# **Зміст**

Вступ……………………….……..……………….…....................................................3

Завдання на курсову роботу……………………….……..……………….…...............3

1. Компонент TChart………………………………………..…...……..……………....4

1.1 Метод Рунге-Кутти……………………….………………...…………………...…6

1.2 Рішення диференційного рівняння методами Ейлера та Рунге-Кутти…………7

2. Програмний код……..………….…………………………………………….……10

Висновки………….……………………………………………………...………........14

Список літератури…………………………………….……………...…………....….15

# **ВСТУП**

Метою курсового проекту є оволодіння студентами алгоритмом розв’язку диференційних рівнянь і навичками створення зручного інтерфейсу користувача з використанням мови програмування Delphi 7. Курсовий проект виконується студентами поряд з вивченням ними теоретичних питань у курсі лекцій, проходженням лабораторного практикуму та опануванням мовою Pascal та інтегрованим середовищем розробки Delphi 7. Курсовий проект є важливою формою професійної підготовки фахівця з напряму підготовки 6.050201 "Системна інженерія".

Курсовий проект має на меті виконання таких завдань:

а) систематизація, закріплення та розширення теоретичних знань при розв’язанні конкретних задач програмування;

б) розвиток навичок самостійної роботи з технічною літературою;

в) оволодіння творчими навичками при самостійному вирішенні конкретних технічних задач;

г) підготовка до дипломного проектування.

За своєю сутністю курсовий проект є невеликою самостійною інженерною розробкою одного з актуальних питань теорії та практики розробки програмного забезпечення.

Для виконання проекту необхідно розв’язати дві задачі: розробити алгоритм розрахунку і розробити зручний інтерфейс користувача.

# **ЗАВДАННЯ НА КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ**

|  |  |
| --- | --- |
| Рівняння | Почанкові умови |
|  |  |

# **Побудова Графіку функції за допомогою компоненту TChart**

## Система координат

Компонент TChart дозволяє будувати різноманітні діаграми та графіки. Являє собою контейнер для об’єктів Series типа TChartSeries – серій даних. Кожна серія відповідає однієї кривої на графіку та може мати власний стиль відображення.

Діаграма автоматично визначає вісі графіка – діапазон та крок сітки.

Діаграма дозволяє збільшувати масштаб та прокручувати зображення за допомогою миші.

## Властивості діаграми TChart

Властивості діаграми визначаються за допомогою редактору діаграм, яких можливо викликати при проектуванні форми:

подвійним щигликом на діаграмі;

вибором команди Edit Chart у контекстному меню компонента Chart;

щигликом кнопці з трьома крапками поруч з назвою властивості в інспекторі об’єктів.

Розглянемо властивості цього компоненту.

AllowPanning дозволяє користувачу прокручувати зображення за допомогою правої кнопки миші;

AllowZoom дозволяє користувачу змінювати масштаб зображення за рахунок вирізання покажчиком миші та лівою кнопкою фрагменту діаграми. Вирізати можливо, коли покажчик миші рухається донизу вліво. Рух покажчика миші в інших напрямах повертає початковий масштаб;

Title визначає заголовок діаграми;

Foot визначає підпис під діаграмою;

Frame визначає рамку навколо діаграми;

Legend легенда діаграми – список позначок;

Margin розмір полів навколо діаграми;

Axis визначає властивості нижньої, лівої та правої вісі.

SeriesList список серій даних, що відображаються на діаграмі;

View3d визначає тривимірне зображення діаграми;

## Операції з серією даних TLineSeries

Щоб почати роботу з серією даних треба додати серію за допомогою кнопки Add на вкладці Series. Видалити серію можна кнопкою Delete. Копіюємо серії за допомогою кнопки Clone. При додаванні серії можливо визначити тип діаграми. Тип діаграми можна змінити після створення за допомогою кнопки Change у діалоговому Standard.

Компонент Chart дозволяє відображати дані у вигляді графіку, гістограми, кругової діаграми, окремих точок та інших.

Для серії TLineSeries визначені наступні методи:

Clear видаляє із серії внесені дані. Використовується під час перебудови діаграми;

Add додає нову точку з підписом та визначеним кольором;

AddXY додає нову точку до графіку функції. Точка може мати підпис та власний колір;

Active властивість дозволяє приховувати та відображати серію даних;

**Метод Рунге-Кутти**

Формально, методом Рунге — Кутты является модифицированный и исправленный [метод Эйлера](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D0%AD%D0%B9%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B0), они представляют собой схемы второго порядка точности. Существуют стандартные схемы третьего порядка, не получившие широкого распространения. Наиболее часто используется и реализована в различных математических пакетах ([Maple](https://ru.wikipedia.org/wiki/Maple), [MathCAD](https://ru.wikipedia.org/wiki/MathCAD), [Maxima](https://ru.wikipedia.org/wiki/Maxima)) стандартная схема четвёртого порядка. Иногда при выполнении расчётов с повышенной точностью применяются схемы пятого и шестого порядков. Построение схем более высокого порядка сопряжено с большими вычислительными трудностями.

Методы седьмого порядка должны иметь по меньшей мере девять стадий, в схему восьмого порядка входит 11 стадий. Хотя схемы девятого порядка не имеют большой практической значимости, неизвестно, сколько стадий необходимо для достижения этого порядка точности. Аналогичная задача существует для схем десятого и более высоких порядков.

Рассмотрим [задачу Коши](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0_%D0%9A%D0%BE%D1%88%D0%B8) для системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. (Далее , а ).



Тогда приближенное значение в последующих точках вычисляется по итерационной формуле:



Вычисление нового значения проходит в четыре стадии:



где  — величина шага сетки по .



Этот метод имеет четвёртый порядок точности, то есть суммарная ошибка на конечном интервале интегрирования имеет порядок  (ошибка на каждом шаге порядка ).



**Числене рішення лінійного однорідного диференційного рівняння 2 порядку методами Ейлера та Рунге-Кутти.**

Рассматривается линейное однородное дифференциальное уравнение второго порядка вида

ay”+by’+cy=0

Для того, чтобы применить к нему численные методы Эйлера и Рунге-Кутта, следует свести это уравнение к системе 2-х дифференциальных уравнений 1-го порядка

Упростим: b=b/a, c=c/a.

Вводя новую функцию x(t), получаем:

y’=x

x’=-bx-cy

К полученной системе применяем формулу Эйлера:

f[i]=f[i-1]+hf’(f[i-1],t[i-1])

Т.е.

x[i]=x[i-1]+(-bx[i-1]-cy[i-1])h

y[i]=y[i-1]+x[i-1]h

Затем применяется метод Рунге-Кутта. Расчет ведется по формулам:

k1[i]=hf’(x[i],f[i])

k2[i]=hf’(x[i]+h/2,f[i]+k1[i]/2)

k3[i]=hf’(x[i]+h/2,f[i]+k2[i]/2)

k4[i]=hf’(x[i]+h/2,f[i]+k3[i])

deltaf[i]=1/6(k1[i]+2k2[i]+2k3[i]+k4[i])

f[i+1]=f[i]+deltaf[i]

В случае нашей системы формулы выглядят следующим образом:

Для функции х:

kx1[i]:=h\*(-c\*y[i]-b\*x[i]);

kx2[i]:=h\*(-c\*y[i]-b\*(x[i]+kx1[i]/2));

kx3[i]:=h\*(-c\*y[i]-b\*(x[i]+kx2[i]/2));

kx4[i]:=h\*(-c\*y[i]-b\*(x[i]+kx3[i]));

deltax[i]:=1/6\*(kx1[i]+2\*kx2[i]+2\*kx3[i]+kx4[i]);

x[i+1]:=x[i]+deltax[i];

Для функции y:

ky1[i]:=h\*x[i];

ky2[i]:=h\*(x[i]+ky1[i]/2);

ky3[i]:=h\*(x[i]+ky2[i]/2);

ky4[i]:=h\*(x[i]+ky3[i]);

deltay[i]:=1/6\*(ky1[i]+2\*ky2[i]+2\*ky3[i]+ky4[i]);

y[i+1]:=y[i]+deltay[i];

**Програмний код:**

unit UnitMain;

interface

uses

Winapi.Windows, Winapi.Messages, System.SysUtils, System.Variants, System.Classes, Vcl.Graphics,

Vcl.Controls, Vcl.Forms, Vcl.Dialogs, Vcl.Menus, VclTee.TeeGDIPlus,

Vcl.StdCtrls, Vcl.Imaging.pngimage, Vcl.ExtCtrls, Vcl.ComCtrls,

VCLTee.TeEngine, VCLTee.TeeProcs, VCLTee.Chart, VCLTee.Series;

type

TFormMain = class(TForm)

mnuMain: TMainMenu;

mnuFil: TMenuItem;

mnuExit: TMenuItem;

ChartMain: TChart;

TrackBarK: TTrackBar;

TrackBarT1: TTrackBar;

lblT1: TLabel;

lblK: TLabel;

ImageMain: TImage;

EditK: TEdit;

EditT1: TEdit;

lblt21: TLabel;

lblt22: TLabel;

lblt23: TLabel;

lblt24: TLabel;

lblt25: TLabel;

Series1: TLineSeries;

Series2: TLineSeries;

lblT2: TLabel;

EditT2: TEdit;

TrackBarT2: TTrackBar;

mnuHelp: TMenuItem;

mnuAbout: TMenuItem;

TrackBarOmega: TTrackBar;

EditOmega: TEdit;

lblomega: TLabel;

lblom1: TLabel;

lblom3: TLabel;

lblom2: TLabel;

lblt11: TLabel;

lblt12: TLabel;

lblt13: TLabel;

lblt14: TLabel;

lblt15: TLabel;

lblk1: TLabel;

lblk4: TLabel;

lblk3: TLabel;

lblk2: TLabel;

procedure mnuExitClick(Sender: TObject);

procedure FormShow(Sender: TObject);

procedure TrackBarKChange(Sender: TObject);

procedure TrackBarT1Change(Sender: TObject);

procedure TrackBarT2Change(Sender: TObject);

procedure TrackBarOmegaChange(Sender: TObject);

procedure mnuAboutClick(Sender: TObject);

private

{ Private declarations }

public

procedure Axis;

procedure Draw;

procedure Calc;

{ Public declarations }

end;

var

FormMain: TFormMain;

implementation

{$R \*.dfm}

Const N=1000;//количество точек для рисования функции

Ymin=0;

Ymax=20;

Tm=100;

Var K,T1,T2,Wo:single; //изменяющиеся параметры

y,t:array[0..N] of single; //координаты точек на графике

function F(t:single):single;

var r:single;

begin

r:=sin(Wo\*t);

if r>=0 then Result:=Ymax

else Result:=0;

end;

//Формула

function Q(t,u,p,w:single):single;

const U0=10;

var

A,B:single;

begin

A:=T1\*T2;

B:=T1+T2;

Result:=(U0\*F(t)/K-B\*w-p)/A; //1/A\*(F(t)/k-du-cp-bw)

end;

//пересчет точек

procedure TFormMain.Calc;

var

h:single;

i:integer;

X:array[0..N] of single;// первая производная

Z:array[0..N] of single;// вторая производная

ky1,ky2,ky3,ky4:single;

kx1,kx2,kx3,kx4:single;

ph1,ph2,ph3,ph4:single;

begin

h:=Tm/N; //шаг

for i:=1 to N do

begin

Y[i]:=Ymax;

X[i]:=0;

Z[i]:=0 ;

t[i]:=i\*h;

end;

Y[0]:=Ymin; X[0]:=0; Z[0]:=0;

for i:=0 to N-1 do //Метод Рунге-Кутты

begin

kx1:=z[i];

ky1:=x[i];

ph1:=Q(t[i],y[i],ky1,kx1);

kx2:=z[i]+ph1\*h/2;

ky2:=x[i]+kx1\*h/2;

ph2:=Q(t[i]+h/2,y[i]+ky1\*h/2,ky2,kx2);

kx3:=z[i]+ph2\*h/2;

ky3:=x[i]+kx2\*h/2;

ph3:=Q(t[i]+h/2,y[i]+ky2\*h/2,ky3,kx3);

kx4:=z[i]+ph3\*h;

ky4:=x[i]+kx3\*h;

ph4:=Q(t[i]+h,y[i]+ky3\*h,ky4,kx4);

x[i+1]:=x[i]+h\*(1/6)\*(kx1+2\*kx2+2\*kx3+kx4);

y[i+1]:=y[i]+h\*(1/6)\*(ky1+2\*ky2+2\*ky3+ky4);

z[i+1]:=z[i]+h\*(1/6)\*(ph1+2\*ph2+2\*ph3+ph4);

end;

end;

procedure TFormMain.Draw; //рисование функции

var i:integer;

begin

Series1.Clear;//очистка серии

for i:=0 to n do

Series1.AddXY(t[i],y[i]);

end;

function Step(x:single):single;//вычисление степени 10 для ползунков

begin

Result:=exp(x\*2.302585);

end;

procedure TFormMain.Axis; //рисование осей

begin

Series2.Clear;//очистка

Series2.AddXY(0,Ymax);

Series2.AddXY(0,0);

Series2.AddXY(Tm,0);

end;

procedure TFormMain.FormShow(Sender: TObject);

begin

K:=500; //Задаем константы

T1:=1;

T2:=1;

Wo:=0.5;

Axis; //Рисуем оси

Calc; //считаем и

Draw; //рисуем график

ChartMain.LeftAxis.SetMinMax(0,20); //Оси не будут сдвигатся

end;

procedure TFormMain.TrackBarKChange(Sender: TObject);

begin

K:=TrackBarK.Max-TrackBarK.Position+300;

EditK.Text:=FloatToStrF(K,ffFixed,4,0);

Calc;

Draw;

end;

procedure TFormMain.TrackBarT1Change(Sender: TObject);

begin

T1:=Step(-TrackBarT1.Position\*0.1);

EditT1.Text:=FloatToStrF(T1,ffFixed,3,2);

Calc;

Draw;

end;

procedure TFormMain.TrackBarT2Change(Sender: TObject);

begin

T2:=Step(-TrackBarT2.Position\*0.1);

EditT2.Text:=FloatToStrF(T2,ffFixed,3,2);

Calc;

Draw;

end;

procedure TFormMain.TrackBarOmegaChange(Sender: TObject);

begin

Wo:=(TrackBarOmega.Max-TrackBarOmega.Position\*0.01-99);

EditOmega.Text:=FloatToStrF(Wo,ffFixed,3,2);

Calc;

Draw;

end;

procedure TFormMain.mnuAboutClick(Sender: TObject);

begin

Application.MessageBox('Программа решения диф. уравнения в графическом виде'+#13+#13+'Coded by Serge Ivanov'+#13+#13+'-Contacts-'+#13+'Email: serega.iv.1407@gmail.com', 'About Program');//Инфо о программе

end;

procedure TFormMain.mnuExitClick(Sender: TObject);

begin

Close;

end;

end.

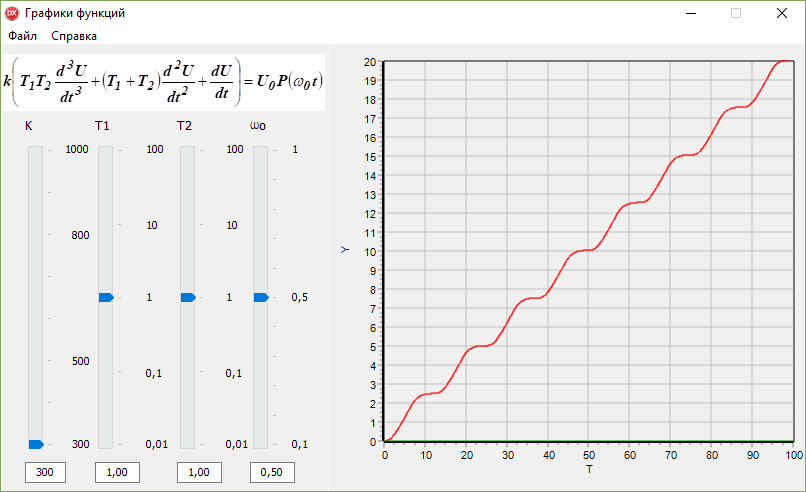


Рис 1. Головне вікно программи

**Висновок** : В даній роботі розглянуто розв’язок диференційного рівняння методом Рунге-Кутти. В роботі наведено рішення диференційного рівняння та побудовано графіки.

|  |  |
| --- | --- |
| **Тип** | **Свойства** |
| TForm | Name, Caption, Height, Width, Position, BorderStyle, BorderIcons. |
| TMainMenu | Name, Items. |
| TMenuItem | Name, Caption. |
| TTrackBar | Height, Width, Orientation, Position, Min, Max, Frequency. |
| TLabel | Top, Left, Name, Caption. |
| TChart | Height, Width, Name, Top, Left, SetMinMax. |
| TLineSeries | Title, ShowLegend, Color. |

**Список Літератури:**

1) http://alexlarin.net/LinodnDE2por.html

2) <https://uk.wikipedia.org/wiki/Метод_Рунге_-_Кутти>

3) http://delphi.ucoz.org/publ/10-1-0-39

4) http://www.simumath.net/library/book.html?code=Dif\_Ur\_method\_Euler

5) Гулд Х. Компьютерное моделирование в физике: [В 2 ч.] / Х. Гулд, Я. Тобочник. – М.: Мир, 1990. Ч.1. 349 с.

6) Турчак, Л. И. Основы численных методов. М.: Наука, 1987. 320 с.