

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.
    
```

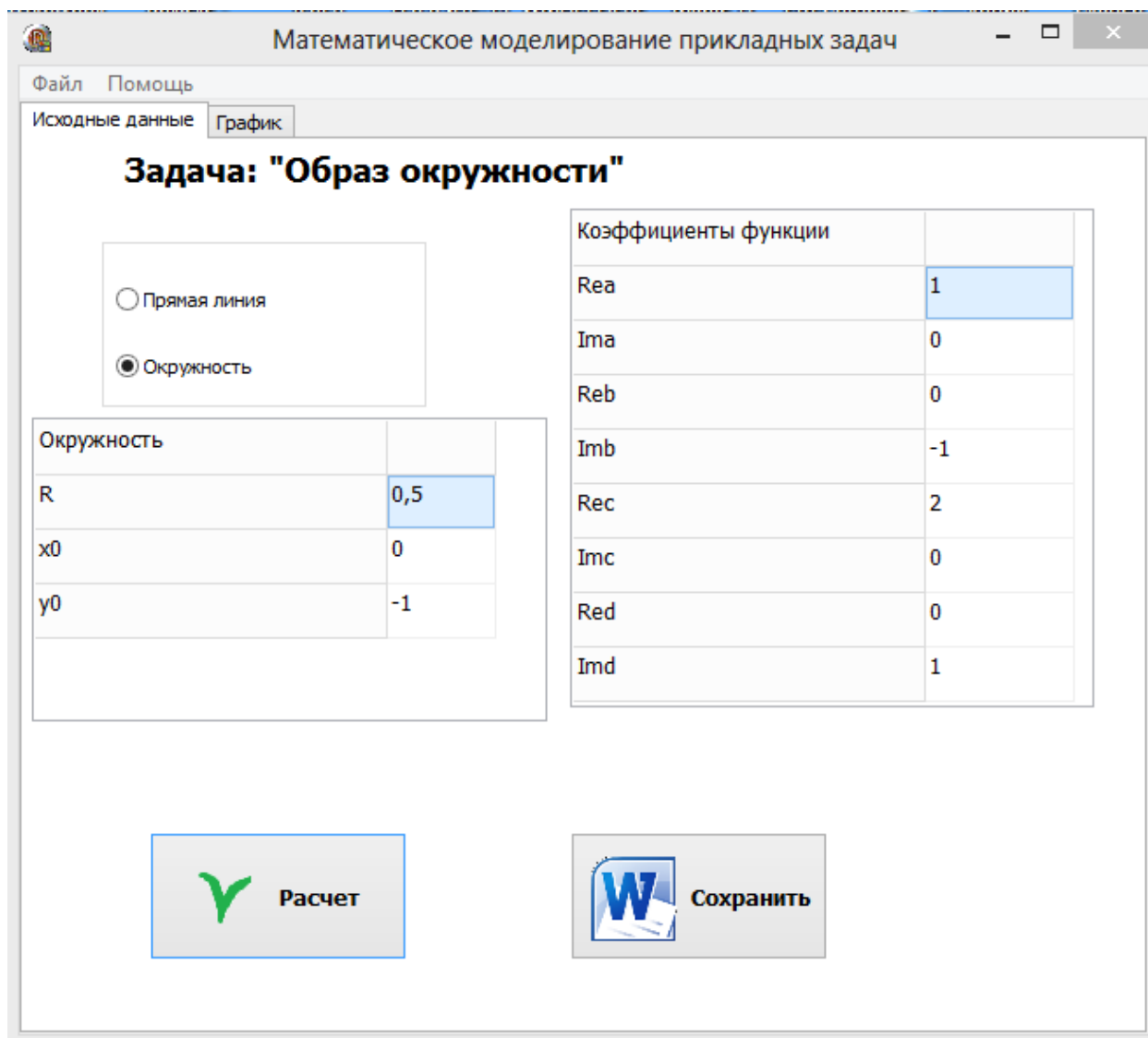
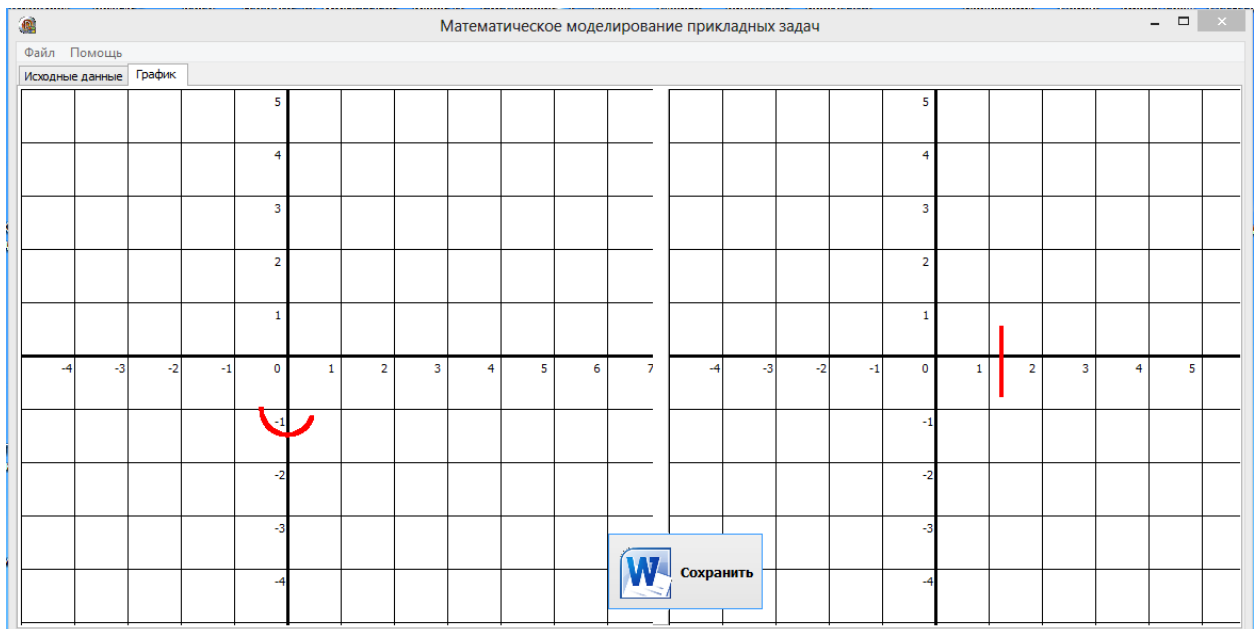
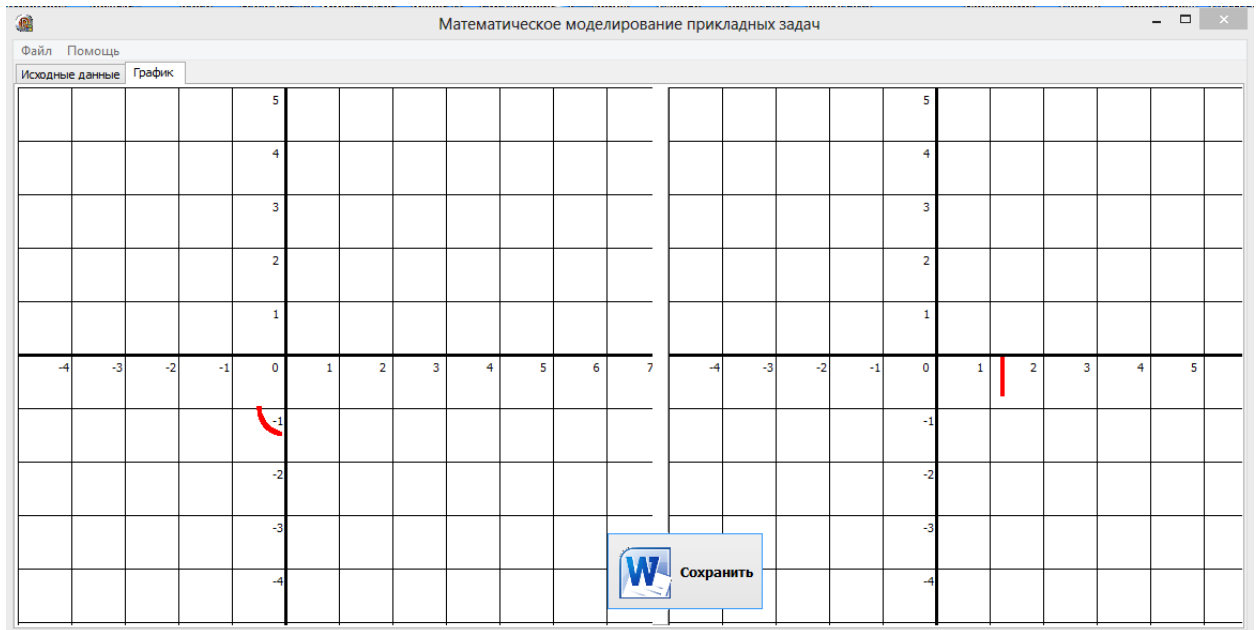
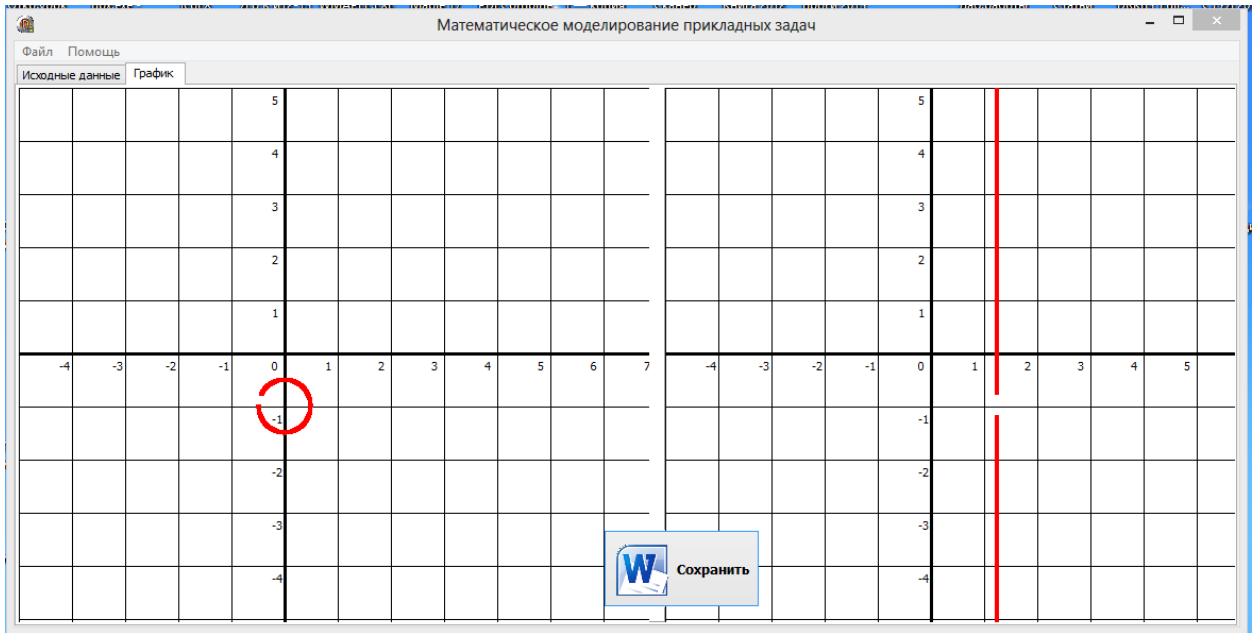
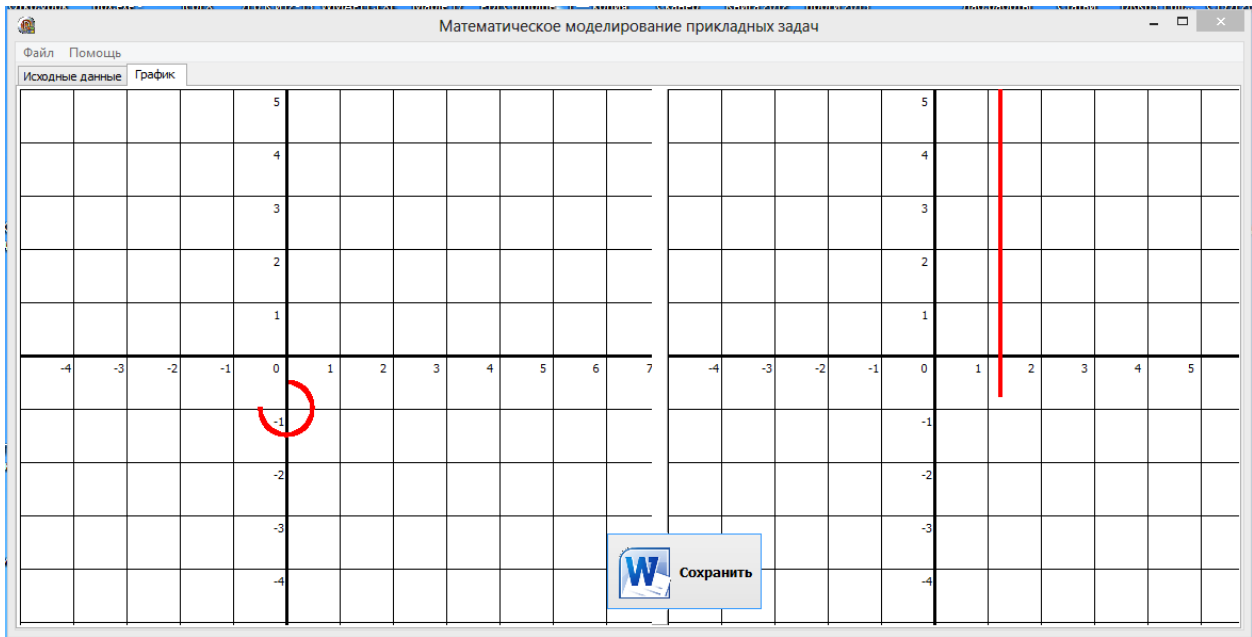


Рисунок 1 – Окно программы.





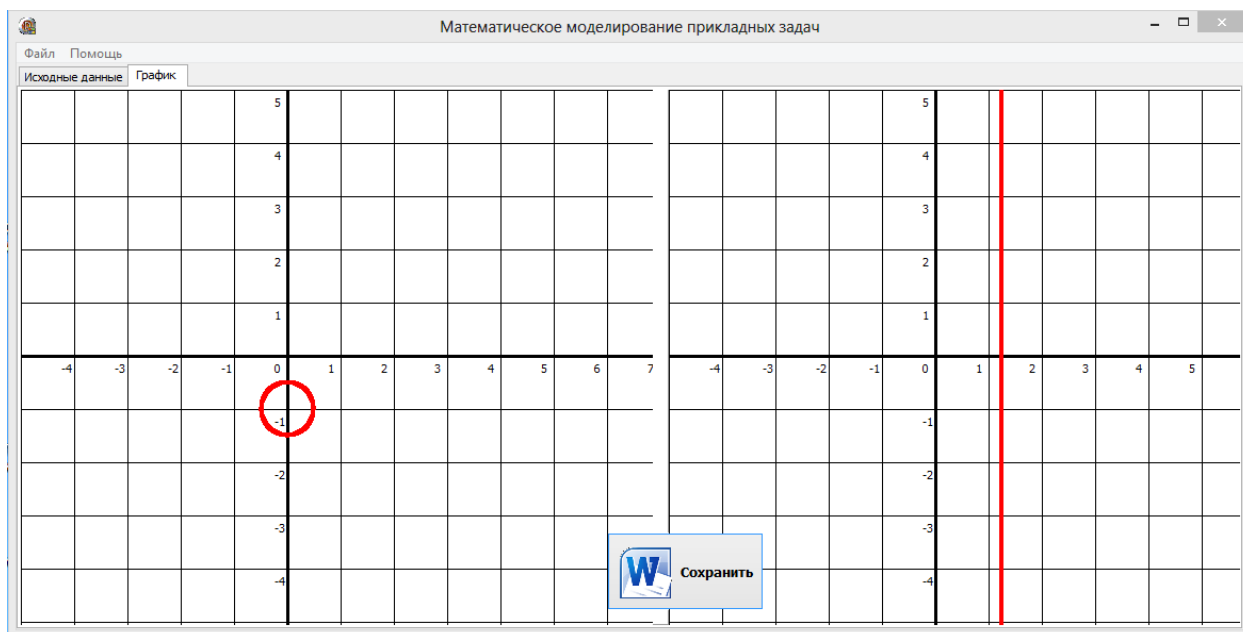


Рисунок 2 – Процесс построения отображения.

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.