

Лабораторная работа №7

Научное программирование

Николаев Дмитрий Иванович, НПМмд-02-24

Содержание

1	Цель работы	5
2	Теоретическое введение	6
3	Выполнение лабораторной работы	7
3.1	Octave	7
3.1.1	Построение параметрических графиков	7
3.1.2	Построение графиков в полярных координатах	8
3.1.3	Построение неявных функций	10
3.1.4	Операции с комплексными числами	12
3.1.5	Специальные функции	14
3.2	Julia	17
4	Выводы	23
	Список литературы	24

Список иллюстраций

3.1	Построение параметрических графиков на Octave	7
3.2	Параметрические графики на Octave	8
3.3	Построение графиков в полярных координатах на Octave (1/2) . .	8
3.4	Построение графиков в полярных координатах на Octave (2/2) . .	9
3.5	График улитки Паскаля в декартовых координатах на Octave . . .	9
3.6	График улитки Паскаля в полярных координатах на Octave	10
3.7	Построение неявных функций на Octave	10
3.8	График неявной функции на Octave	11
3.9	Построение неявно заданной окружности и её касательной на Octave	11
3.10	График окружности и её касательной на Octave	12
3.11	Операции с комплексными числами на Octave	13
3.12	Комплексные числа на графике на Octave	14
3.13	Особенности операций с комплексными числами на Octave . . .	14
3.14	Специальные функции на Octave 1	15
3.15	График гамма-функции на Octave 1	15
3.16	Специальные функции на Octave 2	16
3.17	График гамма-функции на Octave 2	17
3.18	Построение параметрических графиков на Julia	18
3.19	Параметрические графики на Julia	18
3.20	Построение графиков в полярных координатах на Julia	19
3.21	График улитки Паскаля на Julia	19
3.22	Построение неявных функций на Julia	19
3.23	График неявной функции на Julia	20
3.24	График окружности со своей касательной на Julia	20
3.25	Операции с комплексными числами на Julia	21
3.26	Результат операций с комплексными числами на Julia	21
3.27	Специальные функции на Julia	21
3.28	График гамма-функции на Julia 1	22
3.29	График гамма-функции на Julia 2	22

Список таблиц

1 Цель работы

Целью данной лабораторной работы является изучение методов вычислений и визуализации на языках программирования Octave и Julia.

2 Теоретическое введение

В лабораторной работе изучаются различные подходы к построению и анализу графиков с использованием параметрических уравнений, полярных координат, неявных функций и комплексных чисел. Параметрические уравнения дают возможность моделировать кривые через изменение параметра t , тогда как полярные координаты часто используются для описания фигур, имеющих осевую симметрию.

Неявные функции представляют собой уравнения, где зависимость между переменными не выражена явно, что требует применения численных методов для построения их графиков. Работа с комплексными числами и вычисление их графиков полезна для моделирования процессов, связанных с векторными величинами.

3 Выполнение лабораторной работы

Следуя указаниям из [1], выполним лабораторную работу на Octave и Julia.

3.1 Octave

3.1.1 Построение параметрических графиков

Построим график циклоиды радиуса 2 ([3.1,3.2])

$$x = r(t - \sin(t))$$

$$y = r(1 - \cos(t))$$

```
>> t = linspace(0,6*pi,50);  
>> diary on  
>> r = 2;  
>> x = r*(t-sin(t));  
>> y = r*(1-cos(t));  
>> plot(x,y)  
>> axis('equal');  
>> axis([0 12*pi 0 4])  
>> savefig cycloid.png  
>> print -dpng cycloid.png
```

Рис. 3.1: Построение параметрических графиков на Octave

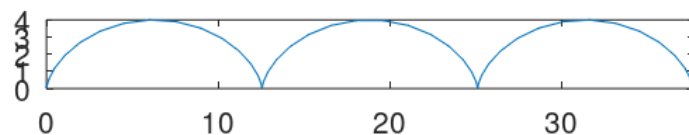


Рис. 3.2: Параметрические графики на Octave

3.1.2 Построение графиков в полярных координатах

Построим график улитки Паскаля $r = 1 - 2 \cdot \sin(\theta)$ ([3.3,3.14]) в обычных ([3.5]) и полярных координатах ([3.6])

```
>> theta = linspace(0,2*pi,100);
>> r = 1-2*sin(theta);
>> x = r.*cos(theta);
>> y = r.*sin(theta);
>> plot(x,y)
>> print -dpng limacon.png
>> |
```

Рис. 3.3: Построение графиков в полярных координатах на Octave (1/2)


```
>> theta = linspace(0,2*pi,50);
>> r = 1-2*sin(theta);
>> polar(theta,r)
>> print -dpng limacon-polar.png
>> |
```

Рис. 3.4: Построение графиков в полярных координатах на Octave (2/2)

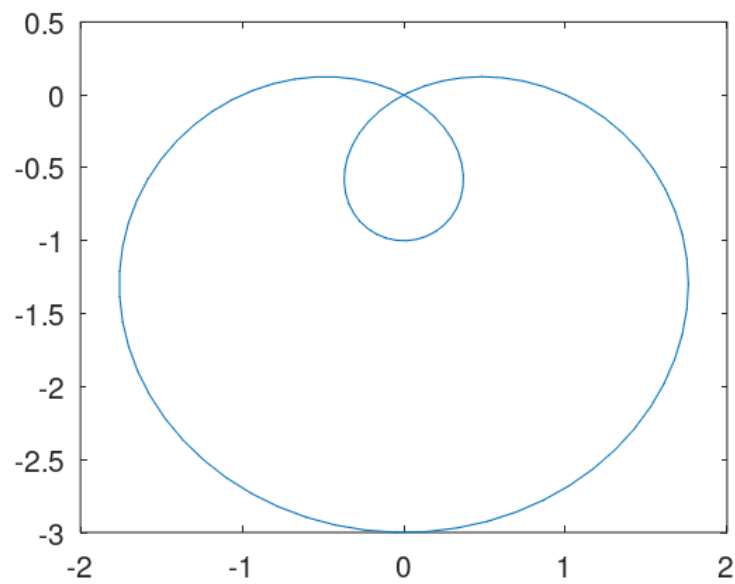


Рис. 3.5: График улитки Паскаля в декартовых координатах на Octave

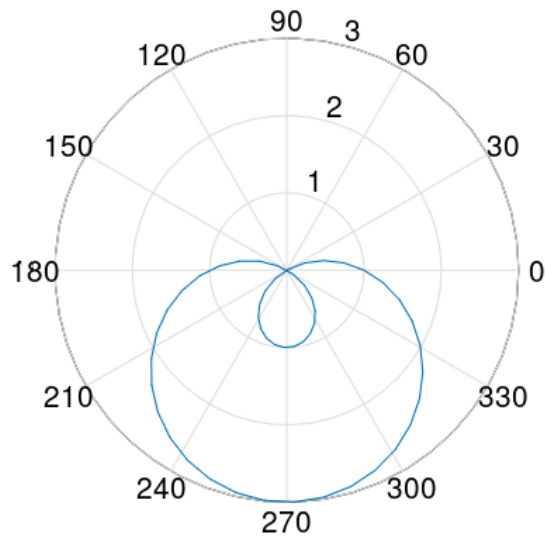


Рис. 3.6: График улитки Паскаля в полярных координатах на Octave

3.1.3 Построение неявных функций

Построим график неявно заданной функции ([3.7,3.8])

$$f(x, y) = -x^2 - x * y + x + y^2 - y - 1$$

и график окружности с центром в точке $(2, 0)$ радиуса 5 вместе с касательной в точке $(-1, 4)$ ([3.9,3.10])

```
>> f = @(x,y) -x.^2 - x.*y + x + y.^2 - y - 1
f =

@(x, y) -x .^ 2 - x .* y + x + y .^ 2 - y - 1

>> ezplot(f)
>> print -dpng impl1.png
>> |
```

Рис. 3.7: Построение неявных функций на Octave

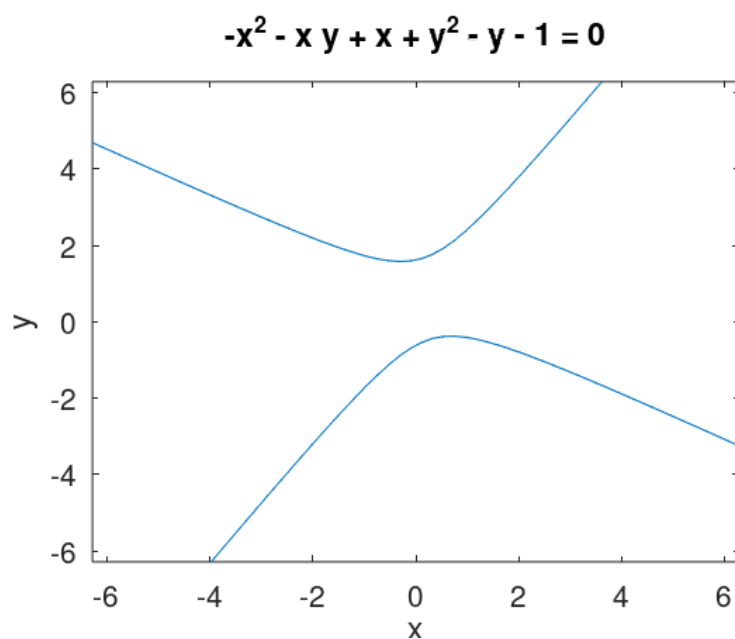


Рис. 3.8: График неявной функции на Octave

```
>> f = @(x,y) -x.^2 - x.*y + x + y.^2 - y - 1
f =
@(x, y) -x.^2 - x.*y + x + y.^2 - y - 1

>> ezplot(f)
>> print -dpng impl1.png
>> f = @(x,y) (x-2).^2 + y.^2 - 25;
>> ezplot(f, [-6 10 -8 8])
>> x = [-6:10];
>> y = 3/4*x + 19/4;
>> hold on
>> plot(x,y,'r--')
>> print -dpng impl2.png
>> |
```

Рис. 3.9: Построение неявно заданной окружности и её касательной на Octave

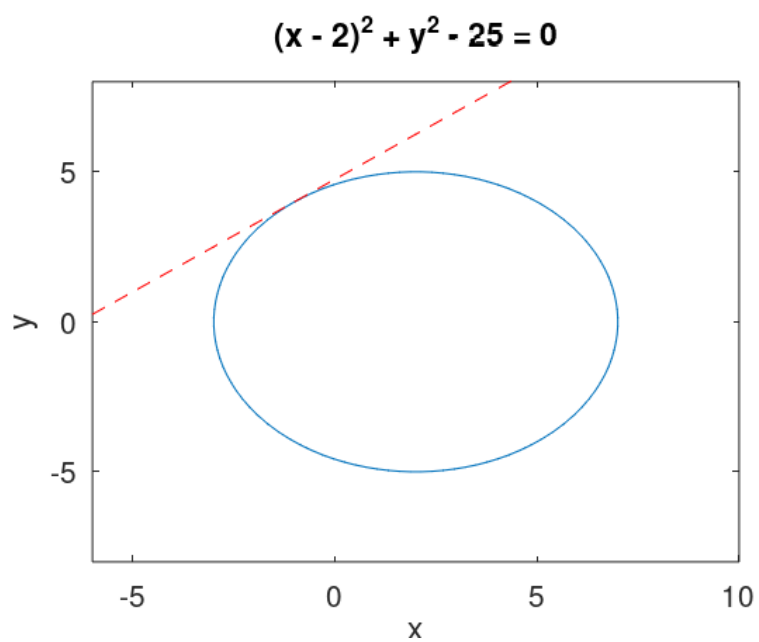


Рис. 3.10: График окружности и её касательной на Octave

3.1.4 Операции с комплексными числами

Проверим простейшие операции с комплексными числами ([3.11]) и отобразим их в виде векторов на графике ([3.12]).

```

>> z1 = 1 + 2*i
z1 = 1 + 2i
>> z2 = 2 - 3*i
z2 = 2 - 3i
>> z1 + z2
ans = 3 - 1i
>> z1 - z2
ans = -1 + 5i
>> z1*z2
ans = 8 + 1i
>> z1/z2
ans = -0.3077 + 0.5385i
>> clf
>> compass(z1, 'b')
>> hold on
>> compass(z2, 'r')
>> compass(z1+z2, 'k--')
>> legend('z_1', 'z_2', 'z_1+z_2')
>> print -dpng complex.png

```

Рис. 3.11: Операции с комплексными числами на Octave

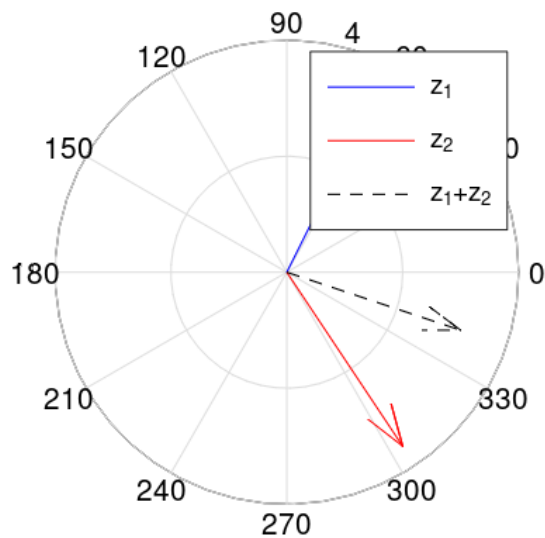


Рис. 3.12: Комплексные числа на графике на Octave

Заметим, что действия с дробной степенью отрицательных чисел как результат даёт число с наименьшим аргументом (углом) комплексного числа ([3.13]).

```
>> (-8)^(1/3)
ans = 1.0000 + 1.7321i
>> ans^3
ans = -8.0000e+00 + 2.2204e-15i
>> nthroot(-8,3)
ans = -2
>> |
```

Рис. 3.13: Особенности операций с комплексными числами на Octave

3.1.5 Специальные функции

Построим график факториала и гамма-функции вместе с вертикальными асимптотами ([3.15]) и без ([3.16,3.17]).

```

>> n = [0:1:5];
>> x = linspace(-5,5,500);
>> plot(n,factorial(n), '* ',x,gamma(x+1))
>> axis([-5 6 -10 25]);
>> grid on;
>> legend('n!', 'gamma(n+1)')
>> print -dpng gamma.png

```

Рис. 3.14: Специальные функции на Octave 1

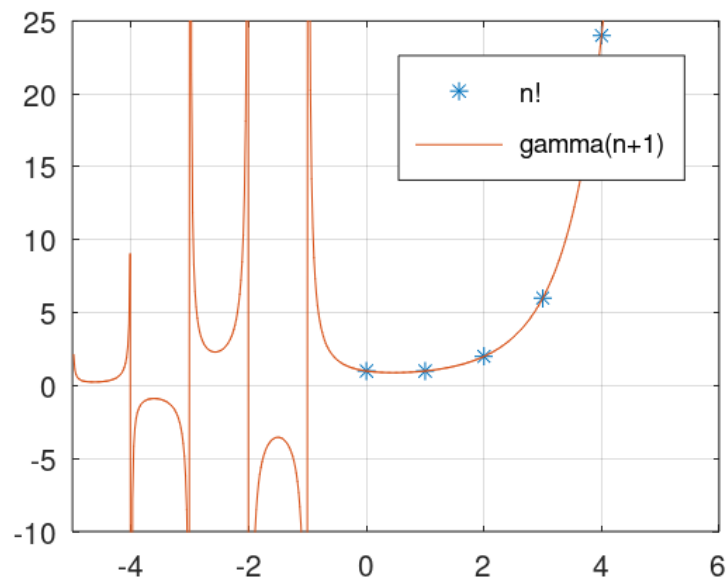


Рис. 3.15: График гамма-функции на Octave 1

```

>> clf
>> x1 = linspace(-5,-4,500);
>> x2 = linspace(-4,-3,500);
>> x3 = linspace(-3,-2,500);
>> x4 = linspace(-2,-1,500);
>> x5 = linspace(-1,5,500);
>> plot(x1,gamma(x1+1))
>> hold on
>> plot(x2,gamma(x2+1))
>> plot(x3,gamma(x3+1))
>> plot(x4,gamma(x4+1))
>> plot(x5,gamma(x5+1))
>> axis([-5 6 -10 25]);
>> grid on
>> plot(n,factorial(n),'*')
>> legend('n!', "\Gamma(n+1)")
>> print -dpng gamma2.png
>> diary off
>> |

```

Рис. 3.16: Специальные функции на Octave 2

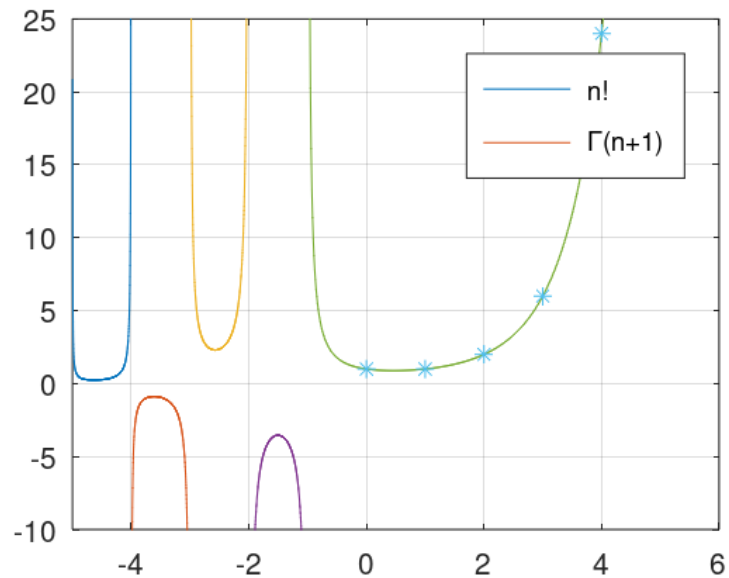


Рис. 3.17: График гамма-функции на Octave 2

3.2 Julia

Повторим предыдущие задания на языке Julia. Построим циклоиду ([3.18,3.19]), улитку Паскаля ([3.20,3.21]), неявно заданную функцию $f(x, y) = -x^2 - x * y + x + y^2 - y - 1$ и окружность со своей касательной ([3.22,3.23,3.24]), проверим операции с комплексными числами ([3.25,3.26]), а также построим факториал и гамма-функцию ([3.27]) вместе с вертикальными асимптотами ([3.28]) и без ([3.28]).

```

1  using Plots
2  using ImplicitPlots
3  using LaTeXStrings
4  using SpecialFunctions
5
6  # Построение циклоиды
7  t = range(0, stop=6*pi, length=100)
8  r = 2
9  x = @. r * (t - sin(t))
10 y = @. r * (1 - cos(t))
11
12 fig1 = plot(x, y, aspect_ratio=:equal, legend=false,
13 |         title="Циклоида", xlabel="x", ylabel="y")
14 savefig(fig1, "fig1.png")
15

```

Рис. 3.18: Построение параметрических графиков на Julia

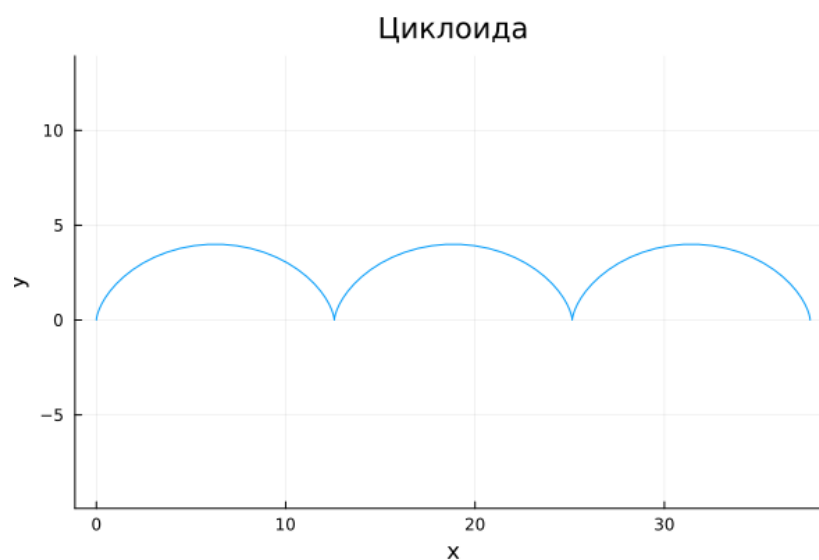


Рис. 3.19: Параметрические графики на Julia

```

16 # Построение улитки Паскаля в полярных координатах
17 theta = range(0, stop=2*pi, length=100)
18 r = @. 1 - 2 * sin(theta)
19
20 fig2 = plot(theta, r, proj=:polar,
21 title=L"Улитка Паскаля $r = 1 - 2 \sin(\theta)$")
22 savefig(fig2, "fig2.png")
23

```

Рис. 3.20: Построение графиков в полярных координатах на Julia

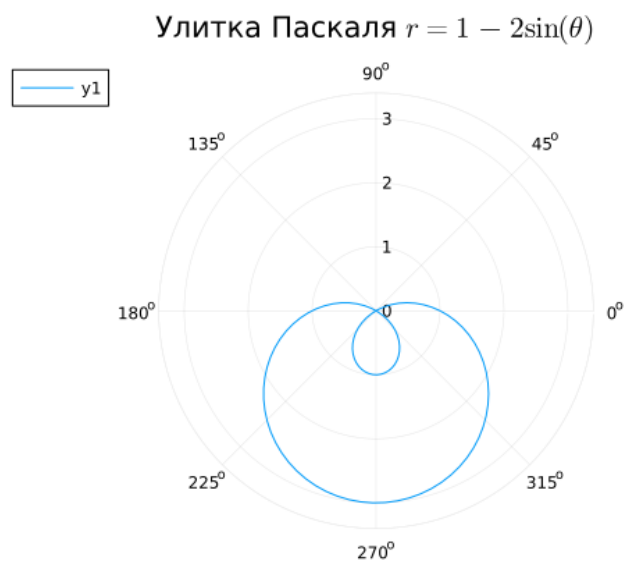


Рис. 3.21: График улитки Паскаля на Julia

```

24 # Построение неявно заданных функций
25 f(x, y) = -x^2 - x*y + x + y^2 - y - 1
26 fig3 = implicit_plot(f, title=L"$f(x, y) = -x^2 - x*y + x + y^2 - y - 1$")
27 savefig(fig3, "fig3.png")
28
29 # Построение окружности и касательной
30 f(x, y) = (x-2)^2 + y^2 - 25
31 fig4 = implicit_plot(f, title="Неявная функция: окружность",
32 | xlims = (-6, 10), ylims = (-8, 8), legend=false)
33 x = range(-6, 10, 100)
34 y = @. 3/4*x + 19/4
35 plot!(x, y, color=:red, ls=:dot)
36 savefig(fig4, "fig4.png")
37

```

Рис. 3.22: Построение неявных функций на Julia

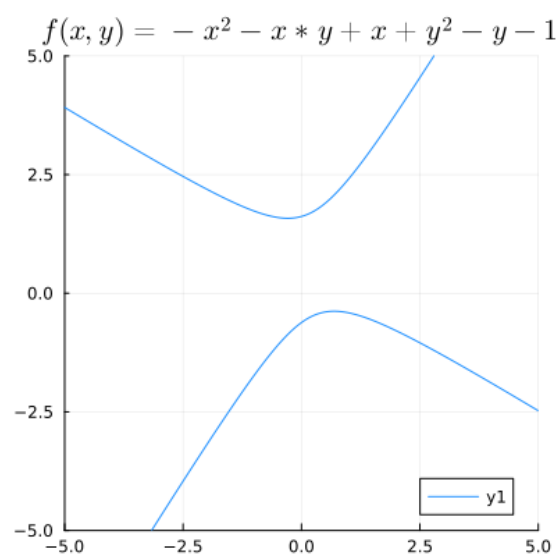


Рис. 3.23: График неявной функции на Julia



Рис. 3.24: График окружности со своей касательной на Julia

```

38  # Операции с комплексными числами
39  z1 = 1 + 2im
40  z2 = 2 - 3im
41
42  sum = z1 + z2
43  difference = z1 - z2
44  product = z1 * z2
45  quotient = z1 / z2
46
47  println("Сумма: $sum")
48  println("Разность: $difference")
49  println("Произведение: $product")
50  println("Частное: $quotient")

```

Рис. 3.25: Операции с комплексными числами на Julia

```

PS C:\Users\User\Documents\work\study\2024-2025\Научное программирование\sciprog\labs\lab07\report\report> julia .\lab7.jl
Сумма: 3 - 1im
Разность: -1 + 5im
Произведение: 8 + 1im
Частное: -0.30769230769230776 + 0.5384615384615384im

```

Рис. 3.26: Результат операций с комплексными числами на Julia

```

52  # Специальные функции
53  n = 0:1:5
54  x = range(-5.001, 5.000)
55  y = @. gamma(x+1)
56  fig5 = scatter(n, factorial.(n), label="n!", color=:blue,
57              xlims = (-5, 6), ylims = (-10, 25))
58  plot!(x, y, label=L"\Gamma (n+1)")
59  savefig(fig5, "fig5.png")
60
61  x1 = range(-5.001, -4.001, 500)
62  x2 = range(-3.999, -3.001, 500)
63  x3 = range(-2.999, -2.001, 500)
64  x4 = range(-1.999, -1.001, 500)
65  x5 = range(-0.999, 0.001, 500)
66  fig6 = plot(x1, gamma.(x1.+1), label=L"\Gamma (x+1), x \in \left[-5,-4\right]",
67              xlims = (-5, 6), ylims = (-10, 25))
68  plot!(x2, gamma.(x2.+1), label=L"\Gamma (x+1), x \in \left[-4,-3\right]")
69  plot!(x3, gamma.(x3.+1), label=L"\Gamma (x+1), x \in \left[-3,-2\right]")
70  plot!(x4, gamma.(x4.+1), label=L"\Gamma (x+1), x \in \left[-2,-1\right]")
71  plot!(x5, gamma.(x5.+1), label=L"\Gamma (n+1)")
72  scatter!(n, factorial.(n), label="n!")
73  savefig(fig6, "fig6.png")

```

Рис. 3.27: Специальные функции на Julia

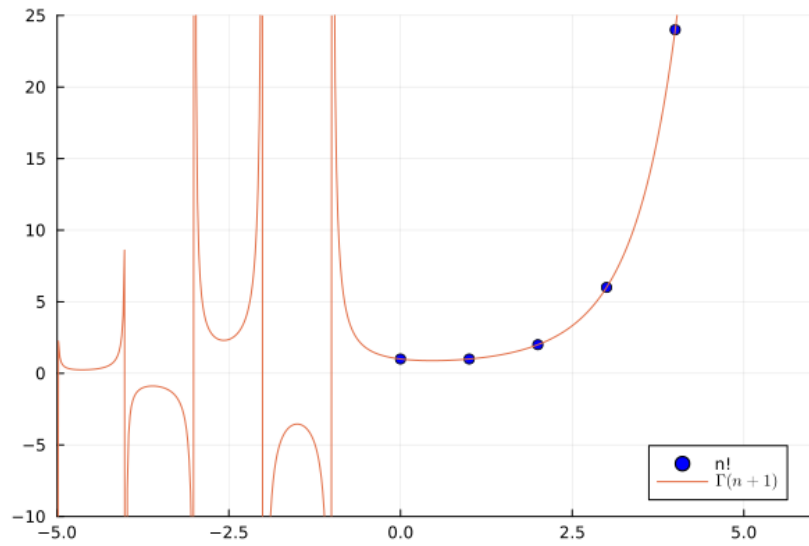


Рис. 3.28: График гамма-функции на Julia 1

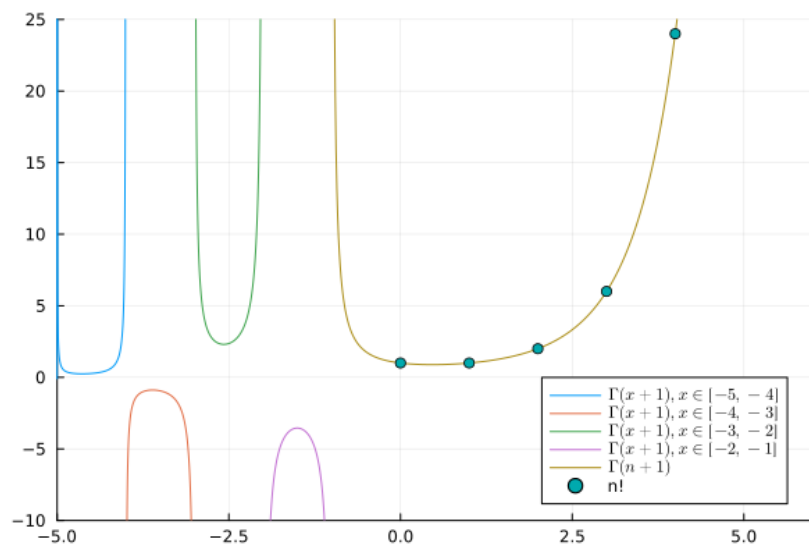


Рис. 3.29: График гамма-функции на Julia 2

4 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы я изучил методы вычислений и визуализации на языках программирования Octave и Julia.

Список литературы

1. Кулябов Д. С. Лабораторная работа №7. Графики [Электронный ресурс]. RUDN, 2024. URL: https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/2372910/mod_resource/content/2/README.pdf.