

**SECTION 1. Theoretical research in mathematics.**

**Sagat Zhunisbekov**

doctor of technical Sciences, Professor, academician of the National  
Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan  
rector of the Taraz Technical Institute,  
Kazakhstan

**Alexandr N. Shevtsov**

candidate of Technical Sciences,  
President, Theoretical & Applied Science, LLP  
associate Professor of the Department «Applied mathematics»,  
Taraz State University named after M.H. Dulati, Kazakhstan

**ALGORITHMS FOR CALCULATING THE PROPERTIES AND  
BEHAVIOR ANALYSIS OF FRACTIONAL-LINEAR MAPPINGS IN  
DELPHI.**

*In the article there are considered some issues of practical  
implementation on a computer fractional-linear functions of complex argument.*

*Key words: a complex function, Delphi, fractional-linear function,  
algorithm, circle.*

**АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА СВОЙСТВ И АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ  
ДРОБНО-ЛИНЕЙНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ В СРЕДЕ DELPHI.**

*В статье рассмотрены некоторые вопросы практической  
реализации на компьютере дробно-линейных функций комплексного  
аргумента.*

*Ключевые слова: комплексная функция, дельфи, дробно-линейная  
функция, алгоритм, окружность.*

Исследование аналитических функций комплексного аргумента  $w = f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$ , достаточно широко освещено в курсе ТФКП (Теории функции комплексного переменного), но при этом зачастую возникают проблемы наглядности, в процессе изучения, а также практические методы компьютерной реализации.

Как известно [1-2], в тех точках  $z_0 \in G$ , где  $f'(z_0) \neq 0$ , функция  $w = f(z)$  обладает так называемым свойством конформности. Трудности изучения этих свойств связаны, в первую очередь, с особенностями

изучаемого объекта. Довольно сложно представить поведение функции комплексного переменного наглядно[3].

Рассмотрим дробно-линейную функцию

$$w = f(z) = \frac{az + b}{cz + d}$$

где  $a, b, c, d$  - постоянные комплексные числа, причем  $c, d$  одновременно не равны нулю. Первая производная от  $f(z)$  примет вид:

$$f'(z) = \frac{ad - cb}{(cz + d)^2}$$

при соблюдении условия  $ad - bc \neq 0$ , отображение осуществляемое дробно-линейной функцией, конформно и взаимно-однозначно в области  $G$ , получаемой из расширенной комплексной плоскости исключением точек  $z' = \infty$  и  $z' = -\frac{d}{c}$ .

При рассмотрении примеров [3, с.12], находят образы окружностей:

$$|z + i| = \frac{1}{2} \text{ при } w = \frac{z - i}{2z + i},$$

$$|z| = 1 \text{ при } w = \frac{z - i}{2z + i}.$$

Разработаем алгоритмы построения этих отображений в среде Delphi в реальном времени [4], т.е. пользователь сможет наблюдать не только результат построения, а также и видеть сам процесс (часть типичных подпрограмм, для создания отчетов, в коде опущена).

```

unit Unit1;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, Grids, StdCtrls, Buttons, ComCtrls, Menus, TeEngine,
  Series, ExtCtrls, TeeProcs, Chart, CheckLst, Spin, FileCtrl,
  Clipbrd, Office_Tlb, Word_TLB, ComObj, Math;

type
  TForm1 = class(TForm)
    PageControl1: TPageControl;
  end;

```

```

MainMenu1: TMainMenu;
N1: TMenuItem;
N2: TMenuItem;
N3: TMenuItem;
N4: TMenuItem;
N5: TMenuItem;
TabSheet1: TTabSheet;
BitBtn1: TBitBtn;
FileListBox1: TFileListBox;
Memo1: TMemo;
StringGrid1: TStringGrid;
TabSheet2: TTabSheet;
BitBtn2: TBitBtn;
Label1: TLabel;
RadioGroup1: TRadioGroup;
StringGrid2: TStringGrid;
Image1: TImage;
Image2: TImage;
Panel1: TPanel;
BitBtn3: TBitBtn;
Memo2: TMemo;
Memo3: TMemo;
Memo4: TMemo;
ProgressBar1: TProgressBar;
procedure FileListBox1Click(Sender: TObject);
procedure N5Click(Sender: TObject);
procedure N2Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure RadioGroup1Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn3Click(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
WordApp:OleVariant;
WordTables,WordTables1:OleVariant;
Procedure WordAppExcept(Sender:TObject; E:Exception);
public
  { Public declarations }
end;

var
  Form1: TForm1;

```

```
nn,zz:integer;
implementation
```

```
{$R *.dfm}
```

```
procedure TForm1.BitBtn3Click(Sender: TObject);
begin
image1.Picture.Bitmap.SaveToFile('рисунок-.bmp');
image2.Picture.Bitmap.SaveToFile('образ-.bmp');
end;
```

```
procedure TForm1.FileListBox1Click(Sender: TObject);
var i,j:integer; t:real;
begin
memo1.Clear; memo1.Lines.LoadFromFile(FileListBox1.FileName);
for I := 0 to memo1.Lines.Count - 1 do
begin
//StringGrid1.Cells[0,i+1]:=inttostr(i+1);//GetToken(memo1.Lines.Strings[i],
',1);
j:=1;
while GetToken(memo1.Lines.Strings[i],','j)<>" do
begin
StringGrid1.Cells[j,i+1]:=GetToken(memo1.Lines.Strings[i],','j);
j:=j+1;
//StringGrid1.Cells[2,i+1]:=GetToken(memo1.Lines.Strings[i],','2);
end;
end;
stringgrid1.RowCount:=memo1.Lines.Count+2;
end;
```

```
function LoadTable(s:tmemo {string};StringGrid:TStringGrid):boolean;
var i,j:integer;
begin
form1.memo1.Clear;
form1.memo1.Text:=s.Text;//.Lines.LoadFromFile(s);
form1.label1.Caption:=form1.memo1.Lines.Strings[0];
for I := 1 to form1.memo1.Lines.Count - 1 do
begin
j:=1;
while GetToken(form1.memo1.Lines.Strings[i],','j)<>" do
begin
StringGrid.Cells[j-1,i-1]:=GetToken(form1.memo1.Lines.Strings[i],','j);
j:=j+1;
```

```
end;
end;
stringgrid.RowCount:=form1.memo1.Lines.Count-1;
nn:=stringgrid.RowCount-1;
end;

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
RadioGroup1.ItemIndex:=0;
LoadTable(memo2 {'Данные-0.txt'},StringGrid1);
LoadTable(memo4 {'Данные-2.txt'},StringGrid2);
end;

function fnMod(x,y:real):real;
begin
result:=power(x*x+y*y,0.5);
end;

function fnArg (x,y:real):real;
var arg:real;
begin
IF x<>0 THEN
begin
arg:=ArcTan(y/x);
IF arg <0 THEN arg:=arg+pi
ELSE
IF y>=0 THEN arg:=pi/2 ELSE arg:=-pi/2;
END;
Result:= arg;
end;
end;

function fnRe(x1,y1,x2, y2:real):real;
begin
result:= x1*x2-y1*y2;
end;

function fnIm(x1,y1,x2, y2:real):real;
begin
result:= x1*y2+y1*x2;
end;

function fnU (x,y,L,a, Re:real):real;
begin
```

```

result:= L*(x*COS(a) - y*SIN(a))+RE;
end;

function fnV (x,y,L,a, Im:real):real;
begin
result:= L*(x*SIN(a)+y*COS(a))+Im;
end;

function Koord(image:timage;minx,maxx,miny,maxy:integer):boolean;
var i,j:integer;
begin
    image.Canvas.Pen.Width:=1;
    image.Canvas.Brush.Color:=clwhite;
    image.Canvas.FillRect(rect(0,0,10000,10000));

    FOR j:=-20 TO 20 do
    begin
    image.Canvas.MoveTo(250+trunc(zz*minX), 250-zz*j);
    image.Canvas.LineTo(250+trunc(zz*maxX), 250-zz*j);
    image.Canvas.MoveTo(250+zz*j,250-trunc(zz*minY));
    image.Canvas.LineTo(250+zz*j,250-trunc(zz*maxY));
    image.Canvas.TextOut(250+zz*j-12,255,inttostr(j));
    image.Canvas.TextOut(250-12,250-zz*j+5,inttostr(j));
    end;
    image.Canvas.Pen.Width:=3;
    image.Canvas.MoveTo(0,250);
    image.Canvas.LineTo(1900,250);
    image.Canvas.MoveTo(250,0);
    image.Canvas.LineTo(250,1900);

    image.Canvas.Pen.Width:=1;
    end;

procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject); // Расчет
var
    minX,maxX,minY,maxY,I,j:Integer;
s, modc,Rea1,Ima1,Reb1,Imb1,Rea2,Ima2,Reb2,Imb2,
    moda1,arga1,moda2,arga2,modd,p,
    Re1,Im1,Re2,Im2,Re3,Im3,
R,x0,y0,Rea,Ima,Reb,Imb,Rec,Imc,Red,Imd,
u1,v1,u,v,t,h,k, x,y,a,m,n:Real; // Задаем переменные
label 2;
begin

```

```

PageControl1.ActivePageIndex:=1;
  ProgressBar1.Position:=0;
zz:=50;

case RadioGroup1.ItemIndex of
0:begin
  m:=strtofloat(StringGrid1.Cells[1,1]);
x0:=strtofloat(StringGrid1.Cells[1,2]);
  n:=strtofloat(StringGrid1.Cells[1,3]);
y0:=strtofloat(StringGrid1.Cells[1,4]);
end;
1:begin
  R:=strtofloat(StringGrid1.Cells[1,1]);
x0:=strtofloat(StringGrid1.Cells[1,2]);
y0:=strtofloat(StringGrid1.Cells[1,3]);
end;
end;

Rea:=strtofloat(StringGrid2.Cells[1,1]);
Ima:=strtofloat(StringGrid2.Cells[1,2]);
Reb:=strtofloat(StringGrid2.Cells[1,3]);
Imb:=strtofloat(StringGrid2.Cells[1,4]);
Rec:=strtofloat(StringGrid2.Cells[1,5]);
Imc:=strtofloat(StringGrid2.Cells[1,6]);
Red:=strtofloat(StringGrid2.Cells[1,7]);
Imd:=strtofloat(StringGrid2.Cells[1,8]);
p:=0;
  //pi:= 3.14159;
h:=2*pi/10000;

// INPUT –Образ какой линии Вам построить?: Окружность -1; Прямая
линия -0”, s
s:=RadioGroup1.ItemIndex;
  IF s =1 THEN begin    k:=1; i:=1; j:=0;  end
                ELSE begin k:=5; i:=0; j:=1;  end;

  Re1:= fnRe(Rea, Ima, Red, Imd);
  Im1:= fnIm(Rea, Ima, Red, Imd);
  Re2:= fnRe(Reb, Imb, Rec, Imc);
  Im2:= fnIm(Reb, Imb, Rec, Imc);
  Re3:= Re2-Re1;
  Im3:= Im2-Im1;
  IF (Re3 =0) AND (Im3 =0) THEN

```

```
begin
  showmessage('Данные не верны! Введите заново!');
  // exit;
end;

IF (Rec =0) AND (Imc =0) THEN
  begin
    modd:= power(fnMod(Rea, Ima),2);
    Rea1:= fnRe(Rea, Ima, Red, -Imd)/modd;
    Ima1:= fnIm(Rea, Ima, Red, -Imd)/modd;
    Reb1:= fnRe(Reb, Imb, Red, -Imd)/modd;
    Imb1:= fnIm(Reb, Imb, Red, -Imd)/modd;
  end
ELSE
  begin
    modc:= power(fnMod (Rec, Imc),2);
    p:=1;
    Rea1:= Rec;
    Ima1:=Imc;
    Reb1:= Red;
    Imb1:= Imd;
    Rea2:= fnRe(Re3, Im3, Rec, -Imc)/modc;
    Ima2:= fnIm(Re3, Im3, Rec, -Imc)/modc;
    Reb2:= fnRe(Rea, Ima, Rec, -Imc)/modc;
    Imb2:= fnIm(Rea, Ima, Rec, -Imc)/modc;
  end;

moda1:= fnMod (Rea1, Ima1);
argal:= fnArg(Reb1, Imb1);
moda2:= fnMod (Rea2, Ima2);
arga2:= fnArg(Reb2, Imb2);

minX:= -9;
maxX:=9;
minY:= -9;
maxY:=9;

Koord(image1,minx,maxx,miny,maxy);
Koord(image2,minx,maxx,miny,maxy);

image1.Canvas.Brush.Color:=clred;
image1.Canvas.Pen.Width:=3;
image2.Canvas.Brush.Color:=clred;
```



```

image2.Canvas.Pen.Width:=3;

t:=-k*pi;
while t<k*pi do
begin
x:=x0+ i*R*COS(t)+ j*m*t;
y:=y0+ i*R*SIN(t)+ j*n*t;
u:= fnU(x, y, moda1, arga1, Reb1);
v:= fnV(x, y, moda1, arga1, Imb1);
IF p<>1 THEN goto 2;
s:= u*u + v*v;
u1:= u/s;
v1:= v/s;
u:= fnU(u1, v1, moda2, arga2, Reb2);
v:= fnV(u1, v1, moda2, arga2, Imb2);

2:
image1.Canvas.FillRect(rect(250+trunc(zz*x)-2,250-trunc(zz*y)-
2,250+trunc(zz*x)+2,250-trunc(zz*y)+2));
image2.Canvas.FillRect(rect(250+trunc(zz*u)-2,250-trunc(zz*v)-
2,250+trunc(zz*u)+2,250-trunc(zz*v)+2));
sleep(1);
application.ProcessMessages;
image1.Update;
image2.Update;
ProgressBar1.Position:=trunc(int(t))+15;
t:=t+h;
end;
end;

procedure TForm1.N2Click(Sender: TObject);
begin
application.Terminate;
end;

procedure TForm1.N5Click(Sender: TObject);
begin
showmessage('Автор: к.т.н. Шевцов А.Н.');
```

```

end;

procedure TForm1.RadioGroup1Click(Sender: TObject);
begin
case RadioGroup1.ItemIndex of
```

```

0:LoadTable(memo2 {'Данные-0.txt'},StringGrid1);
1:LoadTable(memo3 {'Данные-1.txt'},StringGrid1);
end;
LoadTable(memo4 {'Данные-2.txt'},StringGrid2);
end;

end.
    
```

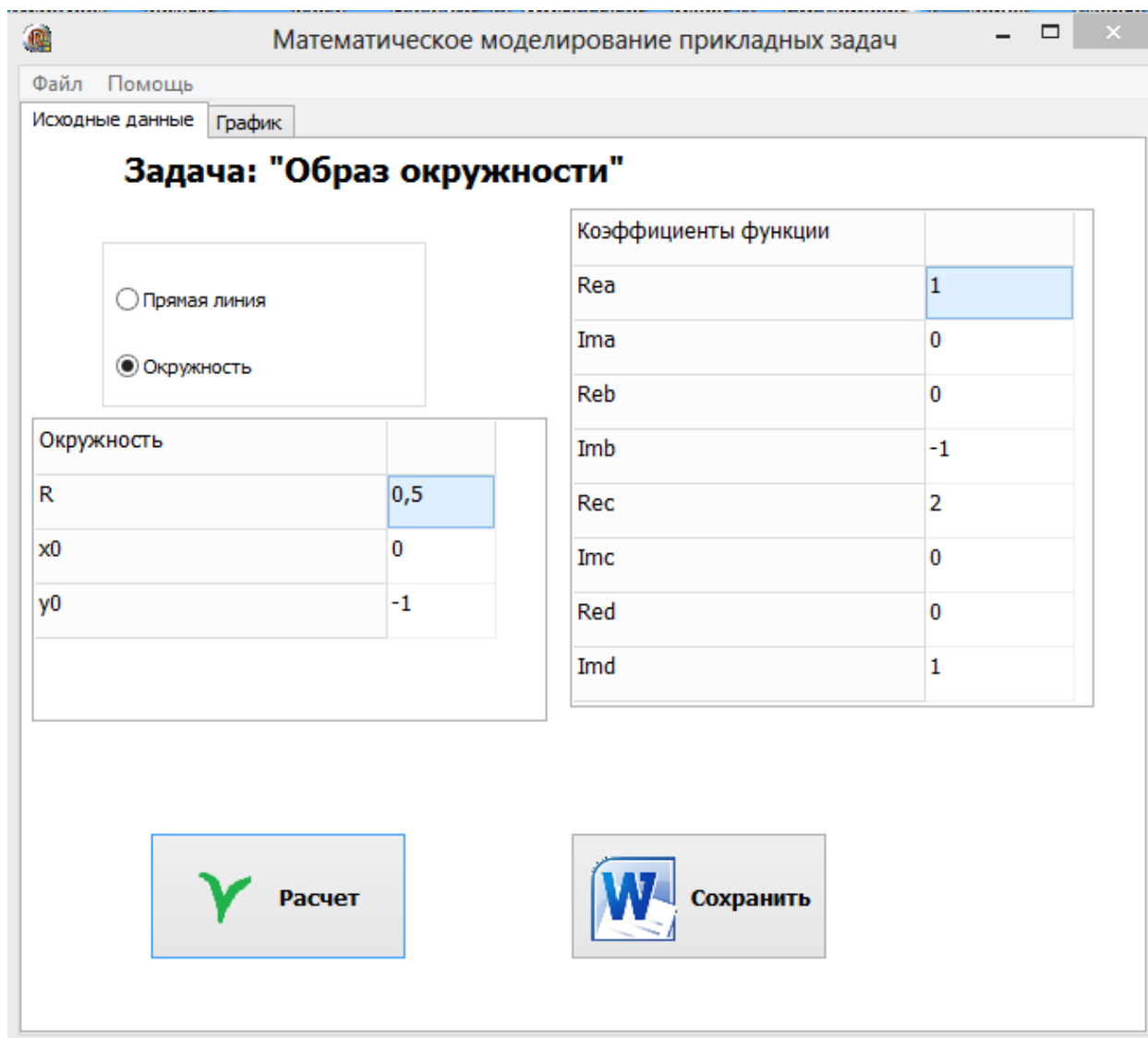
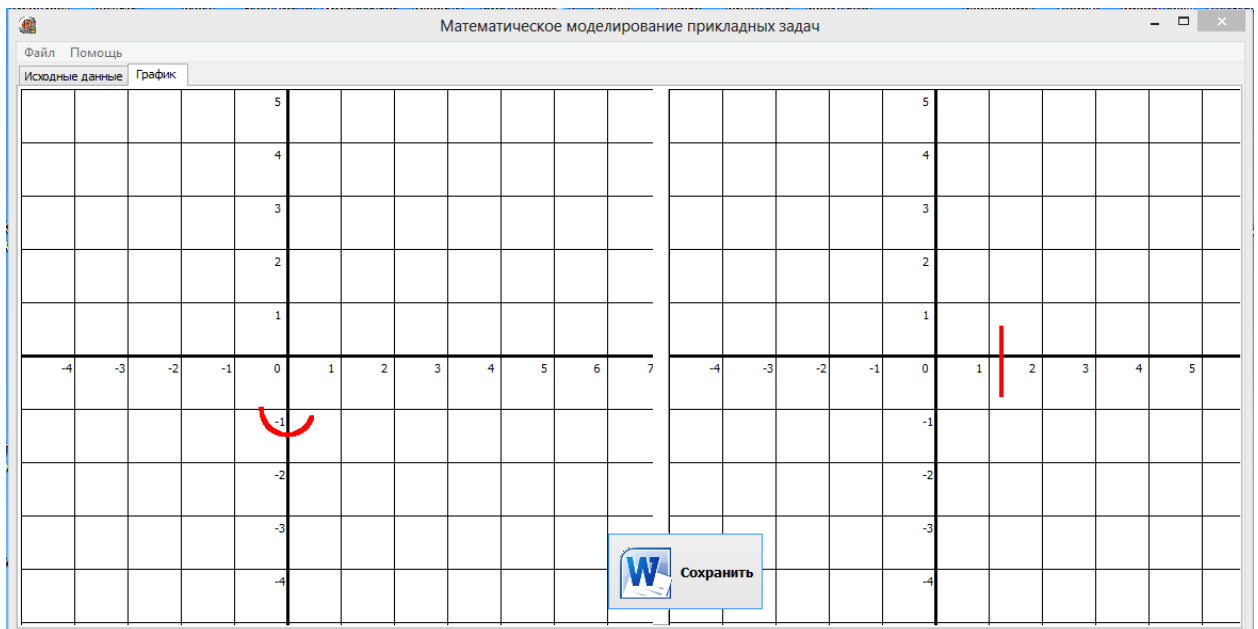
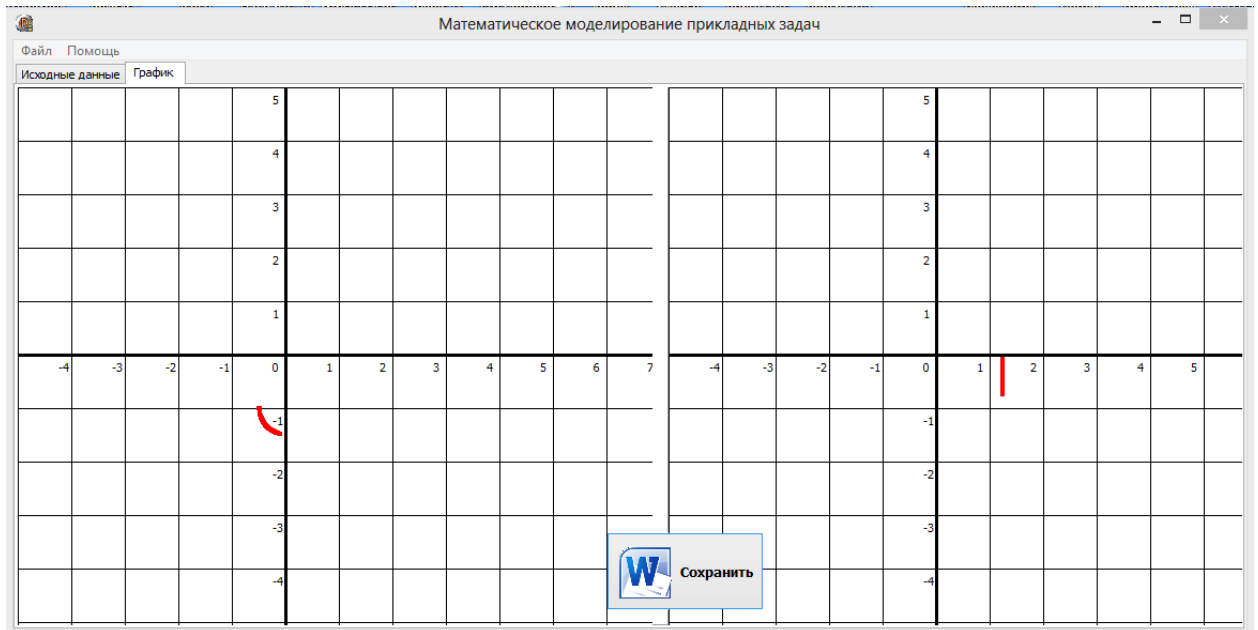
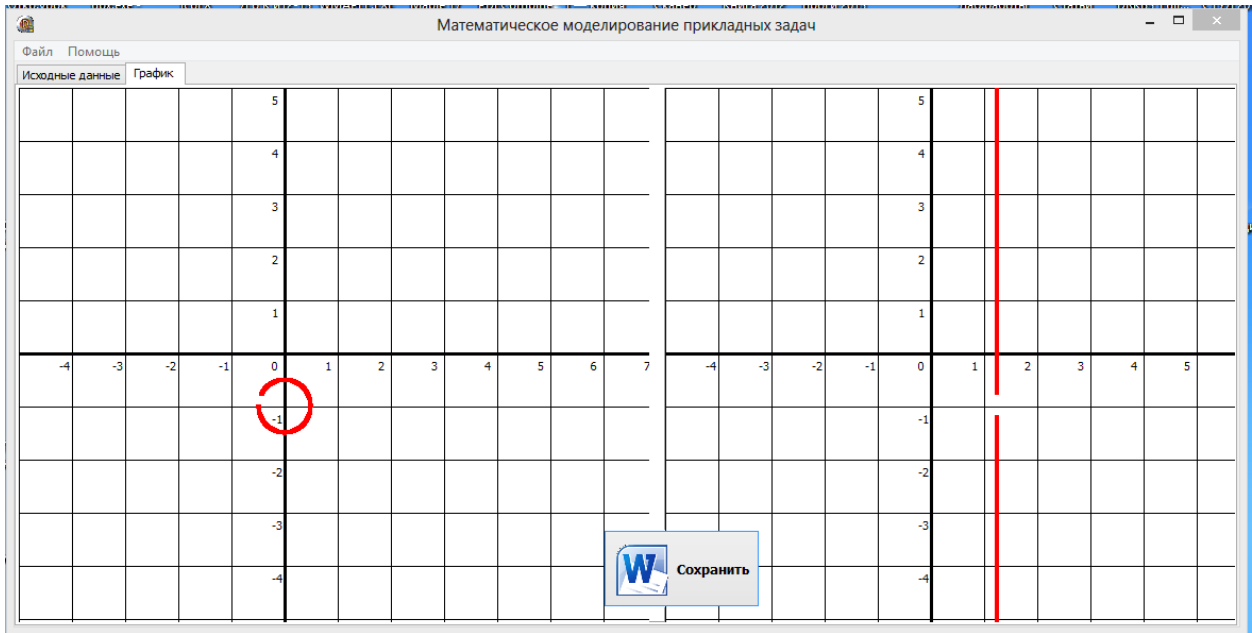
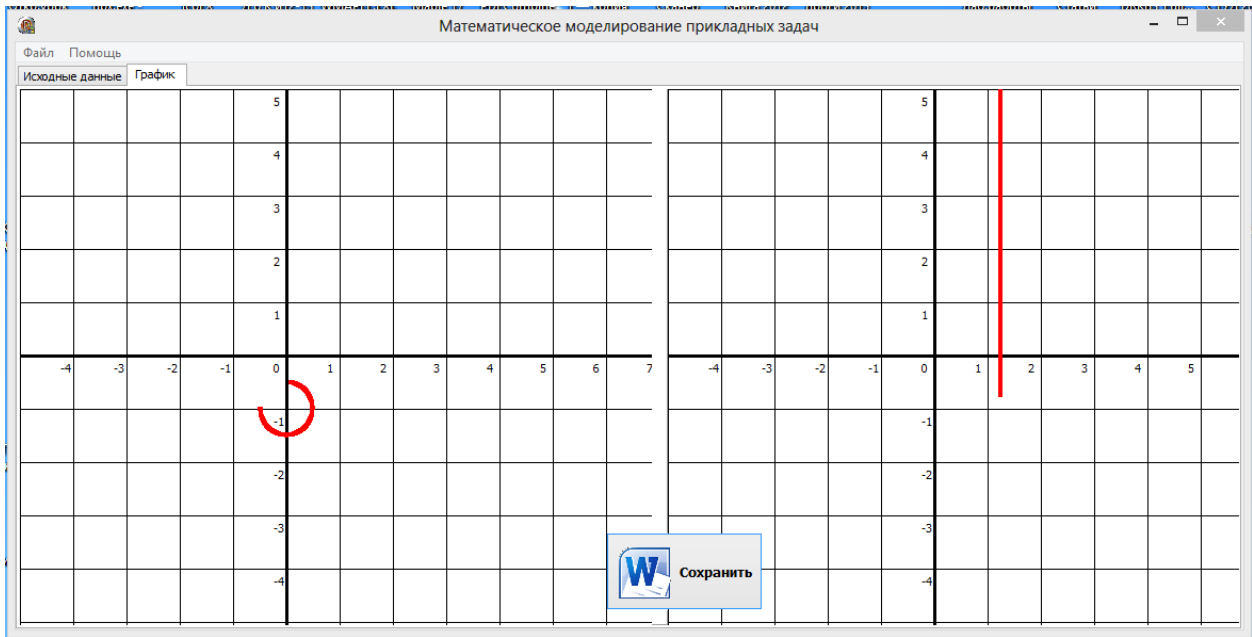
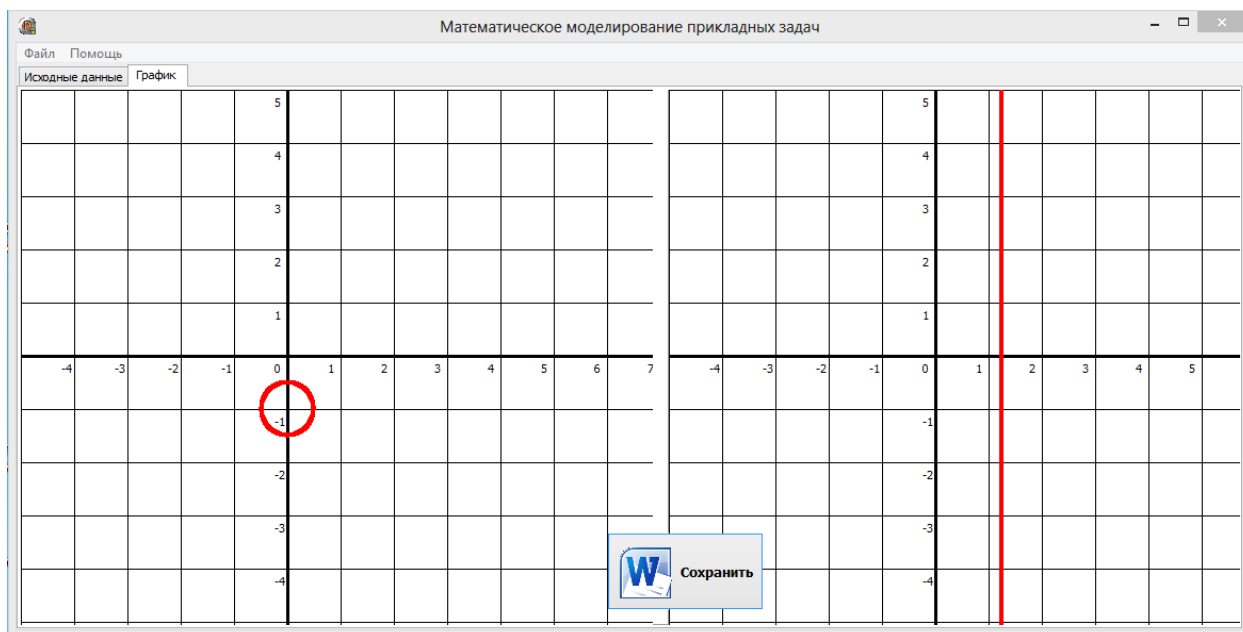


Рисунок 1 – Окно программы.







**Рисунок 2 – Процесс построения отображения.**

Разработанные алгоритмы и программа позволяют решать и исследовать целый ряд дробно-линейных отображений, при различных начальных условиях и вводимых ограничениях.

### Литература

1. Маркушевич А.И. Введение в теорию аналитических функций. – М.: Просвещение, 1977.-320с.
2. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного. –М.: Наука, 1977.-444с.
3. Абиев Н.А., Чанбаева А.И. Интерпретация свойств дробно-линейных отображений в среде Delphi. - Проблемы естественно-математического образования в исследованиях профессионально ориентированной личности: материалы пятой международной научно-практической конференции молодых ученых, студентов, аспирантов: 14-15 апреля 2012г.: в 2ч. Ч.1/ ФГБОУ ВПО «СГПИ». – Соликамск: СГПИ, 2012. С.11-13.
4. Nevzorov V. Delphi Russian Knowledge Base. –Chicago, USA. -2007, more than 4000 p.