) + 3 \* x(i-1) - y\_1(i-1) + 2 \* y\_2(i-1)) \* h2;

x(i) = x(i-1) + h;

end

% Вывод найденных значений функции метода Эйлера-Коши

fprintf('Значения функции y1 = f1(x) по методу Эйлера-Коши:\n\n');

for i = 1:length(x)

disp([num2str(x(i)), ' ', num2str(y\_1(i))]);

fprintf('\n');

end

fprintf('Значения функции y2 = f2(x) по методу Эйлера-Коши:\n\n');

for i = 1:length(x)

disp([num2str(x(i)), ' ', num2str(y\_2(i))]);

fprintf('\n');

end

disp('\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_')

% Инициализация переменных для метода Рунге-Кутта

x(1) = 0;

y1(1) = 1;

y2(1) = 1;

h = 0.1;

h2 = h / 2;

i = 1;

while(x(i) < 1)

i = i + 1;

k1 = (y1(i-1) \* exp(-x(i-1).^2) + x(i-1) \* y2(i-1)) \* h;

l1 = (3 \* x(i-1) - y1(i-1) + 2 \* y2(i-1)) \* h;

k2 = ((y1(i-1) + k1 / 2) \* exp(-(x(i-1) + h2).^2) + (x(i-1) + h2) \* (y2(i-1) + l1 / 2)) \* h;

l2 = (3 \* (x(i-1) + h2) - (y1(i-1) + k1 / 2) + 2 \* (y2(i-1) + l1 / 2)) \* h;

k3 = ((y1(i-1) + k2 / 2) \* exp(-(x(i-1) + h2).^2) + (x(i-1) + h2) \* (y2(i-1) + l2 / 2)) \* h;

l3 = (3 \* (x(i-1) + h2) - (y1(i-1) + k2 / 2) + 2 \* (y2(i-1) + l2 / 2)) \* h;

k4 = ((y1(i-1) + k3) \* exp(-(x(i-1) + h).^2) + (x(i-1) + h) \* (y2(i-1) + l3)) \* h;

l4 = (3 \* (x(i-1) + h) - (y1(i-1) + k3) + 2 \* (y2(i-1) + l3)) \* h;

delta1 = (k1 + 2 \* k2 + 2 \* k3 + k4) / 6;

delta2 = (l1 + 2 \* l2 + 2 \* l3 + l4) / 6;

y1(i) = y1(i-1) + delta1;

y2(i) = y2(i-1) + delta2;

x(i) = x(i-1) + h;

end

% Вывод найденных значений функции метода Рунге-Кутта

fprintf('Значения функции y1 = f1(x) по методу Рунге-Кутты:\n\n');

for i = 1:length(x)

disp([num2str(x(i)), ' ', num2str(y1(i))]);

fprintf('\n');

end

fprintf('Значения функции y2 = f2(x) по методу Рунге-Кутты:\n\n');

for i = 1:length(x)

disp([num2str(x(i)), ' ', num2str(y2(i))]);

fprintf('\n');

end

disp('\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_')

% Стандартные методы ODE45

% Определение начальных условий

y0 = [1; 1];

% Решение системы дифференциальных уравнений

[x\_ode, y\_ode] = ode45(@myODEs, [0, 1], y0);

% Построение всех графиков на одной фигуре

figure;

% Графики явного метода Эйлера

plot(x, y1, 'r', 'DisplayName', 'явный Эйлер y1');

hold on;

plot(x, y2, 'r', 'DisplayName', 'явный Эйлер y2');

% Графики метода Эйлера-Коши

plot(x, y\_1, 'g--', 'DisplayName', 'мод. Эйлер y1');

plot(x, y\_2, 'g--', 'DisplayName', 'мод. Эйлер y2');

% Графики метода Рунге-Кутта

plot(x, y1, 'b--', 'DisplayName', 'Рунге-Кутт y1');

plot(x, y2, 'b--', 'DisplayName', 'Рунге-Кутт y2');

% Графики метода ode45

plot(x\_ode, y\_ode(:,1), 'm', 'DisplayName', 'ode45 y1');

plot(x\_ode, y\_ode(:,2), 'c', 'DisplayName', 'ode45 y2');

grid on;

xlabel 'x';

ylabel 'y';

legend;

title('Решение системы дифференциальных уравнений');

hold off;

% Определение функции myODEs

function dydx = myODEs(x, y)

dydx = [y(1) \* exp(-x.^2) + x \* y(2); 3 \* x - y(1) + 2 \* y(2)];

end

**Код (Программа task2.m)**

clc; clear;

% Параметры

tol = 1e-2; % Увеличение допустимой погрешности для уменьшения частоты уменьшения шага

h = 0.1;

% Инициализация для явного метода Эйлера

x\_explicit = 0;

y1\_explicit = 1;

y2\_explicit = 1;

% Массивы для хранения чисел жёсткости и шагов

stiffness\_numbers = [];

steps = [];

i = 1;

while x\_explicit(end) <= 1

% Матрица Якоби и число жёсткости

g = [exp(x\_explicit(end)^2), x\_explicit(end); -1, 2];

s = max(real(eig(g))) / min(real(eig(g)));

stiffness\_numbers(end + 1) = s;

% Оценка ошибок для явного метода Эйлера

y1\_temp = y1\_explicit(end) + (y1\_explicit(end) \* exp(-x\_explicit(end)^2) + x\_explicit(end) \* y2\_explicit(end)) \* h;

y2\_temp = y2\_explicit(end) + (3 \* x\_explicit(end) - y1\_explicit(end) + 2 \* y2\_explicit(end)) \* h;

y1\_explicit\_half = y1\_explicit(end) + (y1\_explicit(end) \* exp(-x\_explicit(end)^2) + x\_explicit(end) \* y2\_explicit(end)) \* (h / 2);

y2\_explicit\_half = y2\_explicit(end) + (3 \* x\_explicit(end) - y1\_explicit(end) + 2 \* y2\_explicit(end)) \* (h / 2);

y1\_explicit\_double = y1\_explicit\_half + (y1\_explicit\_half \* exp(-(x\_explicit(end) + h / 2)^2) + (x\_explicit(end) + h / 2) \* y2\_explicit\_half) \* (h / 2);

y2\_explicit\_double = y2\_explicit\_half + (3 \* (x\_explicit(end) + h / 2) - y1\_explicit\_half + 2 \* y2\_explicit\_half) \* (h / 2);

error1 = abs(y1\_explicit\_double - y1\_temp);

error2 = abs(y2\_explicit\_double - y2\_temp);

error = max(error1, error2);

if error > tol

h = h / 2; % уменьшение шага

elseif error < tol / 4

h = h \* 2; % увеличение шага

end

% Принятие шага

y1\_explicit(end + 1) = y1\_temp;

y2\_explicit(end + 1) = y2\_temp;

x\_explicit(end + 1) = x\_explicit(end) + h;

% Запись текущего шага в массив

steps(end + 1) = h;

i = i + 1;

end

% Вывод чисел жёсткости для явного йлера

fprintf('Числа жёсткости:\n');

for i = 1:length(stiffness\_numbers)

fprintf('Итерация %d: число жёсткости = %f\n', i, stiffness\_numbers(i));

end

fprintf('\n\n');

% Вывод шагов для явного йлера

fprintf('Шаги:\n');

for i = 1:length(steps)

fprintf('Итерация %d: шаг = %f\n', i, steps(i));

end

fprintf('\n\n');

% Вывод найденных значений функции

fprintf('Значения функции y1 = f1(x) по явному методу Эйлера:\n\n');

for i = 1:length(x\_explicit)

disp([num2str(x\_explicit(i)), ' ', num2str(y1\_explicit(i))]);

end

fprintf('\n');

fprintf('Значения функции y2 = f2(x) по явному методу Эйлера:\n\n');

for i = 1:length(x\_explicit)

disp([num2str(x\_explicit(i)), ' ', num2str(y2\_explicit(i))]);

end

disp('\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_')

% Инициализация для неявного метода Эйлера

x\_implicit = 0;

y1\_implicit = 1;

y2\_implicit = 1;

i = 1;

while x\_implicit(end) <= 1

% Матрица Якоби и число жёсткости

g = [exp(x\_explicit(end)^2), x\_explicit(end); -1, 2];

s = max(real(eig(g))) / min(real(eig(g)));

stiffness\_numbers(end + 1) = s;

% Оценка ошибок для неявного метода Эйлера

y1\_temp = y1\_implicit(end) + (y1\_implicit(end) \* exp(x\_implicit(end)^2) + x\_implicit(end) \* y2\_implicit(end)) \* h;

y2\_temp = y2\_implicit(end) + (3 \* x\_implicit(end) - y1\_implicit(end) + 2 \* y2\_implicit(end)) \* h;

y1\_half = y1\_implicit(end) + (y1\_implicit(end) \* exp(x\_implicit(end)^2) + x\_implicit(end) \* y2\_implicit(end) + y1\_temp) \* (h / 2);

y2\_half = y2\_implicit(end) + (3 \* x\_implicit(end) - y1\_implicit(end) + 2 \* y2\_implicit(end) + 3 \* x\_implicit(end) - y1\_temp + 2 \* y2\_temp) \* (h / 2);

error1 = abs(y1\_half - y1\_temp);

error2 = abs(y2\_half - y2\_temp);

error = max(error1, error2);

if error > tol

h = h / 2; % уменьшение шага

elseif error < tol / 4

h = h \* 2; % увеличение шага

end

% Принятие шага

y1\_implicit(end + 1) = y1\_temp;

y2\_implicit(end + 1) = y2\_temp;

x\_implicit(end + 1) = x\_implicit(end) + h;

% Запись текущего шага в массив

steps(end + 1) = h;

i = i + 1;

end

% Вывод найденных значений функции

fprintf('Значения функции y1 = f1(x) по неявному методу Эйлера:\n\n');

for i = 1:length(x\_implicit)

disp([num2str(x\_implicit(i)), ' ', num2str(y1\_implicit(i))]);

end

fprintf('Значения функции y2 = f2(x) по неявному методу Эйлера:\n\n');

for i = 1:length(x\_implicit)

disp([num2str(x\_implicit(i)), ' ', num2str(y2\_implicit(i))]);

end

disp('\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_')

% Стандартные методы ODE15s

% Определение начальных условий

y0 = [1; 1];

% Решение системы дифференциальных уравнений

[x\_ode15s, y\_ode15s] = ode15s(@myODEs, [0, 1], y0);

% Вывод чисел жёсткости для неявного Эйлера

fprintf('Числа жёсткости:\n');

for i = 1:length(stiffness\_numbers)

fprintf('Итерация %d: число жёсткости = %f\n', i, stiffness\_numbers(i));

end

% Вывод шагов для неявного йлера

fprintf('Шаги:\n');

for i = 1:length(steps)

fprintf('Итерация %d: шаг = %f\n', i, steps(i));

end

% Визуализация результатов

figure

hold on

plot(x\_explicit, y1\_explicit, 'r', 'DisplayName', 'Явный Эйлер y1');

plot(x\_explicit, y2\_explicit, 'g', 'DisplayName', 'Явный Эйлер y2');

plot(x\_implicit, y1\_implicit, 'b', 'DisplayName', 'Неявный Эйлер y1');

plot(x\_implicit, y2\_implicit, 'm', 'DisplayName', 'Неявный Эйлер y2');

plot(x\_ode15s, y\_ode15s(:, 1), 'k--', 'DisplayName', 'MATLAB y1 (ODE15s)');

plot(x\_ode15s, y\_ode15s(:, 2), 'c--', 'DisplayName', 'MATLAB y2 (ODE15s)');

grid on

xlabel('x');

ylabel('y');

legend;

title('Решение системы дифференциальных уравнений');

hold off

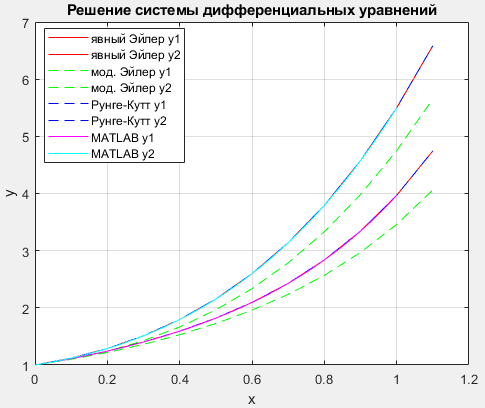
% Определение функции myODEs

function dydx = myODEs(x, y)

dydx = [y(1) \* exp(x^2) + x \* y(2); 3 \* x - y(1) + 2 \* y(2)];

end

**Результаты расчётов (task1.m)**



Числа жёсткости

1 2

2 1.714957e+00

3 1.435182e+00

4 1

5 1

6 1

7 1

8 1

9 1

10 1

11 1

Значения функции y1 = f1(x) по явному методу Эйлера:

0 1

0.1 1.1

0.2 1.2199

0.3 1.3619

0.4 1.5292

0.5 1.7261

0.6 1.9588

0.7 2.2355

0.8 2.5676

0.9 2.9694

1 3.4597

1.1 4.0619

Значения функции y2 = f2(x) по явному методу Эйлера:

0 1

0.1 1.1

0.2 1.24

0.3 1.426

0.4 1.665

0.5 1.9651

0.6 2.3355

0.7 2.7868

0.8 3.3305

0.9 3.9799

1 4.7489

1.1 5.6528

Значения функции y1 = f1(x) по методу Модифицированного Эйлера:

0 1

0.1 1.1

0.2 1.2199

0.3 1.3619

0.4 1.5292

0.5 1.7261

0.6 1.9588

0.7 2.2355

0.8 2.5676

0.9 2.9694

1 3.4597

1.1 4.0619

Значения функции y2 = f2(x) по методу Модифицированного Эйлера:

0 1

0.1 1.1

0.2 1.24

0.3 1.426

0.4 1.665

0.5 1.9651

0.6 2.3355

0.7 2.7868

0.8 3.3305

0.9 3.9799

1 4.7489

1.1 5.6528

Значения функции y1 = f1(x) по методу Рунге-Кутты:

0 1

0.1 1.1104

0.2 1.2433

0.3 1.4022

0.4 1.5921

0.5 1.8198

0.6 2.0945

0.7 2.4284

0.8 2.8375

0.9 3.342

1 3.9674

1.1 4.7451

Значения функции y2 = f2(x) по методу Рунге-Кутты:

0 1

0.1 1.121

0.2 1.2887

0.3 1.5106

0.4 1.7957

0.5 2.1541

0.6 2.5974

0.7 3.1387

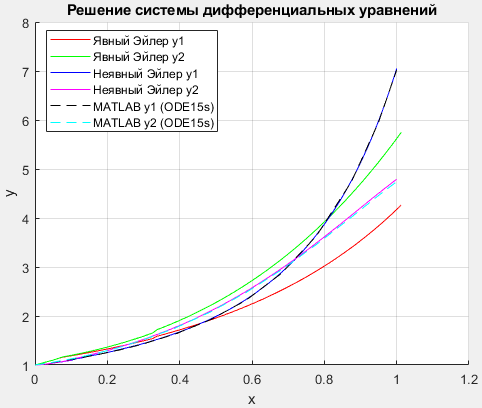
0.8 3.7922

0.9 4.5734

1 5.4988

* 1. 6.5851

**Результаты расчётов (task2.m)**



Числа жёсткости:

Итерация 1: число жёсткости = 2.000000

Итерация 2: число жёсткости = 1.844794

Итерация 3: число жёсткости = 1.677418

Итерация 4: число жёсткости = 1.491012

Итерация 5: число жёсткости = 1.257187

Итерация 6: число жёсткости = 1.000000

Итерация 7: число жёсткости = 1.000000

Итерация 8: число жёсткости = 1.000000

Итерация 9: число жёсткости = 1.000000

Итерация 10: число жёсткости = 1.000000

Итерация 11: число жёсткости = 1.000000

Итерация 12: число жёсткости = 1.000000

Итерация 13: число жёсткости = 1.000000

Итерация 14: число жёсткости = 1.000000

Итерация 15: число жёсткости = 1.000000

Итерация 16: число жёсткости = 1.000000

Итерация 17: число жёсткости = 1.000000

Итерация 18: число жёсткости = 1.000000

Итерация 19: число жёсткости = 1.000000

Итерация 20: число жёсткости = 1.000000

Шаги:

Итерация 1: шаг = 0.050000

Итерация 2: шаг = 0.050000

Итерация 3: шаг = 0.050000

Итерация 4: шаг = 0.050000

Итерация 5: шаг = 0.050000

Итерация 6: шаг = 0.050000

Итерация 7: шаг = 0.050000

Итерация 8: шаг = 0.050000

Итерация 9: шаг = 0.050000

Итерация 10: шаг = 0.050000

Итерация 11: шаг = 0.050000

Итерация 12: шаг = 0.050000

Итерация 13: шаг = 0.050000

Итерация 14: шаг = 0.050000

Итерация 15: шаг = 0.050000

Итерация 16: шаг = 0.050000

Итерация 17: шаг = 0.050000

Итерация 18: шаг = 0.050000

Итерация 19: шаг = 0.050000

Итерация 20: шаг = 0.050000

Значения функции y1 = f1(x) по явному методу Эйлера:

0 1

0.05 1.1

0.1 1.1576

0.15 1.2207

0.2 1.2897

0.25 1.3648

0.3 1.4467

0.35 1.5357

0.4 1.6326

0.45 1.7381

0.5 1.8531

0.55 1.9785

0.6 2.1156

0.65 2.2656

0.7 2.4302

0.75 2.6112

0.8 2.8105

0.85 3.0304

0.9 3.2735

0.95 3.5428

1 3.8413

Значения функции y2 = f2(x) по явному методу Эйлера:

0 1

0.05 1.1

0.1 1.1625

0.15 1.2359

0.2 1.3209

0.25 1.4185

0.3 1.5296

0.35 1.6553

0.4 1.7965

0.45 1.9545

0.5 2.1306

0.55 2.326

0.6 2.5422

0.65 2.7806

0.7 3.0429

0.75 3.3306

0.8 3.6456

0.85 3.9897

0.9 4.3646

0.95 4.7724

1 5.215

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

Значения функции y1 = f1(x) по неявному методу Эйлера:

0 1

0.1 1.05

0.2 1.1666

0.25 1.3117

0.3 1.3986

0.325 1.4972

0.35 1.5517

0.375 1.6101

0.3875 1.6727

0.4 1.7058

0.4125 1.74

0.425 1.7756

0.4375 1.8124

0.45 1.8506

0.4625 1.8902

0.475 1.9314

0.4875 1.9741

0.5 2.0185

0.50625 2.0646

0.5125 2.0884

0.51875 2.1126

0.525 2.1374

0.53125 2.1626

0.5375 2.1883

0.54375 2.2145

0.55 2.2412

0.55625 2.2685

0.5625 2.2963

0.56875 2.3247

0.575 2.3537

0.58125 2.3833

0.5875 2.4135

0.59375 2.4442

0.6 2.4757

0.60625 2.5078

0.6125 2.5405

0.61875 2.574

0.625 2.6081

0.63125 2.643

0.6375 2.6786

0.64375 2.715

0.65 2.7521

0.65312 2.7901

0.65625 2.8094

0.65937 2.8289

0.6625 2.8486

0.66562 2.8685

0.66875 2.8887

0.67187 2.909

0.675 2.9296

0.67812 2.9504

0.68125 2.9715

0.68438 2.9928

0.6875 3.0143

0.69063 3.036

0.69375 3.058

0.69688 3.0802

0.7 3.1027

0.70313 3.1254

0.70625 3.1484

0.70938 3.1716

0.7125 3.1951

0.71563 3.2189

0.71875 3.2429

0.72188 3.2672

0.725 3.2918

0.72813 3.3166

0.73125 3.3417

0.73438 3.3671

0.7375 3.3929

0.74063 3.4189

0.74375 3.4451

0.74688 3.4717

0.75 3.4987

0.75313 3.5259

0.75625 3.5534

0.75938 3.5812

0.7625 3.6094

0.76563 3.6379

0.76875 3.6668

0.77188 3.6959

0.775 3.7254

0.77813 3.7553

0.78125 3.7855

0.78438 3.8161

0.7875 3.847

0.79063 3.8783

0.79375 3.91

0.79688 3.9421

0.79844 3.9745

0.8 3.9909

0.80156 4.0074

0.80313 4.024

0.80469 4.0406

0.80625 4.0574

0.80781 4.0743

0.80938 4.0913

0.81094 4.1083

0.8125 4.1255

0.81406 4.1428

0.81563 4.1602

0.81719 4.1777

0.81875 4.1953

0.82031 4.213

0.82188 4.2309

0.82344 4.2488

0.825 4.2668

0.82656 4.285

0.82813 4.3032

0.82969 4.3216

0.83125 4.3401

0.83281 4.3587

0.83438 4.3774

0.83594 4.3963

0.8375 4.4152

0.83906 4.4343

0.84063 4.4535

0.84219 4.4728

0.84375 4.4922

0.84531 4.5118

0.84688 4.5315

0.84844 4.5512

0.85 4.5712

0.85156 4.5912

0.85313 4.6114

0.85469 4.6317

0.85625 4.6521

0.85781 4.6727

0.85938 4.6934

0.86094 4.7142

0.8625 4.7351

0.86406 4.7562

0.86563 4.7774

0.86719 4.7988

0.86875 4.8203

0.87031 4.8419

0.87188 4.8636

0.87344 4.8856

0.875 4.9076

0.87656 4.9298

0.87813 4.9521

0.87969 4.9746

0.88125 4.9972

0.88281 5.02

0.88438 5.0429

0.88594 5.066

0.8875 5.0892

0.88906 5.1125

0.89063 5.136

0.89219 5.1597

0.89375 5.1835

0.89531 5.2075

0.89688 5.2317

0.89844 5.256

0.9 5.2804

0.90156 5.305

0.90313 5.3298

0.90469 5.3548

0.90625 5.3799

0.90781 5.4052

0.90938 5.4306

0.91094 5.4562

0.9125 5.482

0.91406 5.508

0.91563 5.5341

0.91719 5.5604

0.91875 5.5869

0.92031 5.6136

0.92188 5.6404

0.92344 5.6675

0.925 5.6947

0.92656 5.7221

0.92813 5.7497

0.92969 5.7774

0.93125 5.8054

0.93281 5.8335

0.93438 5.8619

0.93594 5.8904

0.9375 5.9192

0.93906 5.9481

0.94063 5.9772

0.94219 6.0066

0.94297 6.0361

0.94375 6.0509

0.94453 6.0658

0.94531 6.0808

0.94609 6.0958

0.94688 6.1109

0.94766 6.126

0.94844 6.1411

0.94922 6.1563

0.95 6.1716

0.95078 6.1869

0.95156 6.2023

0.95234 6.2177

0.95313 6.2332

0.95391 6.2488

0.95469 6.2643

0.95547 6.28

0.95625 6.2957

0.95703 6.3114

0.95781 6.3273

0.95859 6.3431

0.95938 6.359

0.96016 6.375

0.96094 6.3911

0.96172 6.4072

0.9625 6.4233

0.96328 6.4395

0.96406 6.4558

0.96484 6.4721

0.96563 6.4885

0.96641 6.5049

0.96719 6.5214

0.96797 6.538

0.96875 6.5546

0.96953 6.5712

0.97031 6.588

0.97109 6.6048

0.97188 6.6216

0.97266 6.6385

0.97344 6.6555

0.97422 6.6725

0.975 6.6896

0.97578 6.7068

0.97656 6.724

0.97734 6.7413

0.97813 6.7586

0.97891 6.776

0.97969 6.7935

0.98047 6.811

0.98125 6.8286

0.98203 6.8463

0.98281 6.864

0.98359 6.8818

0.98438 6.8996

0.98516 6.9176

0.98594 6.9355

0.98672 6.9536

0.9875 6.9717

0.98828 6.9899

0.98906 7.0081

0.98984 7.0264

0.99063 7.0448

0.99141 7.0633

0.99219 7.0818

0.99297 7.1004

0.99375 7.119

0.99453 7.1377

0.99531 7.1565

0.99609 7.1754

0.99688 7.1943

0.99766 7.2133

0.99844 7.2323

0.99922 7.2515

1 7.2707

Значения функции y2 = f2(x) по неявному методу Эйлера:

0 1

0.1 1.05

0.2 1.185

0.25 1.3653

0.3 1.4738

0.325 1.5962

0.35 1.663

0.375 1.7336

0.3875 1.8082

0.4 1.847

0.4125 1.8868

0.425 1.9277

0.4375 1.9697

0.45 2.0127

0.4625 2.0567

0.475 2.1019

0.4875 2.1481

0.5 2.1954

0.50625 2.2438

0.5125 2.2684

0.51875 2.2933

0.525 2.3185

0.53125 2.344

0.5375 2.3697

0.54375 2.3958

0.55 2.4221

0.55625 2.4486

0.5625 2.4755

0.56875 2.5026

0.575 2.5301

0.58125 2.5577

0.5875 2.5857

0.59375 2.614

0.6 2.6425

0.60625 2.6713

0.6125 2.7004

0.61875 2.7298

0.625 2.7594

0.63125 2.7893

0.6375 2.8195

0.64375 2.8499

0.65 2.8807

0.65312 2.9117

0.65625 2.9273

0.65937 2.9429

0.6625 2.9587

0.66562 2.9745

0.66875 2.9903

0.67187 3.0063

0.675 3.0223

0.67812 3.0383

0.68125 3.0545

0.68438 3.0706

0.6875 3.0869

0.69063 3.1032

0.69375 3.1196

0.69688 3.1361

0.7 3.1526

0.70313 3.1691

0.70625 3.1858

0.70938 3.2025

0.7125 3.2192

0.71563 3.236

0.71875 3.2529

0.72188 3.2698

0.725 3.2868

0.72813 3.3039

0.73125 3.321

0.73438 3.3382

0.7375 3.3554

0.74063 3.3727

0.74375 3.39

0.74688 3.4074

0.75 3.4249

0.75313 3.4424

0.75625 3.4599

0.75938 3.4775

0.7625 3.4952

0.76563 3.5129

0.76875 3.5307

0.77188 3.5485

0.775 3.5663

0.77813 3.5843

0.78125 3.6022

0.78438 3.6202

0.7875 3.6383

0.79063 3.6564

0.79375 3.6745

0.79688 3.6927

0.79844 3.7109

0.8 3.7201

0.80156 3.7292

0.80313 3.7384

0.80469 3.7475

0.80625 3.7567

0.80781 3.7659

0.80938 3.7751

0.81094 3.7843

0.8125 3.7935

0.81406 3.8027

0.81563 3.8119

0.81719 3.8211

0.81875 3.8304

0.82031 3.8396

0.82188 3.8489

0.82344 3.8582

0.825 3.8674

0.82656 3.8767

0.82813 3.886

0.82969 3.8953

0.83125 3.9046

0.83281 3.914

0.83438 3.9233

0.83594 3.9326

0.8375 3.942

0.83906 3.9513

0.84063 3.9606

0.84219 3.97

0.84375 3.9794

0.84531 3.9887

0.84688 3.9981

0.84844 4.0075

0.85 4.0169

0.85156 4.0263

0.85313 4.0357

0.85469 4.0451

0.85625 4.0545

0.85781 4.0639

0.85938 4.0733

0.86094 4.0828

0.8625 4.0922

0.86406 4.1016

0.86563 4.1111

0.86719 4.1205

0.86875 4.1299

0.87031 4.1394

0.87188 4.1488

0.87344 4.1583

0.875 4.1677

0.87656 4.1772

0.87813 4.1867

0.87969 4.1961

0.88125 4.2056

0.88281 4.2151

0.88438 4.2245

0.88594 4.234

0.8875 4.2435

0.88906 4.2529

0.89063 4.2624

0.89219 4.2719

0.89375 4.2813

0.89531 4.2908

0.89688 4.3003

0.89844 4.3097

0.9 4.3192

0.90156 4.3287

0.90313 4.3381

0.90469 4.3476

0.90625 4.3571

0.90781 4.3665

0.90938 4.376

0.91094 4.3854

0.9125 4.3949

0.91406 4.4043

0.91563 4.4138

0.91719 4.4232

0.91875 4.4326

0.92031 4.4421

0.92188 4.4515

0.92344 4.4609

0.925 4.4703

0.92656 4.4797

0.92813 4.4891

0.92969 4.4985

0.93125 4.5079

0.93281 4.5173

0.93438 4.5267

0.93594 4.536

0.9375 4.5454

0.93906 4.5547

0.94063 4.5641

0.94219 4.5734

0.94297 4.5827

0.94375 4.5874

0.94453 4.5921

0.94531 4.5967

0.94609 4.6013

0.94688 4.606

0.94766 4.6106

0.94844 4.6153

0.94922 4.6199

0.95 4.6245

0.95078 4.6292

0.95156 4.6338

0.95234 4.6384

0.95313 4.6431

0.95391 4.6477

0.95469 4.6523

0.95547 4.6569

0.95625 4.6615

0.95703 4.6661

0.95781 4.6707

0.95859 4.6753

0.95938 4.6799

0.96016 4.6845

0.96094 4.6891

0.96172 4.6937

0.9625 4.6983

0.96328 4.7028

0.96406 4.7074

0.96484 4.712

0.96563 4.7166

0.96641 4.7211

0.96719 4.7257

0.96797 4.7302

0.96875 4.7348

0.96953 4.7393

0.97031 4.7439

0.97109 4.7484

0.97188 4.753

0.97266 4.7575

0.97344 4.762

0.97422 4.7665

0.975 4.7711

0.97578 4.7756

0.97656 4.7801

0.97734 4.7846

0.97813 4.7891

0.97891 4.7936

0.97969 4.7981

0.98047 4.8026

0.98125 4.807

0.98203 4.8115

0.98281 4.816

0.98359 4.8204

0.98438 4.8249

0.98516 4.8294

0.98594 4.8338

0.98672 4.8383

0.9875 4.8427

0.98828 4.8471

0.98906 4.8516

0.98984 4.856

0.99063 4.8604

0.99141 4.8648

0.99219 4.8692

0.99297 4.8736

0.99375 4.878

0.99453 4.8824

0.99531 4.8868

0.99609 4.8912

0.99688 4.8955

0.99766 4.8999

0.99844 4.9043

0.99922 4.9086

1 4.913

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

Числа жёсткости:

Итерация 1: число жёсткости = 2.000000

Итерация 2: число жёсткости = 1.844794

Итерация 3: число жёсткости = 1.677418

Итерация 4: число жёсткости = 1.491012

Итерация 5: число жёсткости = 1.257187

Итерация 6: число жёсткости = 1.000000

Итерация 7: число жёсткости = 1.000000

Итерация 8: число жёсткости = 1.000000

Итерация 9: число жёсткости = 1.000000

Итерация 10: число жёсткости = 1.000000

Итерация 11: число жёсткости = 1.000000

Итерация 12: число жёсткости = 1.000000

Итерация 13: число жёсткости = 1.000000

Итерация 14: число жёсткости = 1.000000

Итерация 15: число жёсткости = 1.000000

Итерация 16: число жёсткости = 1.000000

Итерация 17: число жёсткости = 1.000000

Итерация 18: число жёсткости = 1.000000

Итерация 19: число жёсткости = 1.000000

Итерация 20: число жёсткости = 1.000000

Итерация 21: число жёсткости = 1.000000

Итерация 22: число жёсткости = 1.000000

Итерация 23: число жёсткости = 1.000000

Итерация 24: число жёсткости = 1.000000

Итерация 25: число жёсткости = 1.000000

Итерация 26: число жёсткости = 1.000000

Итерация 27: число жёсткости = 1.000000

Итерация 28: число жёсткости = 1.000000

Итерация 29: число жёсткости = 1.000000

Итерация 30: число жёсткости = 1.000000

Итерация 31: число жёсткости = 1.000000

Итерация 32: число жёсткости = 1.000000

Итерация 33: число жёсткости = 1.000000

Итерация 34: число жёсткости = 1.000000

Итерация 35: число жёсткости = 1.000000

Итерация 36: число жёсткости = 1.000000

Итерация 37: число жёсткости = 1.000000

Итерация 38: число жёсткости = 1.000000

Итерация 39: число жёсткости = 1.000000

Итерация 40: число жёсткости = 1.000000

Итерация 41: число жёсткости = 1.000000

Итерация 42: число жёсткости = 1.000000

Итерация 43: число жёсткости = 1.000000

Итерация 44: число жёсткости = 1.000000

Итерация 45: число жёсткости = 1.000000

Итерация 46: число жёсткости = 1.000000

Итерация 47: число жёсткости = 1.000000

Итерация 48: число жёсткости = 1.000000

Итерация 49: число жёсткости = 1.000000

Итерация 50: число жёсткости = 1.000000

Итерация 51: число жёсткости = 1.000000

Итерация 52: число жёсткости = 1.000000

Итерация 53: число жёсткости = 1.000000

Итерация 54: число жёсткости = 1.000000

Итерация 55: число жёсткости = 1.000000

Итерация 56: число жёсткости = 1.000000

Итерация 57: число жёсткости = 1.000000

Итерация 58: число жёсткости = 1.000000

Итерация 59: число жёсткости = 1.000000

Итерация 60: число жёсткости = 1.000000

Итерация 61: число жёсткости = 1.000000

Итерация 62: число жёсткости = 1.000000

Итерация 63: число жёсткости = 1.000000

Итерация 64: число жёсткости = 1.000000

Итерация 65: число жёсткости = 1.000000

Итерация 66: число жёсткости = 1.000000

Итерация 67: число жёсткости = 1.000000

Итерация 68: число жёсткости = 1.000000

Итерация 69: число жёсткости = 1.000000

Итерация 70: число жёсткости = 1.000000

Итерация 71: число жёсткости = 1.000000

Итерация 72: число жёсткости = 1.000000

Итерация 73: число жёсткости = 1.000000

Итерация 74: число жёсткости = 1.000000

Итерация 75: число жёсткости = 1.000000

Итерация 76: число жёсткости = 1.000000

Итерация 77: число жёсткости = 1.000000

Итерация 78: число жёсткости = 1.000000

Итерация 79: число жёсткости = 1.000000

Итерация 80: число жёсткости = 1.000000

Итерация 81: число жёсткости = 1.000000

Итерация 82: число жёсткости = 1.000000

Итерация 83: число жёсткости = 1.000000

Итерация 84: число жёсткости = 1.000000

Итерация 85: число жёсткости = 1.000000

Итерация 86: число жёсткости = 1.000000

Итерация 87: число жёсткости = 1.000000

Итерация 88: число жёсткости = 1.000000

Итерация 89: число жёсткости = 1.000000

Итерация 90: число жёсткости = 1.000000

Итерация 91: число жёсткости = 1.000000

Итерация 92: число жёсткости = 1.000000

Итерация 93: число жёсткости = 1.000000

Итерация 94: число жёсткости = 1.000000

Итерация 95: число жёсткости = 1.000000

Итерация 96: число жёсткости = 1.000000

Итерация 97: число жёсткости = 1.000000

Итерация 98: число жёсткости = 1.000000

Итерация 99: число жёсткости = 1.000000

Итерация 100: число жёсткости = 1.000000

Итерация 101: число жёсткости = 1.000000

Итерация 102: число жёсткости = 1.000000

Итерация 103: число жёсткости = 1.000000

Итерация 104: число жёсткости = 1.000000

Итерация 105: число жёсткости = 1.000000

Итерация 106: число жёсткости = 1.000000

Итерация 107: число жёсткости = 1.000000

Итерация 108: число жёсткости = 1.000000

Итерация 109: число жёсткости = 1.000000

Итерация 110: число жёсткости = 1.000000

Итерация 111: число жёсткости = 1.000000

Итерация 112: число жёсткости = 1.000000

Итерация 113: число жёсткости = 1.000000

Итерация 114: число жёсткости = 1.000000

Итерация 115: число жёсткости = 1.000000

Итерация 116: число жёсткости = 1.000000

Итерация 117: число жёсткости = 1.000000

Итерация 118: число жёсткости = 1.000000

Итерация 119: число жёсткости = 1.000000

Итерация 120: число жёсткости = 1.000000

Итерация 121: число жёсткости = 1.000000

Итерация 122: число жёсткости = 1.000000

Итерация 123: число жёсткости = 1.000000

Итерация 124: число жёсткости = 1.000000

Итерация 125: число жёсткости = 1.000000

Итерация 126: число жёсткости = 1.000000

Итерация 127: число жёсткости = 1.000000

Итерация 128: число жёсткости = 1.000000

Итерация 129: число жёсткости = 1.000000

Итерация 130: число жёсткости = 1.000000

Итерация 131: число жёсткости = 1.000000

Итерация 132: число жёсткости = 1.000000

Итерация 133: число жёсткости = 1.000000

Итерация 134: число жёсткости = 1.000000

Итерация 135: число жёсткости = 1.000000

Итерация 136: число жёсткости = 1.000000

Итерация 137: число жёсткости = 1.000000

Итерация 138: число жёсткости = 1.000000

Итерация 139: число жёсткости = 1.000000

Итерация 140: число жёсткости = 1.000000

Итерация 141: число жёсткости = 1.000000

Итерация 142: число жёсткости = 1.000000

Итерация 143: число жёсткости = 1.000000

Итерация 144: число жёсткости = 1.000000

Итерация 145: число жёсткости = 1.000000

Итерация 146: число жёсткости = 1.000000

Итерация 147: число жёсткости = 1.000000

Итерация 148: число жёсткости = 1.000000

Итерация 149: число жёсткости = 1.000000

Итерация 150: число жёсткости = 1.000000

Итерация 151: число жёсткости = 1.000000

Итерация 152: число жёсткости = 1.000000

Итерация 153: число жёсткости = 1.000000

Итерация 154: число жёсткости = 1.000000

Итерация 155: число жёсткости = 1.000000

Итерация 156: число жёсткости = 1.000000

Итерация 157: число жёсткости = 1.000000

Итерация 158: число жёсткости = 1.000000

Итерация 159: число жёсткости = 1.000000

Итерация 160: число жёсткости = 1.000000

Итерация 161: число жёсткости = 1.000000

Итерация 162: число жёсткости = 1.000000

Итерация 163: число жёсткости = 1.000000

Итерация 164: число жёсткости = 1.000000

Итерация 165: число жёсткости = 1.000000

Итерация 166: число жёсткости = 1.000000

Итерация 167: число жёсткости = 1.000000

Итерация 168: число жёсткости = 1.000000

Итерация 169: число жёсткости = 1.000000

Итерация 170: число жёсткости = 1.000000

Итерация 171: число жёсткости = 1.000000

Итерация 172: число жёсткости = 1.000000

Итерация 173: число жёсткости = 1.000000

Итерация 174: число жёсткости = 1.000000

Итерация 175: число жёсткости = 1.000000

Итерация 176: число жёсткости = 1.000000

Итерация 177: число жёсткости = 1.000000

Итерация 178: число жёсткости = 1.000000

Итерация 179: число жёсткости = 1.000000

Итерация 180: число жёсткости = 1.000000

Итерация 181: число жёсткости = 1.000000

Итерация 182: число жёсткости = 1.000000

Итерация 183: число жёсткости = 1.000000

Итерация 184: число жёсткости = 1.000000

Итерация 185: число жёсткости = 1.000000

Итерация 186: число жёсткости = 1.000000

Итерация 187: число жёсткости = 1.000000

Итерация 188: число жёсткости = 1.000000

Итерация 189: число жёсткости = 1.000000

Итерация 190: число жёсткости = 1.000000

Итерация 191: число жёсткости = 1.000000

Итерация 192: число жёсткости = 1.000000

Итерация 193: число жёсткости = 1.000000

Итерация 194: число жёсткости = 1.000000

Итерация 195: число жёсткости = 1.000000

Итерация 196: число жёсткости = 1.000000

Итерация 197: число жёсткости = 1.000000

Итерация 198: число жёсткости = 1.000000

Итерация 199: число жёсткости = 1.000000

Итерация 200: число жёсткости = 1.000000

Итерация 201: число жёсткости = 1.000000

Итерация 202: число жёсткости = 1.000000

Итерация 203: число жёсткости = 1.000000

Итерация 204: число жёсткости = 1.000000

Итерация 205: число жёсткости = 1.000000

Итерация 206: число жёсткости = 1.000000

Итерация 207: число жёсткости = 1.000000

Итерация 208: число жёсткости = 1.000000

Итерация 209: число жёсткости = 1.000000

Итерация 210: число жёсткости = 1.000000

Итерация 211: число жёсткости = 1.000000

Итерация 212: число жёсткости = 1.000000

Итерация 213: число жёсткости = 1.000000

Итерация 214: число жёсткости = 1.000000

Итерация 215: число жёсткости = 1.000000

Итерация 216: число жёсткости = 1.000000

Итерация 217: число жёсткости = 1.000000

Итерация 218: число жёсткости = 1.000000

Итерация 219: число жёсткости = 1.000000

Итерация 220: число жёсткости = 1.000000

Итерация 221: число жёсткости = 1.000000

Итерация 222: число жёсткости = 1.000000

Итерация 223: число жёсткости = 1.000000

Итерация 224: число жёсткости = 1.000000

Итерация 225: число жёсткости = 1.000000

Итерация 226: число жёсткости = 1.000000

Итерация 227: число жёсткости = 1.000000

Итерация 228: число жёсткости = 1.000000

Итерация 229: число жёсткости = 1.000000

Итерация 230: число жёсткости = 1.000000

Итерация 231: число жёсткости = 1.000000

Итерация 232: число жёсткости = 1.000000

Итерация 233: число жёсткости = 1.000000

Итерация 234: число жёсткости = 1.000000

Итерация 235: число жёсткости = 1.000000

Итерация 236: число жёсткости = 1.000000

Итерация 237: число жёсткости = 1.000000

Итерация 238: число жёсткости = 1.000000

Итерация 239: число жёсткости = 1.000000

Итерация 240: число жёсткости = 1.000000

Итерация 241: число жёсткости = 1.000000

Итерация 242: число жёсткости = 1.000000

Итерация 243: число жёсткости = 1.000000

Итерация 244: число жёсткости = 1.000000

Итерация 245: число жёсткости = 1.000000

Итерация 246: число жёсткости = 1.000000

Итерация 247: число жёсткости = 1.000000

Итерация 248: число жёсткости = 1.000000

Итерация 249: число жёсткости = 1.000000

Итерация 250: число жёсткости = 1.000000

Итерация 251: число жёсткости = 1.000000

Итерация 252: число жёсткости = 1.000000

Итерация 253: число жёсткости = 1.000000

Итерация 254: число жёсткости = 1.000000

Итерация 255: число жёсткости = 1.000000

Итерация 256: число жёсткости = 1.000000

Итерация 257: число жёсткости = 1.000000

Итерация 258: число жёсткости = 1.000000

Итерация 259: число жёсткости = 1.000000

Итерация 260: число жёсткости = 1.000000

Итерация 261: число жёсткости = 1.000000

Итерация 262: число жёсткости = 1.000000

Итерация 263: число жёсткости = 1.000000

Итерация 264: число жёсткости = 1.000000

Итерация 265: число жёсткости = 1.000000

Итерация 266: число жёсткости = 1.000000

Итерация 267: число жёсткости = 1.000000

Итерация 268: число жёсткости = 1.000000

Итерация 269: число жёсткости = 1.000000

Итерация 270: число жёсткости = 1.000000

Итерация 271: число жёсткости = 1.000000

Итерация 272: число жёсткости = 1.000000

Итерация 273: число жёсткости = 1.000000

Итерация 274: число жёсткости = 1.000000

Итерация 275: число жёсткости = 1.000000

Шаги:

Итерация 1: шаг = 0.050000

Итерация 2: шаг = 0.050000

Итерация 3: шаг = 0.050000

Итерация 4: шаг = 0.050000

Итерация 5: шаг = 0.050000

Итерация 6: шаг = 0.050000

Итерация 7: шаг = 0.050000

Итерация 8: шаг = 0.050000

Итерация 9: шаг = 0.050000

Итерация 10: шаг = 0.050000

Итерация 11: шаг = 0.050000

Итерация 12: шаг = 0.050000

Итерация 13: шаг = 0.050000

Итерация 14: шаг = 0.050000

Итерация 15: шаг = 0.050000

Итерация 16: шаг = 0.050000

Итерация 17: шаг = 0.050000

Итерация 18: шаг = 0.050000

Итерация 19: шаг = 0.050000

Итерация 20: шаг = 0.050000

Итерация 21: шаг = 0.100000

Итерация 22: шаг = 0.100000

Итерация 23: шаг = 0.050000

Итерация 24: шаг = 0.050000

Итерация 25: шаг = 0.025000

Итерация 26: шаг = 0.025000

Итерация 27: шаг = 0.025000

Итерация 28: шаг = 0.012500

Итерация 29: шаг = 0.012500

Итерация 30: шаг = 0.012500

Итерация 31: шаг = 0.012500

Итерация 32: шаг = 0.012500

Итерация 33: шаг = 0.012500

Итерация 34: шаг = 0.012500

Итерация 35: шаг = 0.012500

Итерация 36: шаг = 0.012500

Итерация 37: шаг = 0.012500

Итерация 38: шаг = 0.006250

Итерация 39: шаг = 0.006250

Итерация 40: шаг = 0.006250

Итерация 41: шаг = 0.006250

Итерация 42: шаг = 0.006250

Итерация 43: шаг = 0.006250

Итерация 44: шаг = 0.006250

Итерация 45: шаг = 0.006250

Итерация 46: шаг = 0.006250

Итерация 47: шаг = 0.006250

Итерация 48: шаг = 0.006250

Итерация 49: шаг = 0.006250

Итерация 50: шаг = 0.006250

Итерация 51: шаг = 0.006250

Итерация 52: шаг = 0.006250

Итерация 53: шаг = 0.006250

Итерация 54: шаг = 0.006250

Итерация 55: шаг = 0.006250

Итерация 56: шаг = 0.006250

Итерация 57: шаг = 0.006250

Итерация 58: шаг = 0.006250

Итерация 59: шаг = 0.006250

Итерация 60: шаг = 0.006250

Итерация 61: шаг = 0.006250

Итерация 62: шаг = 0.003125

Итерация 63: шаг = 0.003125

Итерация 64: шаг = 0.003125

Итерация 65: шаг = 0.003125

Итерация 66: шаг = 0.003125

Итерация 67: шаг = 0.003125

Итерация 68: шаг = 0.003125

Итерация 69: шаг = 0.003125

Итерация 70: шаг = 0.003125

Итерация 71: шаг = 0.003125

Итерация 72: шаг = 0.003125

Итерация 73: шаг = 0.003125

Итерация 74: шаг = 0.003125

Итерация 75: шаг = 0.003125

Итерация 76: шаг = 0.003125

Итерация 77: шаг = 0.003125

Итерация 78: шаг = 0.003125

Итерация 79: шаг = 0.003125

Итерация 80: шаг = 0.003125

Итерация 81: шаг = 0.003125

Итерация 82: шаг = 0.003125

Итерация 83: шаг = 0.003125

Итерация 84: шаг = 0.003125

Итерация 85: шаг = 0.003125

Итерация 86: шаг = 0.003125

Итерация 87: шаг = 0.003125

Итерация 88: шаг = 0.003125

Итерация 89: шаг = 0.003125

Итерация 90: шаг = 0.003125

Итерация 91: шаг = 0.003125

Итерация 92: шаг = 0.003125

Итерация 93: шаг = 0.003125

Итерация 94: шаг = 0.003125

Итерация 95: шаг = 0.003125

Итерация 96: шаг = 0.003125

Итерация 97: шаг = 0.003125

Итерация 98: шаг = 0.003125

Итерация 99: шаг = 0.003125

Итерация 100: шаг = 0.003125

Итерация 101: шаг = 0.003125

Итерация 102: шаг = 0.003125

Итерация 103: шаг = 0.003125

Итерация 104: шаг = 0.003125

Итерация 105: шаг = 0.003125

Итерация 106: шаг = 0.003125

Итерация 107: шаг = 0.003125

Итерация 108: шаг = 0.003125

Итерация 109: шаг = 0.001563

Итерация 110: шаг = 0.001563

Итерация 111: шаг = 0.001563

Итерация 112: шаг = 0.001563

Итерация 113: шаг = 0.001563

Итерация 114: шаг = 0.001563

Итерация 115: шаг = 0.001563

Итерация 116: шаг = 0.001563

Итерация 117: шаг = 0.001563

Итерация 118: шаг = 0.001563

Итерация 119: шаг = 0.001563

Итерация 120: шаг = 0.001563

Итерация 121: шаг = 0.001563

Итерация 122: шаг = 0.001563

Итерация 123: шаг = 0.001563

Итерация 124: шаг = 0.001563

Итерация 125: шаг = 0.001563

Итерация 126: шаг = 0.001563

Итерация 127: шаг = 0.001563

Итерация 128: шаг = 0.001563

Итерация 129: шаг = 0.001563

Итерация 130: шаг = 0.001563

Итерация 131: шаг = 0.001563

Итерация 132: шаг = 0.001563

Итерация 133: шаг = 0.001563

Итерация 134: шаг = 0.001563

Итерация 135: шаг = 0.001563

Итерация 136: шаг = 0.001563

Итерация 137: шаг = 0.001563

Итерация 138: шаг = 0.001563

Итерация 139: шаг = 0.001563

Итерация 140: шаг = 0.001563

Итерация 141: шаг = 0.001563

Итерация 142: шаг = 0.001563

Итерация 143: шаг = 0.001563

Итерация 144: шаг = 0.001563

Итерация 145: шаг = 0.001563

Итерация 146: шаг = 0.001563

Итерация 147: шаг = 0.001563

Итерация 148: шаг = 0.001563

Итерация 149: шаг = 0.001563

Итерация 150: шаг = 0.001563

Итерация 151: шаг = 0.001563

Итерация 152: шаг = 0.001563

Итерация 153: шаг = 0.001563

Итерация 154: шаг = 0.001563

Итерация 155: шаг = 0.001563

Итерация 156: шаг = 0.001563

Итерация 157: шаг = 0.001563

Итерация 158: шаг = 0.001563

Итерация 159: шаг = 0.001563

Итерация 160: шаг = 0.001563

Итерация 161: шаг = 0.001563

Итерация 162: шаг = 0.001563

Итерация 163: шаг = 0.001563

Итерация 164: шаг = 0.001563

Итерация 165: шаг = 0.001563

Итерация 166: шаг = 0.001563

Итерация 167: шаг = 0.001563

Итерация 168: шаг = 0.001563

Итерация 169: шаг = 0.001563

Итерация 170: шаг = 0.001563

Итерация 171: шаг = 0.001563

Итерация 172: шаг = 0.001563

Итерация 173: шаг = 0.001563

Итерация 174: шаг = 0.001563

Итерация 175: шаг = 0.001563

Итерация 176: шаг = 0.001563

Итерация 177: шаг = 0.001563

Итерация 178: шаг = 0.001563

Итерация 179: шаг = 0.001563

Итерация 180: шаг = 0.001563

Итерация 181: шаг = 0.001563

Итерация 182: шаг = 0.001563

Итерация 183: шаг = 0.001563

Итерация 184: шаг = 0.001563

Итерация 185: шаг = 0.001563

Итерация 186: шаг = 0.001563

Итерация 187: шаг = 0.001563

Итерация 188: шаг = 0.001563

Итерация 189: шаг = 0.001563

Итерация 190: шаг = 0.001563

Итерация 191: шаг = 0.001563

Итерация 192: шаг = 0.001563

Итерация 193: шаг = 0.001563

Итерация 194: шаг = 0.001563

Итерация 195: шаг = 0.001563

Итерация 196: шаг = 0.001563

Итерация 197: шаг = 0.001563

Итерация 198: шаг = 0.001563

Итерация 199: шаг = 0.001563

Итерация 200: шаг = 0.001563

Итерация 201: шаг = 0.001563

Итерация 202: шаг = 0.000781

Итерация 203: шаг = 0.000781

Итерация 204: шаг = 0.000781

Итерация 205: шаг = 0.000781

Итерация 206: шаг = 0.000781

Итерация 207: шаг = 0.000781

Итерация 208: шаг = 0.000781

Итерация 209: шаг = 0.000781

Итерация 210: шаг = 0.000781

Итерация 211: шаг = 0.000781

Итерация 212: шаг = 0.000781

Итерация 213: шаг = 0.000781

Итерация 214: шаг = 0.000781

Итерация 215: шаг = 0.000781

Итерация 216: шаг = 0.000781

Итерация 217: шаг = 0.000781

Итерация 218: шаг = 0.000781

Итерация 219: шаг = 0.000781

Итерация 220: шаг = 0.000781

Итерация 221: шаг = 0.000781

Итерация 222: шаг = 0.000781

Итерация 223: шаг = 0.000781

Итерация 224: шаг = 0.000781

Итерация 225: шаг = 0.000781

Итерация 226: шаг = 0.000781

Итерация 227: шаг = 0.000781

Итерация 228: шаг = 0.000781

Итерация 229: шаг = 0.000781

Итерация 230: шаг = 0.000781

Итерация 231: шаг = 0.000781

Итерация 232: шаг = 0.000781

Итерация 233: шаг = 0.000781

Итерация 234: шаг = 0.000781

Итерация 235: шаг = 0.000781

Итерация 236: шаг = 0.000781

Итерация 237: шаг = 0.000781

Итерация 238: шаг = 0.000781

Итерация 239: шаг = 0.000781

Итерация 240: шаг = 0.000781

Итерация 241: шаг = 0.000781

Итерация 242: шаг = 0.000781

Итерация 243: шаг = 0.000781

Итерация 244: шаг = 0.000781

Итерация 245: шаг = 0.000781

Итерация 246: шаг = 0.000781

Итерация 247: шаг = 0.000781

Итерация 248: шаг = 0.000781

Итерация 249: шаг = 0.000781

Итерация 250: шаг = 0.000781

Итерация 251: шаг = 0.000781

Итерация 252: шаг = 0.000781

Итерация 253: шаг = 0.000781

Итерация 254: шаг = 0.000781

Итерация 255: шаг = 0.000781

Итерация 256: шаг = 0.000781

Итерация 257: шаг = 0.000781

Итерация 258: шаг = 0.000781

Итерация 259: шаг = 0.000781

Итерация 260: шаг = 0.000781

Итерация 261: шаг = 0.000781

Итерация 262: шаг = 0.000781

Итерация 263: шаг = 0.000781

Итерация 264: шаг = 0.000781

Итерация 265: шаг = 0.000781

Итерация 266: шаг = 0.000781

Итерация 267: шаг = 0.000781

Итерация 268: шаг = 0.000781

Итерация 269: шаг = 0.000781

Итерация 270: шаг = 0.000781

Итерация 271: шаг = 0.000781

Итерация 272: шаг = 0.000781

Итерация 273: шаг = 0.000781

Итерация 274: шаг = 0.000781

Итерация 275: шаг = 0.000781