МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПРАКТИКУМ ПО КОМПЬЮТЕРНОМУ МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ
ЧАСТЬ I:
ОСНОВЫ РАБОТЫ С ГРАФИКОЙ В СИСТЕМЕ DELPHI

Казанский университет

2015

УДК 004.94
ББК 32.973.26–018

Рекомендовано к печати решением кафедры высшей математики и математического моделирования отделения педагогического образования Института математики и механики им. Н. И. Лобачевского ФГАОУВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Научный редактор –
кандидат физ.-мат. наук Ф. Ш. Зарипов

Рецензенты:
доктор пед. наук Л. Р. Шакирова
канд. физ.-мат. наук Е. П. Шустова

Практикум по компьютерному математическому моделированию. Часть I: Основы работы с графикой в системе Delphi: учебно-методическое пособие / О. А. Широкова – Казань: КФУ, 2015. – 50с.

Предлагаемое учебно-методическое пособие предназначено для обеспечения самостоятельных занятий изучающим компьютерное моделирование студентам отделения педагогического образования Института математики и механики им. Н. И. Лобачевского КФУ. Пособие содержит теоретический материал, примеры и задания по следующим темам: «Построение графиков в Delphi», «Динамический рисунок с использованием графических примитивов», «Построение графика функции с заданием размеров, связанных с размерами формы» «Пример компьютерной научной графики». Учебно-методическое пособие предоставляет необходимый теоретический материал по соответствующим темам, методическую разработку лабораторных работ с демонстрациями решения типовых задач и задачи для самостоятельного выполнения.

УДК 004.94
ББК 32.973.26–018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ В DELPHI

Общие сведения

Работа с графикой в Delphi предполагает обращение к канве - свойству Canvas компонентов Delphi. Canvas – это холст, который позволяет программисту иметь доступ к каждой его точке (пикселю), и, словно художнику, отображать то, что требуется.

Канва **Canvas** (холст, полотно) представляет собой область компонента, на которой можно рисовать или отображать готовые изображения. Она содержит свойства и методы, существенно упрощающие графику Delphi. Каждая точка канвы имеет координаты **X** и **Y**. Система координат канвы имеет началом левый верхний угол канвы. Координата **X** возрастает при перемещении слева направо, а координата **Y** — при перемещении сверху вниз. Направление осей показано на рисунке.

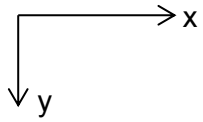


Рис1. Направление осей

Координаты измеряются в пикселях. Пиксель — это наименьший элемент поверхности рисунка, с которым можно манипулировать. Важнейшее свойство пикселя — его цвет.

В работе с графикой в Delphi в распоряжении программиста находятся канва (свойство **Canvas** компонентов), карандаш (свойство **Pen**), кисть (свойство **Brush**) того компонента или объекта, на котором предполагается рисовать.

Имя	Описание
Pen	Используется для рисования простых линий. Обычно применяется для функции LineTo или при рисовании рамки для определённой фигуры (например для функции Rectangle).
Brush	Кисть используется для заполнения области определённым цветом. Применяется в функциях Rectangle, FillRect или FloodFill.
Font	Используется для задания шрифта, которым будет нарисован текст. Можно указать имя шрифта, размер и т.д.

У карандаша **Pen** и кисти **Brush** можно менять цвет (свойство **Color**) и стиль (свойство **Style**). Доступ к шрифтам предоставляет свойство канвы – **Font**. Эти инструменты позволяют отображать как текст, так и достаточно сложные графики математического и инженерного содержания, а также рисунки. Кроме этого, работа с графикой позволяет использовать в Delphi такие ресурсы Windows как графические и видеофайлы.

Конечно, не все компоненты в Delphi имеют эти свойства. Свойство Canvas имеет форма – компонент TForm. На вкладке Additional расположен специализированный компонент TImage, специально предназначенный для рисования. Также свойство Canvas имеют, например, такие компоненты как TListBox, TComboBox, TStringGrid, а главное – сама форма Form1: TForm, на которой размещены компоненты.

Основное свойство канвы – **Pixels[i, j]** типа TColor. Это двумерный массив точек (пикселей), задаваемых своим цветом. Например, **Canvas.Pixels [10,20]** соответствует цвету пикселя, 10-го слева и 20-го сверху. С массивом пикселей можно обращаться как с любым свойством: изменять цвет, задавая пикселю новое значение, или определять его цвет по хранящемуся в нем значению.

Рисование на канве происходит в момент присвоения какой-либо точке канвы заданного цвета. Каждому пикселю может быть присвоен цвет. Для стандартных цветов в Delphi определён набор текстовых констант. Увидеть его можно, открыв в Инспекторе Объектов компонента (например, формы) свойство Color. Например, выполнение оператора:

Form1.Canvas.Pixels[100, 100]:=clRed;

приведёт к рисованию красной точки с координатами [100, 100]. Узнать цвет пиксела можно обратным присвоением:

Color:= Form1.Canvas.Pixels[100,100];

Тип TColor определён как длинное целое (LongInt). Его четыре байта содержат информацию о долях синего (B), зелёного (G), и красного (R)

цветов. В 16-ричной системе это выглядит так: $00BBGGRR. Доля каждого цвета может меняться от 0 до 255.

Например, **Form1.Canvas.Pixels[10,20] := 0**

или **Form1.Canvas.Pixels[10,20] := clBlack** — это задание пикселю черного цвета.

Рисование линий

Самое главное, что надо знать при рисовании линий и фигур, это различие между пером (Pen) и кистью (Brush). Всё очень просто: перо (Pen) используется при рисовании линий или рамок, а кисть (Brush) для заполнения фигуры. Ниже приведены две функции, которые используются для рисования линий и обе принадлежат TCanvas:

Имя	Описание	Пример
MoveTo	Перемещает точку начала рисования линии в указанные координаты x и y	Canvas.MoveTo(50, 100);
LineTo	Рисует линию начиная с текущей позиции (см. MoveTo) до указанных координат x и y.	Canvas.LineTo(50, 100);

Эффект перемещения точки начала рисования линии также достигается при помощи установки свойства **PenPos.** Например, "Canvas.PenPos.x := 20;", "Canvas.PenPos.y := 50", или "Canvas.PenPos := Point(20,50);".

По умолчанию, точка начала рисования установлена в (0,0), то есть, если сразу вызвать "Canvas.LineTo(100,100);" то будет нарисована линия из точки (0,0) в точку (100, 100). Точка начала рисования автоматически переместится в (100, 100), то есть, если выполнить команду "Canvas.LineTo(200, 100);", то следующая линия будет нарисована из точки (100, 100) в (200, 100). Поэтому, если мы хотим рисовать линии несоединённые друг с другом, то придётся воспользоваться методом MoveTo.

Линия, нарисованная при помощи LineTo использует текущее перо канваса (типа TPen). Основные свойства пера, это ширина - "Canvas.Pen.Width := 4;" (при помощи которого можно задавать различную ширину линий), и цвет "Canvas.Pen.Color := clLime;".

Рисование фигур

Для рисования фигур, в TCanvas предусмотрены следующие функции:

Имя	Описание	Пример
Ellipse	Рисует элипс, вписанный в невидимый квадрат с координатами верхнего левого угла и правого нижнего. Если координаты x и y у углов будут совпадать, то получится круг.	Canvas.Ellipse(0,0,50,50);
FillRect	Заполняет прямоугольник цветом текущей кисти (brush), но никак не за пределами него.	Canvas.FillRect(Bounds(0,0,100,100));
FloodFill	Заполняет данную область цветом текущей кисти, до тех пор пока не будет достигнут край.	Canvas.FloodFill(10, 10, clBlack, fsBorder);
Rectangle	Рисует прямоугольник (или квадрат), заполненный цветом текущей кисти и обрамлённый цветом текущего пера	Canvas.Rectangle(Bounds(20, 20, 50, 50));
RoundRect	Тоже, что и Rectangle, но с загруглёнными углами.	Canvas.RoundRect(20, 20, 50, 50, 3, 3);

Ещё есть очень нужная функция TextOut, которая позволяет рисовать текст, используя шрифт, заданный в Canvas:

Имя	Описание	Пример
TextOut	Рисует данную строку на канве начиная с координат (x,y) - фон текста заполняется текущим цветом кисти.	Canvas.TextOut(10, 10, 'Some text');

Функция TextOut позволяет рисовать текст, не заполняя его фон. Если Вам необходимо изменить шрифт, используемый в TextOut, то необходимо изменить свойство Font (это свойство имеет тип TFont) - например "Canvas.Font.Name := 'Verdana';", "Canvas.Font.Size := 24;" или "Canvas.Font.Color := clRed;".

Построение графика.

Требуется составить программу построения на экране дисплея графика функции $y = F(x)$.

Решение этой задачи удобно проводить в следующем порядке:

1. Определим границы значений аргумента в декартовых координатах, в пределах которых будет строиться график $X \in [X_{min}, X_{max}]$.
2. Для данной области значений аргумента определим предельные значения функции: $Y \in [Y_{min}, Y_{max}]$. Эти значения необязательно должны быть точными. Они могут быть оценочными снизу и сверху соответственно.
3. Зададим границы графического окна в графических координатах, в пределах которого будет рисоваться график: $[X_{gmin}, X_{gmax}]$ – по горизонтали, $[Y_{gmin}, Y_{gmax}]$ – по вертикали.
4. Учесть, что $Y_{gmin} > Y_{gmax,}$ поскольку в графических координатах вертикальная ось направлена вниз.

Таким образом, имеем две системы координат [x, y] – математическая или декартова система координат и $[x_g, y_g]$ – экранная система координат.

Получим формулы связи между этими системами.

Нетрудно получить формулу, связывающую экранные и математические координаты:

$$X_g = X_{g\min} + \left[\frac{X_{g\max} - X_{g\min}}{X_{\max} - X_{\min}} (X - X_{\min}) \right]; \qquad (*)$$

$$Y_g = Y_{g\min} + \left[\frac{Y_{g\max} - Y_{g\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}} (Y - Y_{\min}) \right].$$

Здесь квадратные скобки означают округление до целого значения (функция Round).

Построение графика функции может производиться либо точечным методом, либо кусочно-линейным. При первом способе график строится как последовательность точек, расположенных максимально близко.

Производится «попикселевый» перебор значений аргумента X_g в интервале $[X_{gmln}, X_{gmax}]$ с выставлением точек с соответствующими координатами Y_g.

При кусочно-линейном методе задается шаг ΔX и рассчитывается последовательность значений (X_i , Y_i):

$$X_i = X_{\min} + i \cdot \Delta X, \quad Y_i = F(X_i), \quad i = 0,1,...,n, \quad n = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{\Delta X}.$$

Данный расчет производится в декартовой системе координат.

График строится в виде отрезков прямых, проведенных через точки (X_i, Y_i), $(X_{i+1}, У_{i+1})$.

Точечный метод построения графика.

Создадим визуальный проект и оставим программу построения графика функции $y = \sin(2x + 1)$ для $X \in [-2\pi; 0]$ используя точечный метод.

Из условия задачи следует, что X_{min}= -2π, X_{max}= 0.

В этих пределах функция $y = \sin(2x + 1)$ меняется от -1до 1.

Поэтому Y_{min}= -1, Y_{max} = 1.

X_{min}= -2π Y_{min}= -1

X_{max}= 0 Y_{max} = 1

Выберем следующие границы графического окна:

X_{gmin}=10 Y_{gmin}= 300

X_{gmax}=400 Y_{gmax}=40

График строится в виде последовательности точек с математическими координатами

$X_i = X_{min} + i \cdot h$; $Y_i = \sin(2X_i+1)$; $i = 0, ...,390.$ (400-10=390)

Шаг h выбирается минимально возможным, соответствующим шагу графической сетки:

$$h = \frac{X_{max} - X_{min}}{X_{g\,max} - X_{g\,min}} = \frac{0 - (-2\pi)}{400 - 10} = \frac{2\pi}{390} = \frac{\pi}{195}$$

Приведенные выше формулы перевода декартовых координат в экранные примут вид:

$$X_g = 10 + \left[\frac{400-10}{0+2\pi}(x+2\pi)\right] = 10\left[\frac{390}{2\pi}(x+2\pi)\right] = 10 + \left[\frac{390x}{2\pi} + \frac{390*2\pi}{2\pi}\right] = 400 + \left[\frac{195x}{\pi}\right]$$

$$y_g = 300 + \left[\frac{40-300}{1+1}(y+1)\right] = 300 + [-130(y+1)] = 300 + [-130y - 130] = 170 - [130y] \quad (1)$$

Вместе с графиком функции строятся оси координат. Строить их будем с помощью команды рисования линии LineTo и команды MoveTo. Найдем графические координаты точки пересечения осей, то есть выразим декартовое начало координат в графическом виде ($X_{g\,нк}, Y_{g\,нк}$), для этого подставим значение $X_{нк} = 0$, и $Y_{нк} = 0$ в формулы X_g, y_g (1),

$$X_{g\,нк} = 400 + \left[\frac{195 * 0}{\pi}\right] = 400$$

$$Y_{g\,нк} = 170 - [130 * 0] = 170,$$

таким образом, графическое начало координат находится в точке [400;170]. Графические оси координат пройдут через эту точку.

Далее на оси *OX* строятся засечки, обозначающие точки -2π, -$\frac{3}{2}$π, -π, -$\frac{\pi}{2}$ Для нахождения их графических координат используются формулы (1).

Например: найдем графические координаты засечки -2π. Используем формулу для X_g, при X =-2π

$$X_g(-2\pi) = 400 + \left[\frac{195 * (-2\pi)}{\pi}\right] = 400 - 390 = 10$$

Вторая координата определяется осью *OX:* y_g=170. Высота засечки выбирается произвольно: [170-5, 170+5] и выводится надпись:

```
Form1.Canvas.MoveTo(10,165);
Form1.Canvas.LineTo(10,175);
Form1.Canvas.TextOut(10,180,'-2п');
```

Аналогично строим остальные засечки.

В программе также можно предусмотреть цикл, обозначающий точки на оси *OX,* в которых производная равна нулю.

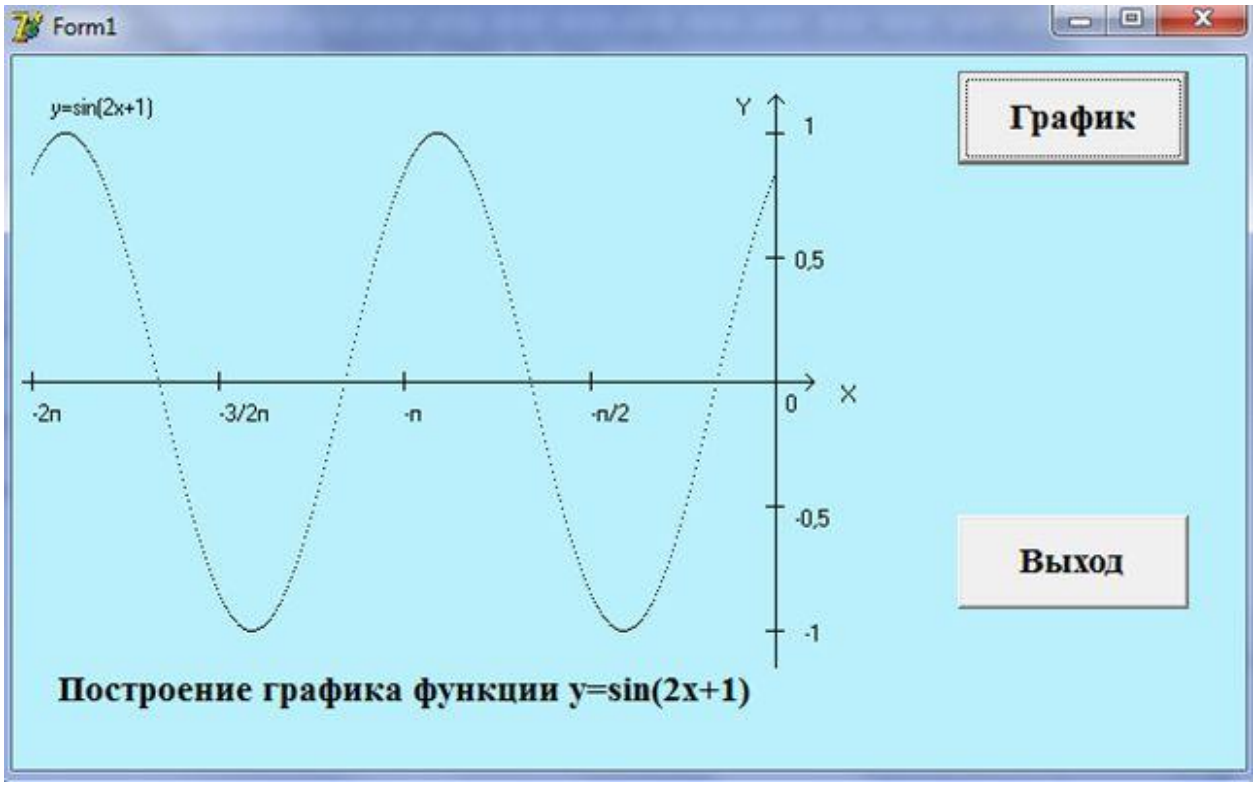
Пример точечного метода построения графика:

```
Unit unit_new;
interface
uses
Classes, SysUtils, FileUtil, Forms, Controls, Graphics, Dialogs, StdCtrls;

type
{ TForm1 }
TForm1 = class(TForm)
Button1: TButton;
Button2: TButton;
Label1: TLabel;
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
private
{ private declarations }
public
{ public declarations }
end;

var
Form1: TForm1;
implementation
{$R *.lfm}
{ TForm1 }

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var x:real;
xg,yg,i:integer;
begin
   Form1.Canvas.MoveTo(400,20);
   Form1.Canvas.LineTo(400,320); //ось Y
   Form1.Canvas.MoveTo(5,170);
   Form1.Canvas.LineTo(420,170); //ось X
   Form1.Canvas.MoveTo(10,165);
   Form1.Canvas.LineTo(10,175); //засечка -2π
   Form1.Canvas.TextOut(10,180,'-2π');
```

```
Form1.Canvas.MoveTo(205,165);
Form1.Canvas.LineTo(205,175);
Form1.Canvas.TextOut(205,180,'-π');

Form1.Canvas.MoveTo(108,165);
Form1.Canvas.LineTo(108,175);
Form1.Canvas.TextOut(108,180,'-3/2π');

Form1.Canvas.MoveTo(303,165);
Form1.Canvas.LineTo(303,175);
Form1.Canvas.TextOut(303,180,'-π/2');

Form1.Canvas.MoveTo(10,165);
Form1.Canvas.LineTo(10,175);
Form1.Canvas.TextOut(10,180,'-2π');

Form1.Canvas.MoveTo(395,300);
Form1.Canvas.LineTo(405,300);
Form1.Canvas.TextOut(415,295,'-1');

Form1.Canvas.MoveTo(395,40);
Form1.Canvas.LineTo(405,40);
Form1.Canvas.TextOut(415,30,'1');

Form1.Canvas.MoveTo(395,105);
Form1.Canvas.LineTo(405,105);
Form1.Canvas.TextOut(410,100,'0,5');

Form1.Canvas.TextOut(405,175,'0');

Form1.Canvas.MoveTo(395,235);
Form1.Canvas.LineTo(405,235);
Form1.Canvas.TextOut(410,235,'-0,5');

Form1.Canvas.MoveTo(400,20);
Form1.Canvas.LineTo(405,25);
Form1.Canvas.MoveTo(400,20);
Form1.Canvas.LineTo(395,25);
Form1.Canvas.TextOut(380,20,'Y');

Form1.Canvas.MoveTo(420,170);
Form1.Canvas.LineTo(415,165);
Form1.Canvas.MoveTo(420,170);
Form1.Canvas.LineTo(415,175);
Form1.Canvas.TextOut(435,170,'X');
Form1.Canvas.TextOut (20, 20,'y=sin (2x+1)');
```

```
    x:=-2*pi;
    for i:=0 to 390 do
    begin
       xg:=400+round((195/(pi))*x);
       yg:=170-round(130*sin(2*x+1));
       Form1.Canvas.Pixels[xg,yg]:=clblack;
       x:=x+pi/195;
    end;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
Form1.Close;
end;
end.
```

Результат работы программы:



Лабораторная работа № 1.

Создать визуальный проект и построить график функции, используя точечный метод. Выбрать произвольно цвет фона, цвет изображения.

Построить разметки осей координат

1. $y=1/3\cos(2x)$ на отрезке $[-2\pi, 2\pi]$.
2. $y=2\sin(2x)$ на отрезке $[0, 3\pi]$.
3. $y=\sin(3x+1)$ на отрезке $[-\pi, \pi]$.
4. $y=3\sin(x)$ на отрезке $[-2\pi, 0]$.
5. $y=\sin(1/2x)$ на отрезке $[-2\pi, 2\pi]$.
6. $y=\cos(2x+1)$ на отрезке $[-2\pi, 0]$.
7. $y=1/2\cos(x)$ на отрезке $[-\pi, \pi]$.
8. $y=1/2\cos(2x+1)$ на отрезке $[-2\pi, 2\pi]$.
9. $y=3\cos(x-1)$ на отрезке $[-2\pi, 2\pi]$.
10. $y=1+\cos(x+1/2)$ на отрезке $[-2\pi, 2\pi]$.
11. $y=1-\cos(x)$ на отрезке $[-\pi, 0]$.
12. $y=1+2\cos(2x)$ на отрезке $[0, 3\pi]$.
13. $y=1-3\sin(x)$ на отрезке $[-2\pi, 2\pi]$.
14. $y=2+\sin(x)$ на отрезке $[-\pi, \pi]$.
15. $y=1-\sin(1/2x)$ на отрезке $[0, 3\pi]$.
16. $y=1+-\sin(x-1)$ на отрезке $[0, 3\pi]$.
17. $y=1-\sin(x+1)$ на отрезке $[-2\pi, 2\pi]$.
18. $y=1-\sin(2x)$ на отрезке $[0, 4\pi]$.
19. $y=1-2\sin(1/2x)$ на отрезке $[-\pi, 4\pi]$.
20. $y=1-3\sin(1/2x)$ на отрезке $[-\pi, 5\pi]$.

Кусочно-линейный метод построение графика.

Составим программу построения графика функции $y = x^2 \cos(\frac{1}{x-2})$, $x \in [a, b]$, используя кусочно-линейный метод.

Алгоритм действия следующий:

1. Из условия задачи следует, что $X_{min}= a$, $X_{max}= b$.
2. Предельные значения функции для данной области значений аргумента x определим, используя подпрограмму поиска максимума.

Тогда $m = \max_i(|f(x_i)|)$ в массиве чисел

Программный код поиска m имеет вид:

```
m:=Abs(f(a));
for i:=1 to n do
if m<Abs(f(a+i*h)) then m:=Abs(f(a+i*h));
```

$y_i = |f(x_i)|$, *где* $x_i = a + i \cdot h$, $i = \overline{0, n}$,

$$h = \frac{(b-a)}{n};$$

3. Зададим границы графического окна. В программе будем строить график данной функции 2 раза – в пределах следующих графических окон:

а) $X_{gmin}=100$; $X_{gmax}=500$; $Y_{gmin}= 150$; $Y_{gmax}=450$

б) $X_{gmin}=550$; $X_{gmax}=620$; $Y_{gmin}= 10$; $Y_{gmax}=100$.

4. Проведем преобразования декартовых координат в графические(*):

$$X_g = X_{g\min} + \left[\frac{X_{g\max} - X_{g\min}}{b-a}(X-a)\right];$$

$$Y_g = \left[\frac{Y_{g\max} + Y_{g\min}}{2}\right] - \left[Y \cdot \frac{Y_{g\max} - Y_{g\min}}{2m}\right].$$

А)
$$X_g = 100 + \left[\frac{400}{b-a}(X-a)\right];$$
$$Y_g = 300 - \left[Y \cdot \frac{150}{m}\right].$$

Б)
$$X_g = 550 + \left[\frac{70}{b-a}(X-a)\right];$$
$$Y_g = 55 - \left[Y \cdot \frac{45}{m}\right].$$

Тогда построение графика функции на экране происходит установкой точек (X_g, Y_g) соответствующих координатам математическим (x_i, $f(x_i)$) и эти точки соединяются отрезками ломаной с применением процедуры lineto.

Оси координат на графическом экране строятся с учетом формул для экранного начала координат:

$$xv = \left[X_{g\min} - a \cdot \frac{X_{g\max} - X_{g\min}}{b-a}\right];$$
$$yv = \left[\frac{Y_{g\max} + Y_{g\min}}{2}\right].$$

А)
$$xv = \left[100 - a \cdot \frac{400}{b-a}\right];$$
$$yv = 300.$$

Б)
$$xv = \left[550 - a \cdot \frac{70}{b-a}\right];$$
$$yv = 55$$

Пример кусочно-линейного метода построения графика

```
unit Unit1;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, StdCtrls;
type
```

```
TForm1 = class(TForm)
lbl1: TLabel;
lbl2: TLabel;
lbl3: TLabel;
lbl4: TLabel;
lbl5: TLabel;
edt1: TEdit;
edt2: TEdit;
edt3: TEdit;
edt4: TEdit;
edt5: TEdit;
btn1: TButton;
btn2: TButton;
lbl6: TLabel;
procedure btn1Click(Sender: TObject);
procedure btn2Click(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;

var
Form1: TForm1;

implementation

{$R *.dfm}

function fun(x:real):real;
begin
  if x<>2 then fun:=x*x*cos(1/(x-2));
end;

procedure grafun(xgmin,xgmax,ygmin,ygmax,n:Integer;a,b:Real);
var h,m,x, t1,t2:Real;
      i,xg,yg,xv,yv:Integer;
begin
    h:=(b-a)/n;
    m:=abs(fun(a));
    for i:=1 to n do
    if m<abs(fun(a+i*h))
    then m:= abs(fun(a+i*h));
    t1:= (xgmax-xgmin)/(b-a);
    t2:=(ygmax-ygmin)/(2*m);
```

```
   Form1.Canvas.Brush.color:=clWhite;
   Form1.Canvas.Pen.color:=clred;
   Form1.Canvas.Rectangle((xgmin-5),(ygmin-5),(xgmax+5),(ygmax+5));
   xv:=Round(xgmin-a*t1);
   yv:=Round((ygmin+ygmax)/2);
   Form1.Canvas.Brush.color:=clblack;
   Form1.Canvas.MoveTo(xv,ygmin,);Canvas.LineTo(xv,ygmax);
   Form1.Canvas.MoveTo(xgmin,yv,);Canvas.LineTo(xgmax,yv);
   Form1.Canvas.MoveTo(xgmin, yv-round(fun(a)*t2));
   for i:=1 to n do
   begin
         x:=a+i*h;
         xg:=xgmin+round((x-a)*t1);
         yg:=yv-round(fun(x)*t2);
         Form1.Canvas.LineTo(xg,yg);
   end;
end;

procedure TForm1.btn1Click(Sender: TObject);
var n:Integer;
    a,b,a1,b1:Real;
begin
   a:=StrToFloat(edt1.Text);
   b:=StrToFloat(edt2.Text);
   n:=StrToInt(edt3.Text);
   a1:=StrToFloat(edt4.Text);
   b1:=StrToFloat(edt5.Text);

   edt1.Visible:=False;
   edt2.Visible:=False;
   edt3.Visible:=False;
   edt4.Visible:=False;
   edt5.Visible:=False;
   btn1.Visible:=False;
   lbl2.Visible:=False;
   lbl3.Visible:=False;
   lbl4.Visible:=False;
   lbl5.Visible:=False;
   lbl1.Visible:=False;

   lbl6.Caption:='Grafic funcsii y=x*x*cos(1/(x-2)); na
   otrezke['+floattostr(a)+';'+floattostr(b)+']i na
   otrezke['+floattostr(a1)+';'+floattostr(b1)+']';
   grafun(550,620,10,100,2000, a1,b1);
   grafun(100,500,150,450,n,a,b);
```

```
end;

procedure TForm1.btn2Click(Sender: TObject);
begin
   close;
end;
end.
```

Данная программа строит 2 графика. Первый график строится в пределах графического окна (550, 620, 10, 100), а второй график строится в пределах графического окна (50, 450, 140, 440). В программе предполагается обращение к процедуре grafun дважды:

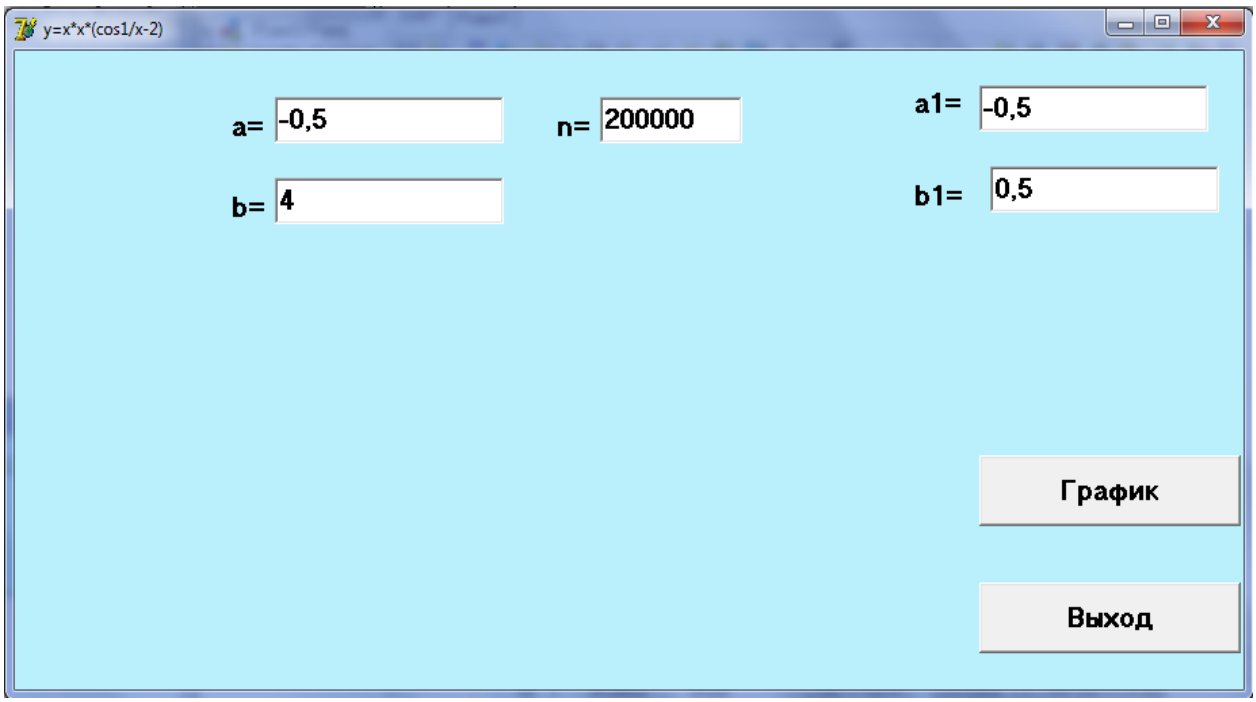
- первое обращение к процедуре grafun предполагает задание только диапазона изменения X в пределах [a1;b1] с помощью редакторов Edit на окне формы. Количество точек n=2000 задается в явном виде,
- второй раз необходимо предусмотреть задание параметров n, a, b с помощью редакторов Edit на окне формы Form1.

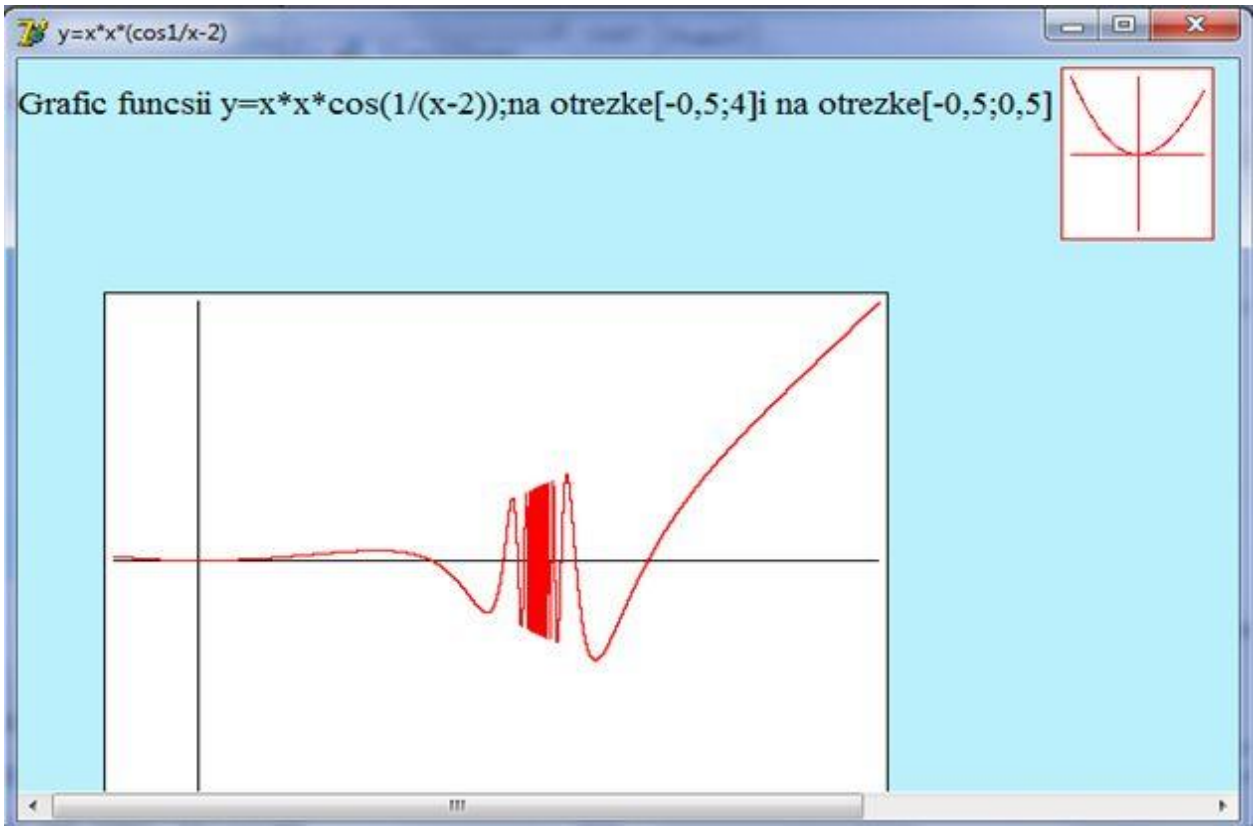
Поскольку в заданной функции $y = x^2 \cos(\frac{1}{x-2})$ есть особенность в точке x=2, то интересно рассмотреть графики при задании разных диапазонов значения аргумента X.

Например:

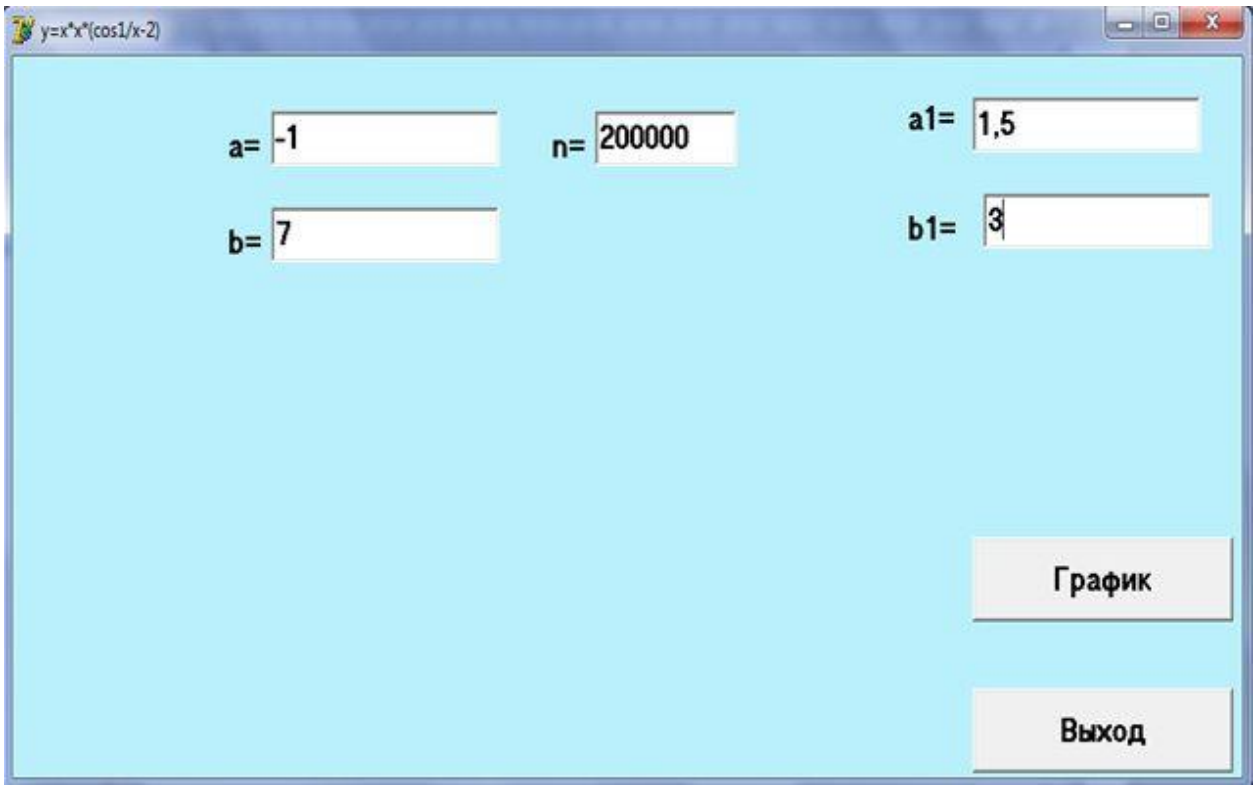
В первом случае указать отрезок, включающий особую точку [-0,5;4] и не включающий [-0,5;0,5]. Во втором случае указать два отрезка, включающих особую точку, например, [-1;7] и [1,5;3].

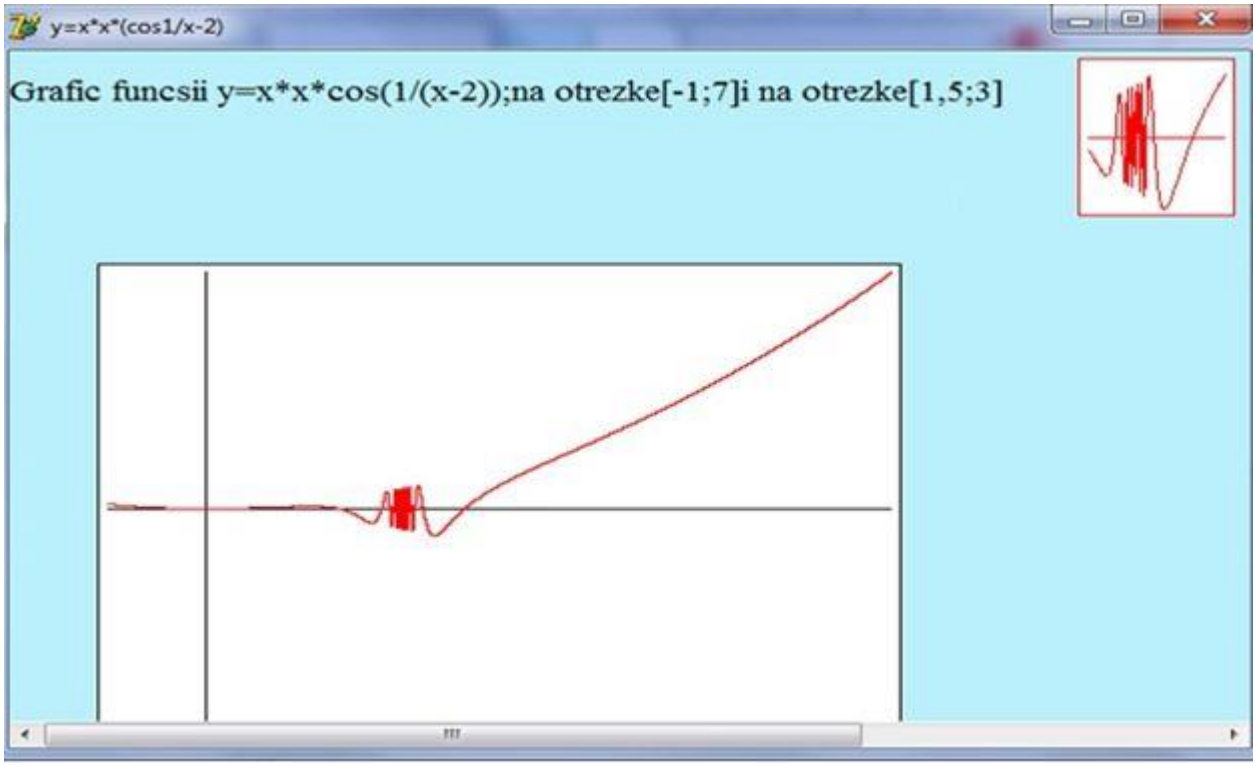
При нажатии на кнопке График часть интерфейсных компонентов становятся невидимыми и на компоненте lbl6 и появляется надпись о функции, график которой строится.





Графики функции $y = x^2 \cos(\frac{1}{x-2})$ на отрезке [-0,5;4] и на отрезке [-0,5;0,5]





Графики функции $y = x^2 \cos(\frac{1}{x-2})$ на отрезке [-1;7] и на отрезке [1,5;3]

Лабораторная работа №2.

Создать визуальный проект и построить график заданной функции *y=f(x)*. Выбрать произвольно цвет фона, цвет изображения.

Номер варианта	Функция
1	$y = x\sin(\frac{1}{x+1})$
2	$y = x\cos(\frac{1}{x-1})$
3	$y = x^2\sin(\frac{1}{2x})$
4	$y = x^2\cos(\frac{1}{2x})$
5	$y = x^2\sin(\frac{1}{x+2})$
6	$y = x^2\sin(\frac{1}{x-2})$
7	$y = x^2\cos(\frac{1}{x+2})$
8	$y = x^2\cos(\frac{1}{x+4})$
9	$y = 2x\sin(\frac{1}{x})$
10	$y = 2x\cos(\frac{1}{x-1})$
11	$y = x\sin(\frac{3}{x+1})$
12	$y = x\sin(\frac{2}{x})$
13	$y = \sin(\frac{3}{x+1})$
14	$y = 2\cos(\frac{1}{x+1})$
15	$y = 3\sin(\frac{1}{x+1})$
16	$y = 2\sin(\frac{1}{x-1})$
17	$y = 5\sin(\frac{1}{x+2})$
18	$y = 2x\cos(\frac{1}{x-1})$
19	$y = 3x\sin(\frac{2}{x+3})$
20	$y = 2x\cos(\frac{2}{x+1})$

Построение алгебраических кривых по их параметрическому представлению.

Кривая L называется алгебраической кривой порядка n, если имеются, декартова система координат и многочлен $F(x,y)$ степени n, такой что уравнение кривой L в этой системе координат имеет вид $F(x,y)=0$.

Для аналитического представления линии L часто выражают переменные x и y координат ее точек при помощи третьей, вспомогательной переменной, или параметра t: $x=\varphi(t)$, $y=\psi(t)$, где функции $\varphi(t)$ и $\psi(t)$ являются непрерывными по параметру t (в некоторой области изменения этого параметра).

Пример построения алгебраической кривой

Создать визуальный проект и построить кардиоиду в центре окна по заданному параметрическому представлению:

$$\begin{cases} x=a\cdot\cos(t)(1+\cos(t)), \\ y=a\cdot\sin(t)(1+\cos(t)), \\ a>0,\ t\in[0,\ 2\pi] \end{cases}$$

Решение:

Дано:

a – параметр уравнений кардиоиды;

t – генерирующий параметр (измеряется в радианах);

Δt – шаг изменения значения параметра, частота вывода точек на экран.

Построить: кардиоиду как последовательность точек.

Граничные условия: $a>0,\ 0\le t\le 2\pi,\ \Delta t>0$.

Алгоритм решения:

1. Ввести значение a с клавиатуры.
2. Определить начальное значение параметра t и значение шага Δt.
3. Вычислить x и y по формулам:

$x=a\cdot cos(t)(1+cos(t)),$

$y=a\cdot sin(t)(1+cos(t)).$

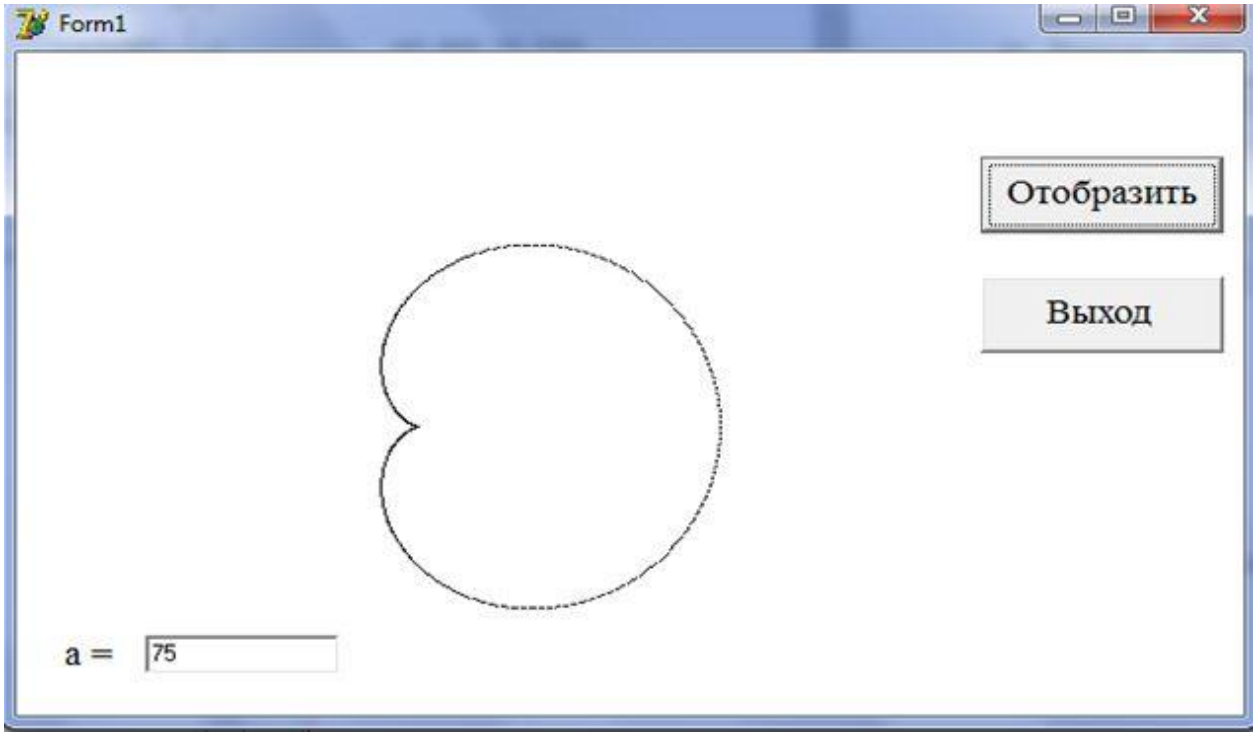
4. Вывести точку с координатами (*x, y),* учитывая особенности системы координат для графического режима и координаты центра. Например, координаты центра *(320, 240).* Тогда координаты очередной точки кардиоиды равны *(320+x, 240-y)*, причем *x* и *y* предварительно необходимо округлить до значений целого типа;

5. Повторить шаги 3 и 4 для каждого значения *t*.

Код программы:

```
unit Unit1;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, StdCtrls;

type
TForm1 = class(TForm)
    lbl1: TLabel;
    edt1: TEdit;
    btn1: TButton;
    btn2: TButton;
    procedure btn1Click(Sender: TObject);
    procedure btn2Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;
implementation
{$R *.dfm}

procedure TForm1.btn1Click(Sender: TObject);
var
     a,x,y,t,dt:Real;
begin
InvalidateRect(0, nil, true);
a:=StrToFloat(edt1.Text);
  if a>0 then
  begin
     t:=0;
     dt:=0.01;
  while  t<2*Pi  do
```

```
  begin
  x:=a*cos(t)*(1+cos(t));
  y:=a*sin(t)*(1+cos(t));
    Form1.Canvas.Pixels[320+Round(x), 240- Round(y)]:=clBlack;
    t:=t+dt;
     Sleep(5);
  end;
  end;
end;

procedure TForm1.btn2Click(Sender: TObject);
begin
Form1.Close
end;

end.
```



Лабораторная работа №3.

Создать визуальный проект и построить в центре окна кривую по заданному параметрическому представлению:

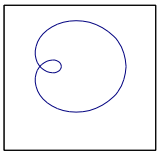
a. **Улитку Паскаля**: при $a>0$, $b>0$,

$x=a\cdot\cos^2(t)+b\cdot\cos(t)$,

$y=a\cdot\cos(t)\cdot\sin(t)+ b\cdot\sin(t)$,

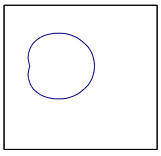
$t\in[0,2\pi]$.

(рассмотреть случаи, когда $b\geq 2a$, $a<b<2a$, $a>b$).



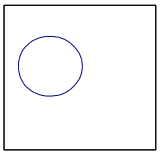
a>b

(вариант 1)



a<b<2a

(вариант 2)



b≥2a

(вариант 3)

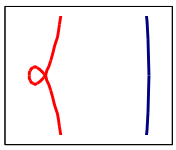
b. **Конхоиду Никомеда**:

$x=a+l\cdot\cos(t)$,

$y=a\cdot tg(t)+l\cdot\sin(t)$,

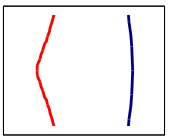
$a>0, l>0$, $t\in(-\pi/2,\pi/2)$- *правая ветвь*, $t\in(\pi/2,3\pi/2)$- *левая ветвь*

(рассмотреть случаи, когда l>a,l<a, l=a)



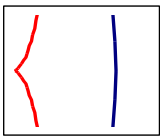
l>a

(вариант 4)



l<a

(вариант 5)



l=a

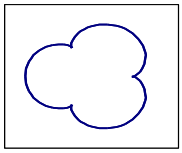
(вариант 6)

c. **Эпициклоиду:**

$x=(a+b)\cdot\cos(t)-a\cdot\cos((a+b)\cdot t/a)$,

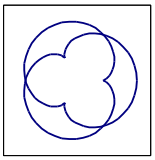
$y==(a+b)\cdot\sin(t)-a\cdot\sin((a+b)\cdot t/a)$,

$a>0, b>0$ *(рассмотреть случаи, когда b/a есть целое положительное число,* $t\in[0,2\pi]$, *и b/a=p/q, где p и q – положительные целые взаимно простые числа,* $t\in[0,2q\pi]$.



b/a=3

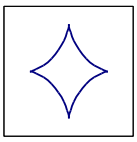
(вариант 7)



b/a=3/2

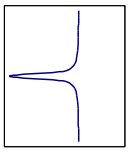
(вариант 8)

d. **Астроиду**:
$x=b\cdot\cos^3(t)$,
$y=b\cdot\sin^3(t)$,
$t\in[0,2\pi]$.



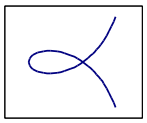
(вариант 9)

e. **Циссоиду**:
$x=a\cdot t^2/(1+t^2)$,
$y=a\cdot t^3/(1+t^2)$, $a>0$,
$t\in[-20,20]$.



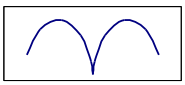
(вариант 10)

f. **Строфоиду:**
$x=a\cdot(t^2-1)/(t^2+1)$,
$y=a\cdot t\cdot(t^2-1)/(t^2+1)$,
$a>0$, $t\in[-2,2]$.



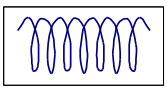
(вариант 11)

g. **Циклоиду:**
$x=a\cdot(t-\sin(t))$,
$y=a\cdot(1-\cos(t))$,
$a>0$ – радиус катящейся, окружности, $t\in[-5,5]$.

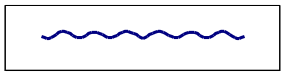


(вариант 12)

h. **Удлиненную и укороченную циклоиды:**
$x=a\cdot(t-\lambda\cdot\sin(t))$,
$y=a\cdot(1-\lambda\cdot\cos(t))$,
$a>0$ – радиус, окружности;
рассмотреть случаи:
$\lambda>1$ – удлиненная циклоида
$\lambda<1$ – укороченная циклоида.

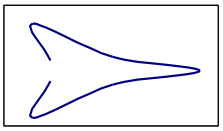


$t\in[-400,400]$;
$\lambda>1$ *(вариант 13)*



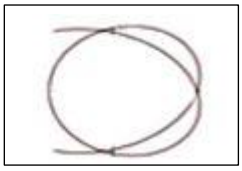
$t\in[-20,20]$;
$\lambda<1$ *(вариант 14)*

i. **Удлиненную гипоциклоиду:**
$x=(b-a)\cdot\cos(t)+ka\cdot\cos((b-a)\cdot t/a)$,
$y=(b-a)\cdot\sin(t)-ka\cdot\sin((b-a)\cdot t/a)$,
$b>a>0$, $t\in[-5,5]$;$k>1$



(вариант 15)

j. **Укороченную гипоциклоиду:**
$x=(b-a)\cdot\cos(t)+ka\cdot\cos((b-a)\cdot t/a)$,
$y=(b-a)\cdot\sin(t)-ka\cdot\sin((b-a)\cdot t/a)$,
$b>a>0$, $t\in[-3,3]$;$k<1$



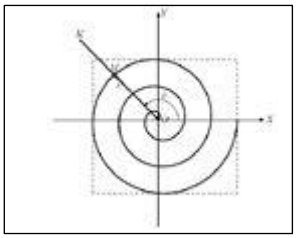
(вариант 16)

k. **Архимедову спираль**

*y=r*t*cos(t)*

*x=r*t*sin(t)*

0<r<10, 1< t< 10π.

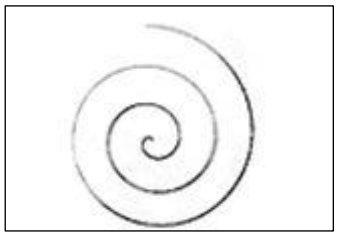


(вариант 17)

m. **Логарифмическую спираль**

x=r1*sin(t), y=r1*cos(t),

r1=a*e^{bt} ; a=2; b=0.1; t∈[0,10 π];



(вариант 18)

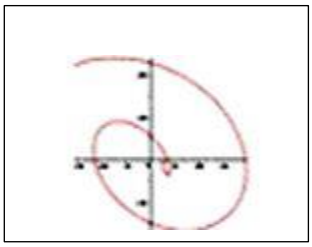
n. **Эвольвенту окружности**

x=a·cos(t)+ at·sin(t),

y=a·sin(t)- at· cos(t),

a>0,

две ветви: t∈[-10, 0]; t∈[0, 10];



(вариант 19)

k**. Лемнискату Бернулли**

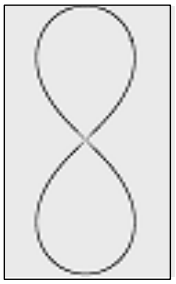
$\rho^2 = 2c^2 \cdot \cos 2t$,

*y=ρ*cos(t), x=ρ*sin(t);*

t∈(-π/4, π/4)- правая ветвь,

t∈(π/2,3π/2)- левая ветвь,

c>100



(вариант 20)

ДИНАМИЧЕСКИЙ РИСУНОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ

Создать видимость движения на экране можно таким способом: запрограммировать многократное выполнение программой набора действий: нарисовать — пауза — стереть рисунок (нарисовать его в том же месте цветом фона)— изменить координаты изображения.

Перед началом составления программы надо продумать описание «движущегося» объекта; характер изменения координат, определяющих текущее положение объекта; диапазон изменения и шаг.

Пример. Динамическая модель движения Земли вокруг Солнца и движения Луны вокруг Земли (без учета физического аспекта движения планет вокруг Солнца).

Организуем, движение точки (Земли) по окружности, в центре которой размещается круг (Солнце). Установку точки на орбите осуществим по параметрическим формулам окружности:

```
x0:=320 + rl * sin(Al);
y0:=240 + rl * cos(Al);
```

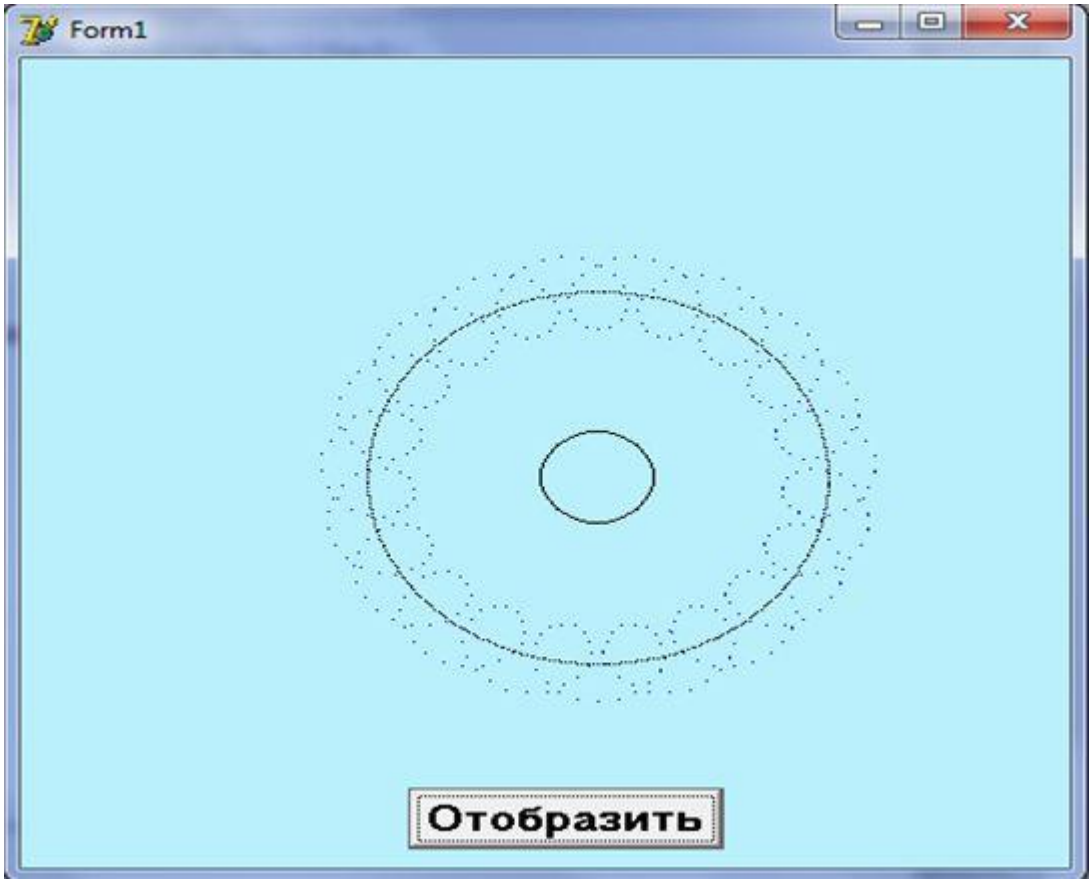
где rl – радиус орбиты Земли, Al – параметрический угол, меняющийся от 0 до 360 градусов. Чтобы организовать движение, достаточно в цикле устанавливать точку с координатами (x0,y0) для всех углов Al, принимающих значение от 0 до 360 с шагом h. Аналогичная процедура справедлива и для второй точки (Луны), которая изображается по подобным формулам, в которых центр орбиты (Земля) является подвижным:

Пример динамического рисунка с использованием графики

```
unit Unit1;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, StdCtrls;
type
```

```
TForm1 = class(TForm)
   btn1: TButton;
   procedure btn1Click(Sender: TObject);
   procedure FormKeyPress(Sender: TObject; var Key: char);
   private
   { Private declarations }
   public
   { Public declarations }
end;

const pi=3.1415;
var
Form1: TForm1;
flag:boolean;
implementation
{$R *.dfm}

procedure TForm1.FormKeyPress(Sender: TObject; var Key: char);
  begin
  flag:=false;
  end;
procedure TForm1.btn1Click(Sender: TObject);
var x,y,r,rl,x0,y0:integer;
fi,h,fil,hl:real;
begin
   flag:=true;
   h:=20;  hl:=1; fi:=0; fil:=0;
   r:=20; rl:=100;
   Form1.Canvas.Pen.Width:=1;
   Form1.Canvas.Ellipse(225,200,275,250);
   repeat
      x0:=Round(rl*sin(fil))+250;
      y0:=Round(rl*cos(fil))+225;
      x:=x0+round(r*sin(fi));
      y:=y0+round(r*cos(fi));
      fi:=fi+2*pi*h/360;
      fil:=fil+2*pi*hl/360;
      Form1.Canvas.Pixels[x0,y0]:=clred;
      Form1.Canvas.Pixels[x,y]:=clgreen;
      sleep(200);
      Form1.Canvas.Pixels[x,y]:=clblue;
      Form1.Canvas.Pixels[x0,y0]:=clblack;
   until not flag;
end;

end.
```

Движение Земли и Луны по окружностям (начальный вариант)



Движение Земли и Луны по окружностям (конечный вариант)

Лабораторная работа №4

Создать визуальный проект и смоделировать динамику движения Земли вокруг Солнца, а Луны вокруг Земли (без учета физического аспекта движения планет вокруг Солнца).

.

Номер варианта	Параметры
1	h=15, h1=1;
2	h=27, h1=1;
3	h=18, h1=2;
4	h=30, h1=2;
5	h=27, h1=2;
6	h=35, h1=2;
7	h=25, h1=2;
8	h=21, h1=2;
9	h=22, h1=1;
10	h=25, h1=1;
11	h=31, h1=1;
12	h=32, h1=1;
13	h=17, h1=1;
14	h=20, h1=2;
15	h=16, h1=1;
16	h=38, h1=1;
17	h=35, h1=1;
18	h=14, h1=1;
19	h=36, h1=2;
20	h=21, h1=1;

Задания. Увеличить масштаб отображения (радиус земли, размеры планет и т.д.). Изменить все цвета всех планет, а также отображаемый след. Луна должна обойти Землю 4 раза.

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА ФУНКЦИИ С ЗАДАНИЕМ РАЗМЕРОВ, СВЯЗАННЫХ С РАЗМЕРАМИ ФОРМЫ

Составим программу построения графика функции $y = 2\sin(x)e^{\frac{x}{5}}$ используя точечный метод.

1. Зададим границы графического окна, в пределах которого будет рисоваться график. Определим высоту окна изображения графика, связанную с высотой формы.

h:=Form1.ClientHeight-40

Рабочую область высоты формы для высоты изображения уменьшаем на 40 пикселей.

Аналогично определим ширину окна изображения графика.

w:=Form1.Width-40

Рабочую область ширины формы для изображения уменьшаем на 40 пикселей.

2. Пусть *x1*:=0 нижняя граница диапазона аргумента, *x2*:=25 верхняя граница диапазона аргумента

3. Найдем максимальное *y2* и минимальное *y1* значение функции на отрезке *[x1, x2]*.

4. Вычислим масштаб:

$$m_x = \frac{h}{|y2 - y1|},$$

$$m_y = \frac{w}{|x2 - x1|}.$$

5. Перейдем от декартовой системы к экранной:

$x_g = x_0 + x \cdot [m_x]$,

$y_g = y_0 - y \cdot [m_y]$, где x_0 – координата левого верхнего угла.

(x_0, y_0) – точка пересечения координатных осей экранной системы координат. Здесь квадратные скобки означают округление до целого значения (функция Round).

6. Вместе с графиком функции строятся оси координат. Строить их будем с помощью команды рисования линии lineto.

7. Процедура FormPaint обеспечивает вычерчивание графика после появления формы на экране в результате запуска программы.

8. Процедура FormResize обеспечивает вычерчивание графика после изменения размера формы.

Код программы построения графика

```
unit;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs;

type
TForm1 = class(TForm)
procedureFormPaint(Sender: TObject);
procedureFormResize(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;

var
Form1: TForm1;
implementation
{$R *.DFM}

// Функция, график которой надо построить
Function f(x:real):real;
begin
f:=2*Sin(x)*exp(x/5);
end;

// Процедура построения графика функции
procedureGrOfFunc;
var
x1,x2:real;    // границы изменения аргумента функции
y1,y2:real;    // границы изменения значения функции
x:real;        // аргумент функции
```

```
y:real;       // значение функции в точке x
dx:real;      // приращение аргумента
l,b:integer;  // левый нижний угол области вывода графика
w,h:integer;  // ширина и высота области вывода графика
mx,my:real;   // масштаб по осям X и Y
x0,y0:integer; // точка  начала координат
begin  // область вывода графика
l:=10;                // X - координата левого верхнего угла
b:=Form1.ClientHeight-20;  // Y - координата левого верхнего угла
h:=Form1.ClientHeight-40;  // высота
w:=Form1.Width-40;        // ширина
x1:=0;    // нижняя граница диапазона аргумента
x2:=25;   // верхняя граница диапазона аргумента
dx:=0.01;  // шаг аргумента
// найдем максимальное и минимальное значения функции на отрезке [x1,x2]
y1:=f(x1); // минимум
y2:=f(x1); // максимум
x:=x1;
repeat
  y := f(x);
  if y < y1 then y1:=y;
  if y > y2 then y2:=y;
  x:=x+dx;
until (x>=x2); // вычислим масштаб
my:=h/abs(y2-y1); // масштаб по осиY
mx:=w/abs(x2-x1);  // масштаб по оси X
x0:=l;
 y0:=b-Abs(Round(y1*my));
with form1.Canvas do
begin // оси
MoveTo(l,b);LineTo(l,b-h);
MoveTo(x0,y0);LineTo(x0+w,y0);
TextOut(l+5,b-h,FloatToStrF(y2,ffGeneral,6,3));
TextOut(l+5,b,FloatToStrF(y1,ffGeneral,6,3));
// построение графика
x:=x1;
repeat
  y:=f(x);
  Pixels[x0+Round(x*mx),y0-Round(y*my)]:=clgreen;
```

```
  x:=x+dx;
until (x>=x2);
end;
end; //конец GrOfFunc
```

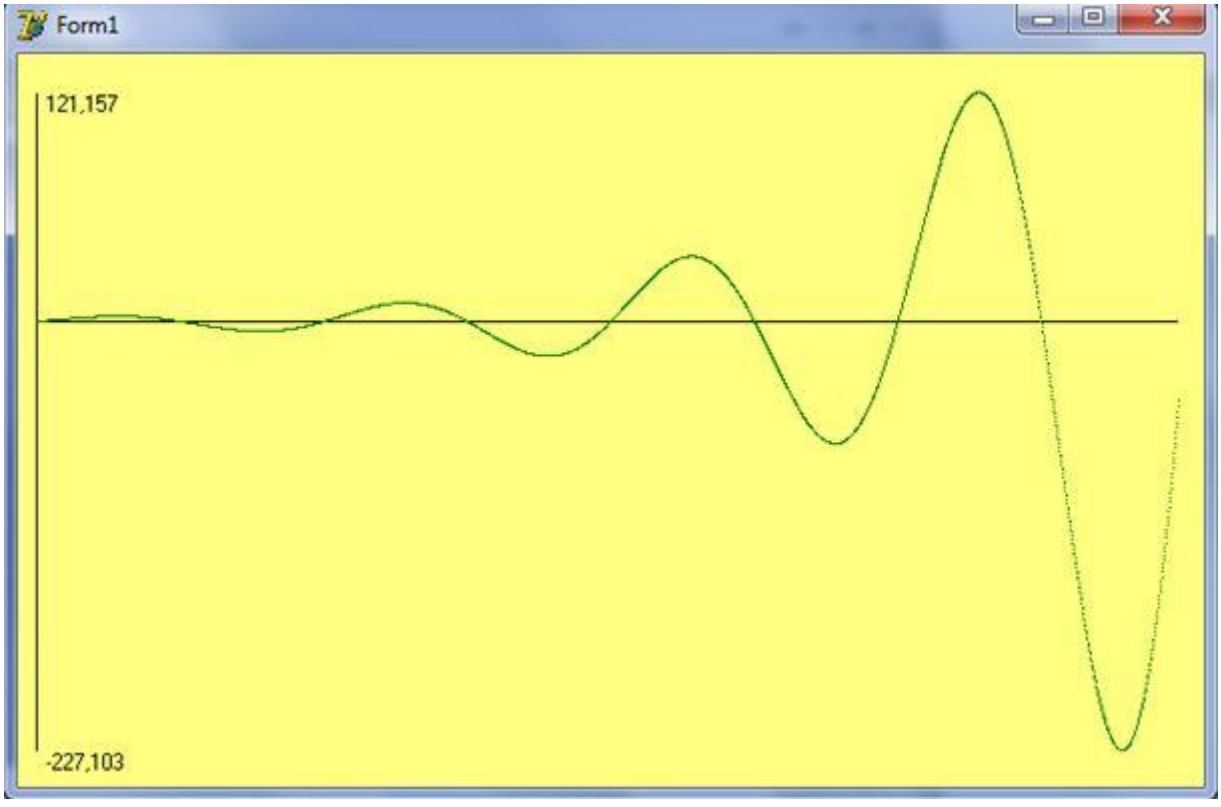
// OnPaint – *событие при отрисовке объекта на экране (например, формы).*

```
procedure TForm1.FormPaint(Sender: TObject);
begin
   GrOfFunc;
end;
```

// *изменился размер окна приложения, OnResize -событие при изменении размеров формы*

```
procedure TForm1.FormResize(Sender: TObject);
begin
   // очистить форму
    form1.Canvas.FillRect (Rect(0,0,ClientWidth,ClientHeight));
   // построить график
   GrOfFunc;
end;
```

```
end.
```



Лабораторная работа №5

Создать визуальный проект и построить график функции. Выбрать произвольно цвет фона и цвет изображения.

Варианты лабораторной работы:

Вариант	Функция	Диапазон
1.	$y=2\sin(2x)e^{x}$	[0;24]
2.	$y=\sin(2x)e^{x/5}$	[0;22]
3.	$y=e^{x}\sin(3x+1)$	[0;20]
4.	$y=3\ e^{x}\sin(x)$	[0;23]
5.	$y=\ e^{x/5}\sin(1/2x)$	[0;21]
6.	$y=\ e^{x/3}\cos(2x)$	[0;18]
7.	$y=1/2\ e^{x/2}\cos(x)$	[0;24]
8.	$y=1/3\ e^{x/3}\cos(2x)$	[0;22]
9.	$y=3e^{x}\cos(x)$	[0;20]
10.	$y=4+\ e^{x}\cos(x)$	[0;25]
11.	$y=1-\ e^{x/2}\cos(x)$	[0;19]
12.	$y=2+\ e^{x}\cos(x)$	[0;24]
13.	$y=1+\ e^{x/2}\sin(x)$	[0;23]
14.	$y=\ e^{x/5}\sin(5x)$	[0;25]
15.	$y=e^{x/2}\sin(x/2)$	[0;18]
16.	$y=1/3\ e^{x/2}\sin\ (x)$	[0;21]
17.	$y=1/3\ e^{x/3}\ \sin\ (2x)$	[0;22]
18.	$y=3\ e^{x}\ \sin\ (x)$	[0;24]
19.	$y=4+\ e^{x}\ \sin\ (x)$	[0;20]
20.	$y=1-\ e^{x/2}\ \sin\ (x)$	[0;23]

Построение графика функции с помощью компонента Chart, а также с помощью точечного и кусочно-линейного методов на одной форме Form1.

Для построения диаграмм и графиков, которые позволяют наглядно увидеть все преимущества системы и к тому же выглядят очень эффектно, существует компонент **Chart**. У него есть большой выбор методов, свойств, событий, для того что бы предоставить пользователю максимальные удобства при работе с системой.

Компонент Chart можно найти во вкладке Additional. Чтобы добавить график в Chart необходимо зайти во вкладку Additional, выбрать вид графика, затем закрыть окно редактора компонента.

Составим программу построения графика функции $y = 2\sin(x)e^{\frac{x}{5}}$

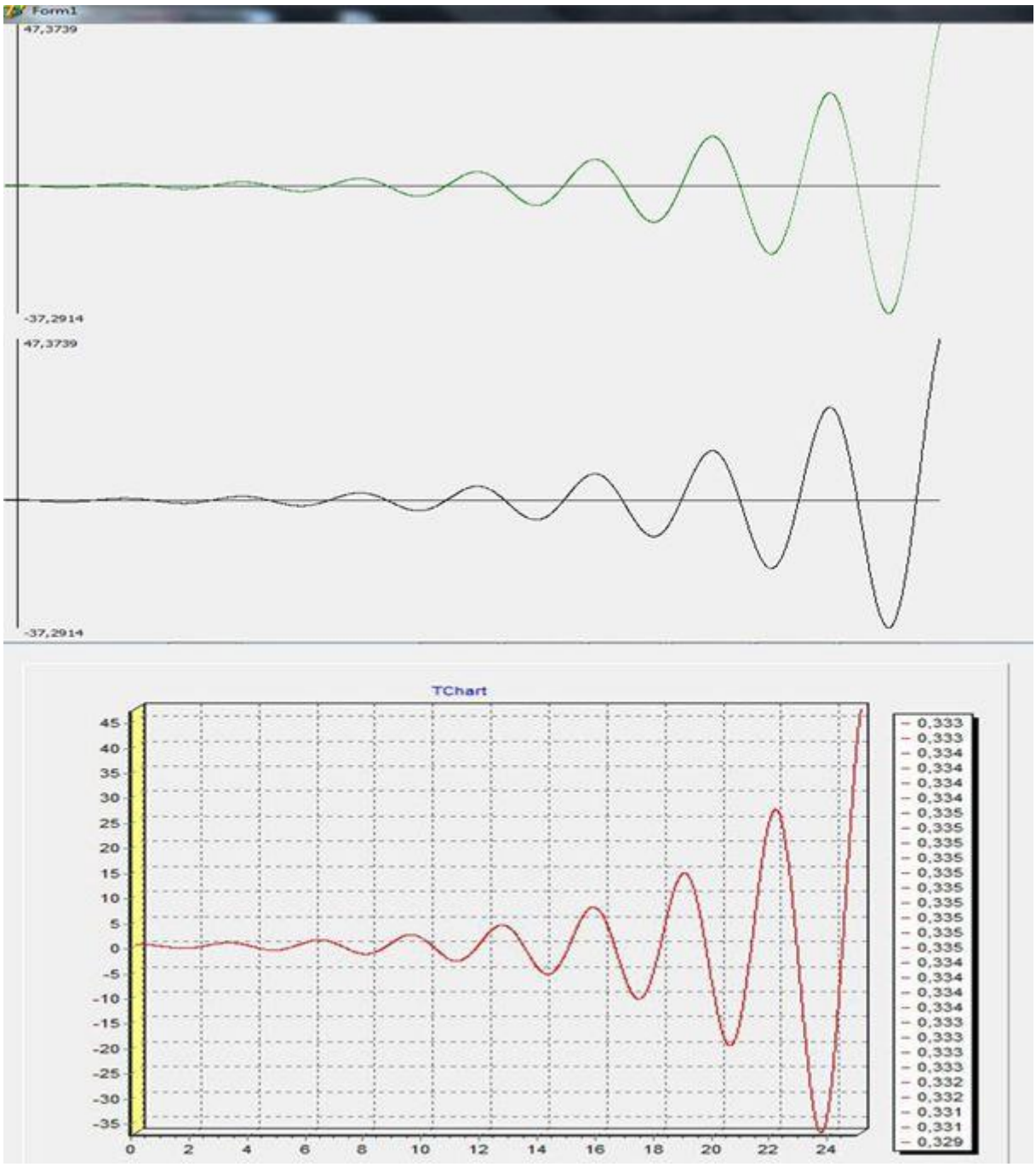
Программа с использованием трех методов построения графика: точечного, линейного и с помощью компонента Chart:

```
unit Unit1;
interface

uses
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, StdCtrls, TeEngine, Series, ExtCtrls, TeeProcs, Chart;

type
TForm1 = class(TForm)
chrt1: TChart;
fstSeries1: TFastLineSeries;
procedure FormPaint(Sender: TObject);
procedure FormResize(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;

var
Form1: TForm1;
implementation
```

```
{$R *.dfm}

function f(x:Real):Real;
begin
f:=2*Sin(x)*exp(x/5);
end;
function f2(x:Real):Real;
begin
f:=2*Sin(x)*exp(x/5);
end;
procedure GrOfFunc;
var
x1,x2,y1,y2,x,y,dx,mx,my:Real;
l,b,w,h,x0,y0:Integer;

begin
   l:=10;
   b:=Form1.ClientHeight-Round(Form1.ClientHeight/2)-25;
   h:=Form1.ClientHeight-Round(Form1.ClientHeight/2)-25;
   w:=Form1.Width-Round(Form1.Width/2);
   x1:=0;
   x2:=25;
   dx:=0.01;
   y1:=f(x1);
   y2:=f(x1);
   x:=x1;
   repeat
      y:=f(x);
      if y<y1 then y1:=y;
      if y>y2 then y2:=y;
      x:=x+dx;
   until (x>=x2);
   my:=h/abs(y2-y1);
   mx:=w/abs(x2-x1) ;
   x0:=1;
   y0:=b-Abs(Round(y1*my));
   with Form1.canvas do
   begin
      MoveTo(l,b); LineTo(l,b-h);
      MoveTo(x0,y0); LineTo(x0+w,y0);
      TextOut(l+5,b-h, FloatToStrF(y2,ffGeneral,6,3));
      TextOut(l+5,b, FloatToStrF(y1,ffGeneral,6,3));
```

```
   //построение графика точечным методом  на Canvas и  на компоненте
   Chart
      x:=x1;
      repeat
        y:=f(x);
        // построение точечным методом
        Pixels[x0+Round(x*mx), y0-round(y*my)]:=clgreen;
        // построение на компоненте Chart
        Form1.chrt1.SeriesList[0].addxy(x,y,'',clRed);
        x:=x+dx;
      until (x>=x2);
end;

l:=10;
b:=Form1.ClientHeight-20;
h:=Form1.ClientHeight-Round(Form1.ClientHeight/2)-25;
w:=Form1.Width-Round(Form1.Width/2);
x1:=0;
x2:=25;
dx:=0.01;
y1:=f2(x1);
y2:=f2(x1);
x:=x1;
repeat
   y:=f2(x);
   if y<y1 then y1:=y;
   if y>y2 then y2:=y;
   x:=x+dx;
until (x>=x2);
my:=h/abs(y2-y1);
mx:=w/abs(x2-x1) ;
x0:=1;
y0:=b-Abs(Round(y1*my));
with Form1.canvas do
begin
   MoveTo(l,b); LineTo(l,b-h);
   MoveTo(x0,y0); LineTo(x0+w,y0);
   TextOut(l+5,b-h, FloatToStrF(y2,ffGeneral,6,3));
   TextOut(l+5,b, FloatToStrF(y1,ffGeneral,6,3));
   // построение графика кусочно-линейным методом  на Canvas
   x:=x1;
   Form1.Canvas.MoveTo(Round(x1), y0-round(f2(x1)*my));
   repeat
      y:=f2(x);
```

```
          LineTo(x0+Round(x*mx), y0-round(y*my));
          x:=x+dx;
        until (x>=x2);
    end;
end;  //конец GrOfFunc

procedure Tform1.FormPaint(Sender:Tobject);
begin
     GrOfFunc;
end;

procedure TForm1.FormResize(Sender: TObject);
begin
     Form1.Canvas.FillRect(Rect(0,0,ClientWidth,ClientHeight));
     GrOfFunc;
end;
end.
```


Form1
47,3739
-37,2914
47,3739
-37,2914
TChart
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
0,333
0,333
0,334
0,334
0,334
0,334
0,335
0,335
0,335
0,335
0,335
0,335
0,335
0,335
0,335
0,335
0,334
0,334
0,334
0,334
0,333
0,333
0,333
0,333
0,332
0,332
0,331
0,331
0,329

Лабораторная работа №6

Создать визуальный проект и построить график функции тремя способами на одной форме.

Варианты лабораторной работы:

Вариант	Функция
1.	$y=\sin(2x)e^{x/5}$
2.	$y= e^{x/3}\cos(2x)$
3.	$y=1/3\ e^{x/2}\sin(x)$
4.	$y=3\ e^{x}\ \sin(x)$
5.	$y= 2+ e^{x/5}\sin(1/2x)$
6.	$y=1- e^{x/2}\ \sin(x)$
7.	$y=1- e^{x/2}\cos(x)$
8.	$y=3\ e^{x}\sin(x)$
9.	$y=1- e^{x/2}\ \sin(x)$
10.	$y=4+ e^{x}\ \sin(x)$
11.	$y=e^{x}\sin(3x+1)$
12.	$y=3\ e^{x}\sin(x)$
13.	$y= e^{x/5}\sin(1/2x)$
14.	$y=2\ e^{x/2}\cos(x)$
15.	$y=1/2\ e^{x/2}\cos(x)$
16.	$y=1/3\ e^{x/3}\cos(2x)$
17.	$y=3e^{x}\cos(x)$
18.	$y=4+ e^{x}\cos(x)$
19.	$y=2+ e^{x}\cos(x)$
20.	$y=1+ e^{x/2}\sin(x)$

ПРИМЕР КОМПЬЮТЕРНОЙ НАУЧНОЙ ГРАФИКИ

Условные цвета, условное контрастирование. Интересный прием современной научной графики – условная раскраска. Она находит широчайшее применение в самых разных приложениях науки.

Приведем примеры. В различных исследованиях температурных полей встает проблема наглядного представления результатов.

Самый простой способ – привести карту (чертеж, план), в некоторых точках которой обозначены значения температуры. Другой способ – набор изотерм. Но можно добиться еще большей наглядности, учитывая, что большинству людей свойственно, сравнивая разные цвета, воспринимать красный как «горячий», голубой как «холодный», а все остальные - между ними. Допустим, что на некоторой территории температура в данный момент имеет в разных местах значения от -25°С до + 15°С. Разделим этот диапазон на участки с шагом, равным, например, 5°

[-25,-20], [-20,-15],...,[+10,+15],

и закрасим первый из них в ярко-голубой, последний - в ярко-красный, а все остальные - в промежуточные оттенки голубого и красного цветов. Получится замечательная наглядная картина температурного поля.

Пример. Условная раскраска неравномерно нагретого стержня в разные моменты времени *(по заранее заготовленным данным).*

Рассмотрим динамику изменения температуры в стержне длиной 4 м с теплоизолированными концами, температура на которых поддерживается постоянной и равна 3°С с заданным начальным условием.

Ограничимся пятью узлами на пространственной сетке. В начальный момент *(t = 0)* температура в пяти узлах задана: $u_0^{(0)} = 3{,}0000$, $u_1^{(0)} = 3{,}667$, $u_2^{(0)} = 4{,}333$, $u_3^{(0)} = 5{,}000$, $u_4^{(0)} = 3{,}0000$.

Из краевых условий получаем $u_0^{(1)} = u_4^{(1)} = 3{,}000$.

Решая данную задачу, получаем распределение температуры по длине стержня в узлах пространственной сетки в разные моменты времени t (см. решение задачи теплопроводности в части II: «Компьютерное моделирование физических процессов»).

Результаты моделирования процесса теплопроводности, представим в виде таблицы:

x / *t*	0	1	2	3	4
0	3,000	3,667	4,333	5,000	3,000
1	3,000	3,628	4,128	3,952	3,000
2	3,000	3,514	3,783	3,593	3,000
3	3,000	3,377	3,546	3,396	3,000
4	3,000	3,267	3,381	3,272	3,000
5	3,000	3,187	3,266	3,188	3,000
6	3,000	3,131	3,185	3,131	3,000
7	3,000	3,091	3,129	3,091	3,000
8	3,000	3,064	3,090	3,064	3,000
9	3,000	3,044	3,063	3,044	3,000
10	3,000	3,031	3,044	3,031	3,000

Таблица 2. Моделирование процесса теплопроводности в стержне

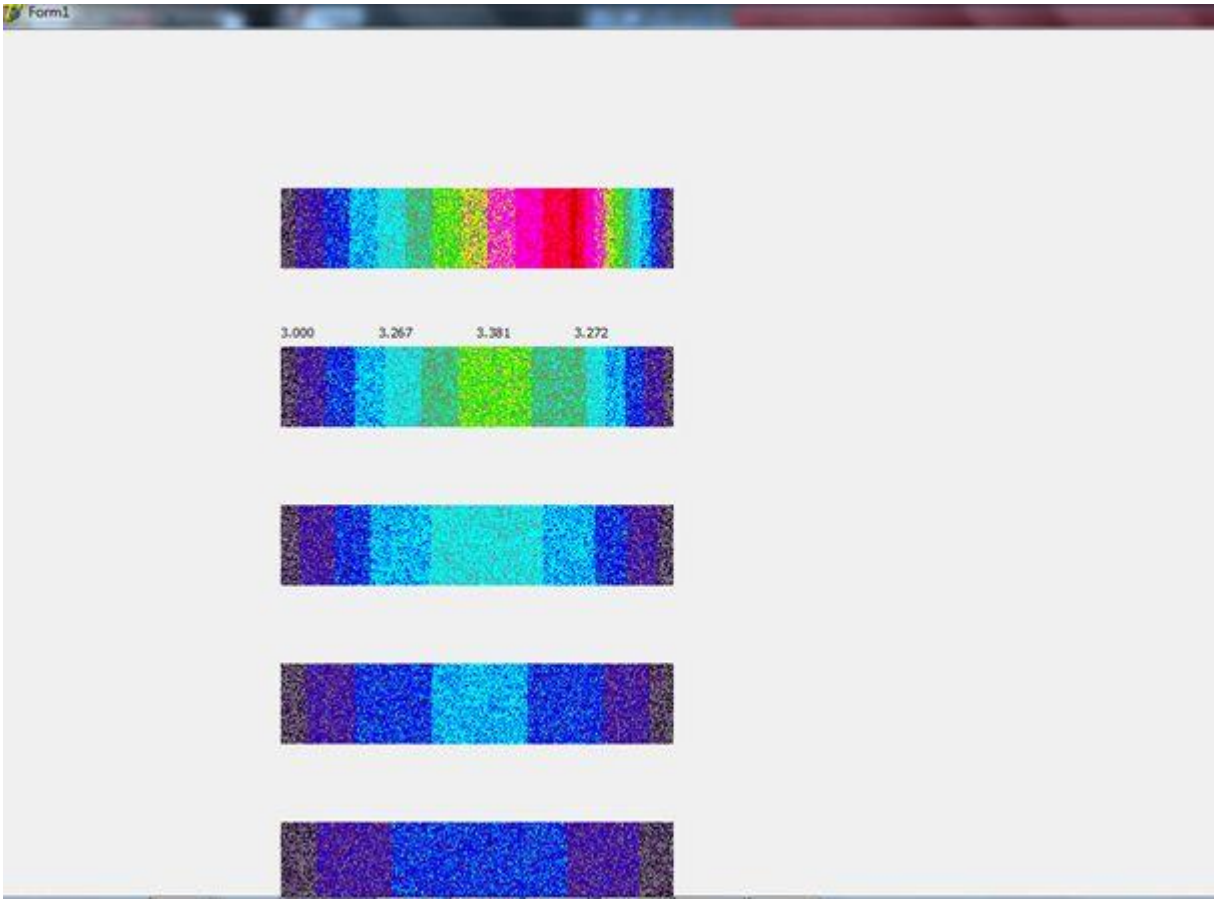
```
unitUnit1;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, StdCtrls;
Type
  TForm1 = class(TForm)
procedureFormPaint(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
Public
{ Public declarations }
end;
var
```

```
Form1: TForm1;
Implementation
{$R *.dfm}

procedure Raskraska;
varDate,
u:array[0..10,0..4] of Double;
M, I, J, N1, Nt : Integer; MaxF, L, T, HI, Ht : Double;
X_N, Shag, Y_N, Shir, Dlin, Color,  K, Y : Integer;
// U:array [0..4,0..10] of Double;
Flag: Boolean; Ff : String; Col : Array [0..15] Of TColor;

Begin
Date[0,0]:= 3 ;
Date[1,0]:= 3;
Date[2,0]:= 3;
Date[3,0]:= 3;
Date[4,0]:= 3;
Date[5,0]:= 3;
Date[6,0]:= 3;
Date[7,0]:= 3;
Date[8,0]:= 3;
Date[9,0]:= 3;
Date[10,0]:= 3;
Date[0,1]:= 3.667;
Date[1,1]:= 3.628;
Date[2,1]:= 3.514;
Date[3,1]:= 3.377;
Date[4,1]:= 3.267 ;
Date[5,1]:= 3.187;
Date[6,1]:= 3.131;
Date[7,1]:= 3.091;
Date[8,1]:= 3.064  ;
Date[9,1]:= 3.044;
Date[10,1]:= 3.031;
Date[0,2]:= 4.333;
Date[1,2]:= 4.128;
Date[2,2]:= 3.783;
Date[3,2]:= 3.546;
```

```
Date[4,2]:= 3.381;
Date[5,2]:= 3.266;
Date[6,2]:= 3.185;
Date[7,2]:= 3.129 ;
Date[8,2]:= 3.090;
Date[9,2]:= 3.063;
Date[10,2]:= 3.044;
Date[0,3]:= 5.000;
Date[1,3]:= 3.952;
Date[2,3]:= 3.593;
Date[3,3]:= 3.396;
Date[4,3]:= 3.272 ;
Date[5,3]:= 3.188 ;
Date[6,3]:= 3.131;
Date[7,3]:= 3.091 ;
Date[8,3]:= 3.064 ;
Date[9,3]:= 3.044 ;
Date[10,3]:= 3.031;
Date[0,4]:= 3;
Date[1,4]:= 3;
Date[2,4]:= 3;
Date[3,4]:= 3;
Date[4,4]:= 3 ;
Date[5,4]:= 3 ;
Date[6,4]:= 3;
Date[7,4]:= 3;
Date[8,4]:= 3;
Date[9,4]:= 3;
Date[10,4]:= 3;
L := 4; T := 10; Hi := 1; Ht := 1;
N1 := Trunc(L / HI); Nt := Trunc(T / Ht); MaxF := 5;
X_N :=Form1.Width div 6;
If Nt<= 6 Then M :=Nt Else M := NtDiv 2;
Y_N := Form1.Height Div M - 20; Shir := Y_N Div 2;
Dlin := Form1.Height -2 * X_N; Shag := Trunc(Dlin / N1); Str(Shag,Ff) ;
//Палитра цветов
Col[0] := 0; Col[1] :=RGB(128,128,128); Col[2] := RGB(80,0,128);
Col[3] := RGB(0,0,255); Col[4] := RGB(0,225,225); Col[5] := RGB(0,255,255);
Col[6] := RGB(128,128,128); Col[7] := RGB(0,255,0); Col[8] := RGB(255,255,0);
```

```
Col[9] := Rgb(225,0,225); Col[10] := rgb(255,0,255); Col[11] :=RGB(255,0,0);
Col [12] := RGB(225,0,0);
For I := 0 To M - 1 Do // номер временного промежутка
  Begin
    For J := 0 To N1 - 1 Do // номер участка стержня
      Begin
        Flag := False;
        For K := 0 To Shag Do
          Begin
          For y:= 0 To Shir Do
            Begin   // определение номера цвета
              Color := 1 + Round((Date[I, J] + (Date[I, J + 1] - Date[I, J]) * K /
              Shag - Date[0, 0]) / 3 * 16);
              If Random(64) > 32
              Then If Random(64) > 32 Then Color := Color + 1 Else
              Color := Color - 1;
              If Not Flag Then  // вывод текущей температуры
              Begin
                Str((Date[I,J]+(Date[I,J+1]-Date[I,J])*K/Shag) : 5 : 3, Ff);
                Form1.Canvas.TextOut(K+X_N+Shag*J,Y_N*(1+1)-19,Ff);
                Flag := True;
              End;
              // рисование точки
              Form1.Canvas.Pixels[K+X_N+Shag*J, Y+Y_N*(1+I)]:= Col[Color];
            End;
          End;
      End;
  End;
End;

procedure TForm1.FormPaint(Sender: TObject);
begin
    Raskraska;
end;

end.
```

Результатом выполнения данной программы будет диаграмма условной раскраски неравномерно нагретого стержня с теплоизолированными концами, температура на которых равна 3°C, в разные моменты времени. Диаграмма отображена на форме проекта:



Литература.

1. *Могилев А. В., Пак Н. И., Хённер Е. К.* Информатика: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений - М.: Издательский центр «Академия», 2004.–816с.
2. *Могилев А. В., Пак Н. И., Хённер Е. К.* Практикум по информатике: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений - М.: Издательский центр «Академия», 2001.–608с.
3. *Культин Н. Б.* Delphi в задачах и примерах / Н. Б. Культин. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 288 с. : ил. + CD-ROM. - ISBN 978-5-94157-997-6. http://znanium.com/bookread.php?book=350283
4. *Хомоненко А. Д.* Delphi 7 / А. Д. Хомоненко, В. Э. Гофман, Е. В. Мещеряков. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 1136 с. — (В подлиннике). - ISBN 978-5-9775-0425-6. http://znanium.com/bookread.php?book=350727
5. *Сулейманов Р. Р.* Компьютерное моделирование математических задач. Элективный курс [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р. Р. Сулейманов. - Эл. изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 381 с.: ил. - ISBN 978-5-9963-1484-3. http://znanium.com/bookread.php?book=485565
6. *С. А. Канцедал* Алгоритмизация и программирование : Учебное пособие / С. А. Канцедал. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 352 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0355-1 http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=391351
7. *Мясникова О. К.* Моделирование и формализация в курсе информатики// Информатика и образование. – 2003. – № 9, 10, 11, 12.
8. *Павлова И. М.* Графика на Паскале// Информатика и образование. – 2003. – №7 –с.54-61

Интернет-источники

1. www.delphisources.ru
2. www.delphi.int.ru
3. www.beluch.ru/progr/100comp/index.htm
4. http://znanium.com/bookread.php?book=319046
5. http://znanium.com/bookread.php?book=251095