**Отчёт по выполнению лабораторной работы**

**1. Цель работы**  
Целью данной лабораторной работы является ознакомление с возможностями программного пакета Octave для построения различных типов графиков и визуализации математических функций. В ходе работы мы исследуем методы построения параметрических кривых, графиков в полярных координатах, неявно заданных функций, а также рассмотрим способы работы с комплексными числами и специальными функциями (в частности, гамма-функцией). Таким образом, мы отработаем навыки графической визуализации, анализа и интерпретации полученных данных, что является важной составляющей математического моделирования и исследования функций в среде Octave.

**2. Задание**  
В рамках задания необходимо:  
- Построить параметрические графики (например, циклоиду), продемонстрировав использование параметрических уравнений для вывода сложных кривых.  
- Выполнить построение графиков в полярных координатах для кривых, заданных в виде .  
- Реализовать визуализацию неявно заданных функций с использованием встроенных инструментов Octave.  
- Исследовать операции с комплексными числами и их графическую интерпретацию, в частности, сложение и умножение комплексных величин, а также их геометрическую репрезентацию на комплексной плоскости.  
- Рассмотреть использование специальных функций, в том числе гамма-функции , и сравнить её значения с факториалом в соответствующих точках.

**3. Теоретическое введение**  
**Построение параметрических графиков:**  
Параметрические уравнения позволяют задавать зависимости координат и от дополнительного параметра . Например, циклоидная кривая может быть задана как

где – радиус генерирующего круга, а – параметр (обычно, угол поворота). Параметрические графики удобны для исследования кривых, полученных в результате движения точки.

**Построение графиков в полярных координатах:**  
Полярные координаты выражают точку на плоскости через радиус и угол . Функции вида позволяют строить красивые кривые, недоступные в элементарном декартовом представлении. Octave обеспечивает функции для конвертации и визуализации таких данных, позволяя наглядно исследовать формы кривых.

**Неявные функции и их графики:**  
Неявно заданными функциями называются уравнения вида , в которых нет явного выражения через . Построение графиков таких функций требует численных методов или встроенных процедур (например, ezplot), чтобы отобразить множество точек , удовлетворяющих уравнению.

**Графики комплексных чисел:**  
Комплексные числа можно интерпретировать как точки или векторы на комплексной плоскости. Визуализация таких чисел помогает наглядно представлять операции над ними, например, сложение, вычитание, умножение и деление. Инструмент compass в Octave позволяет графически отразить направление и длину вектора, соответствующего комплексному числу.

**Специальные функции: гамма-функция:**  
Гамма-функция является обобщением факториала на вещественную (или даже комплексную) область чисел. Для натуральных чисел справедливо:

но гамма-функция определена и для нецелых аргументов. Исследование графика даёт представление о её поведении на различных интервалах, в том числе в отрицательной области, где функция имеет полюса.

**4. Выполнение лабораторной работы**  
Ниже приводится используемый код Octave. Для удобства в отчёт будут добавлены графики в виде скриншотов результатов работы (в реальной версии отчёта следует вставить соответствующие изображения):

% Параметрические графики  
t = linspace (0,6\*pi,50);  
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.pdf  
print -dpdf cycloid.pdf  
print -dpng cycloid.png  
  
% Графики в полярных координатах  
theta = linspace (0,2\*pi,100);  
r = 1-2\*sin(theta);  
x = r.\*cos(theta);  
y = r.\*sin(theta);  
plot (x,y)  
print -dpdf limacon.pdf  
print -dpng llimacon.png  
  
theta = linspace(0,2\*pi,50);  
r = 1-2\*sin(theta);  
polar(theta,r)  
print -dpdf limacon-polar.pdf  
print -dpng llimacon-polar.png  
  
% Графики неявных функций  
f = @(x,y) -x.^2 - x.\*y + x + y.^2 - y - 1;  
ezplot(f)  
print -dpdf impl1.pdf  
  
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 -dpdf impl2.pdf  
  
% Операции с комплексными числами  
z1 = 1+2\*i;  
z2 = 2-3\*i;  
z1+z2  
z1-z2  
z1\*z2  
z1/z2  
  
clf  
z1 = 1+2\*i;  
z2 = 2-3\*i;  
compass(z1,'b')  
hold on  
compass(z2,'r')  
compass(z1+z2,'k--')  
legend('z\_1','z\_2','z\_1+z\_2')  
print -dpdf complex.pdf  
  
(-8)^(1/3)  
ans^3  
nthroot(-8,3)  
  
% Специальные функции (Гамма-функция)  
n = [0:1:5];  
x = linspace(-5,5,500);  
plot(n, factorial(n), '\*', x, gamma(x+1))  
clf  
plot(n, factorial(n),'\*', x, gamma(x+1))  
axis([-5 6 -10 25]);  
grid on;  
legend('n!', 'gamma(n+1)')  
print -dpdf gamma.pdf  
  
% То же самое но по отдельным интервалам  
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]);  
plot (n,factorial(n),'\*')  
legend('n!',"\\Gamma(n+1)")  
print -dpdf gamma2.pdf

#### Графики

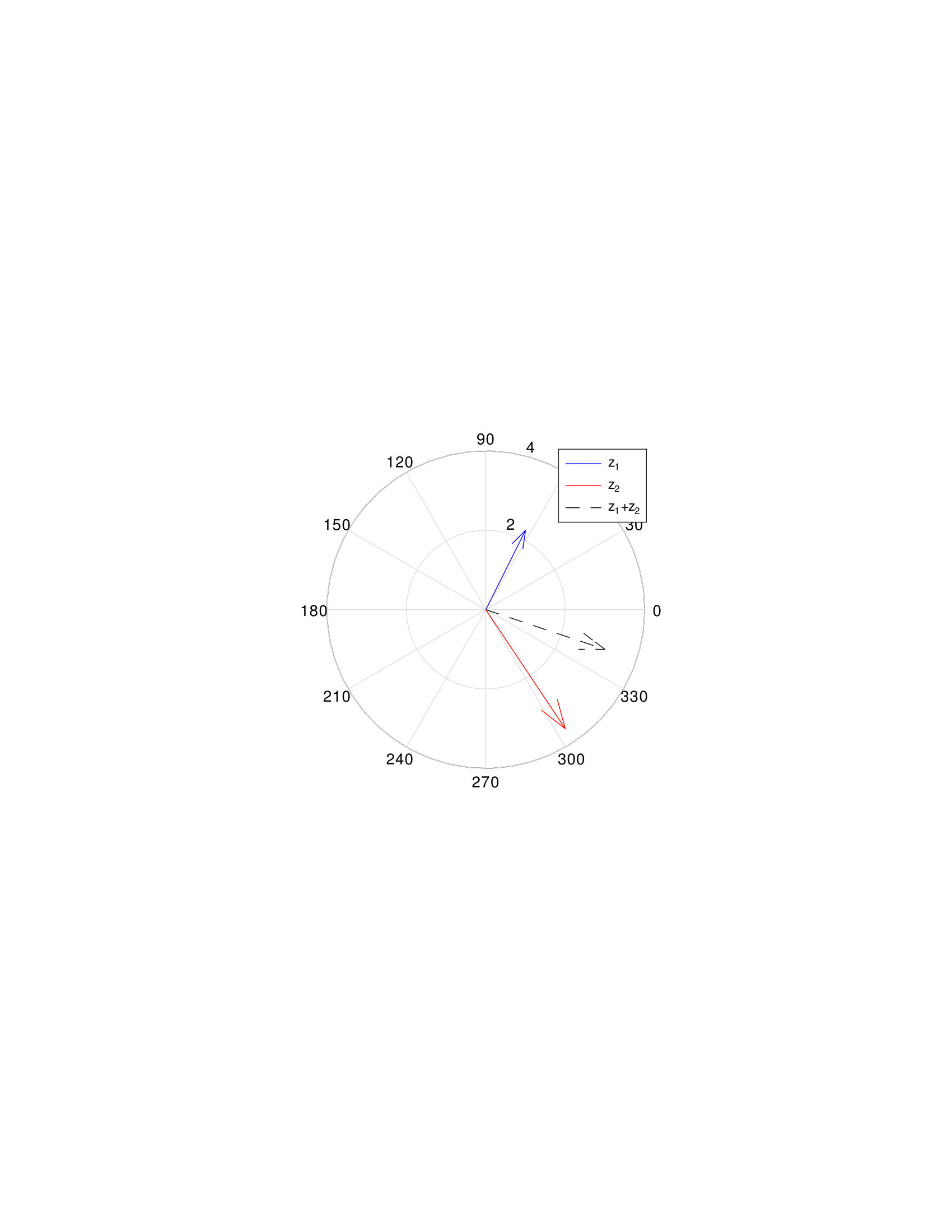


График 1

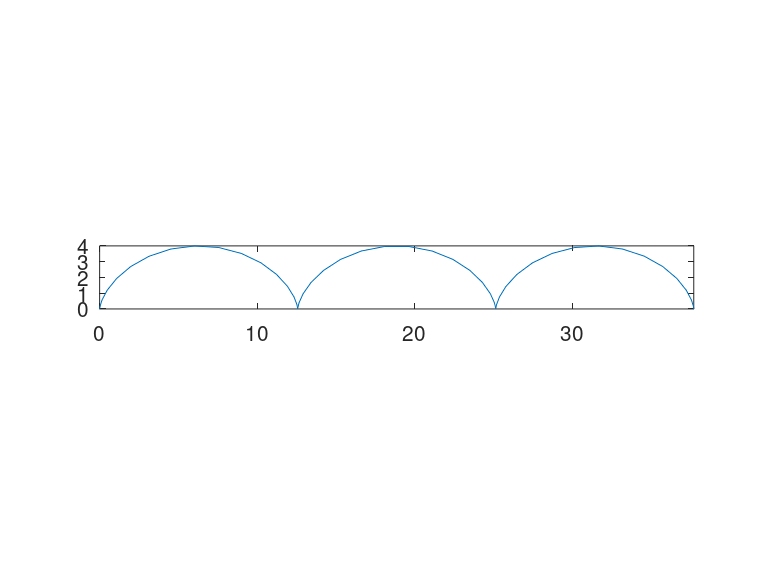


График 2

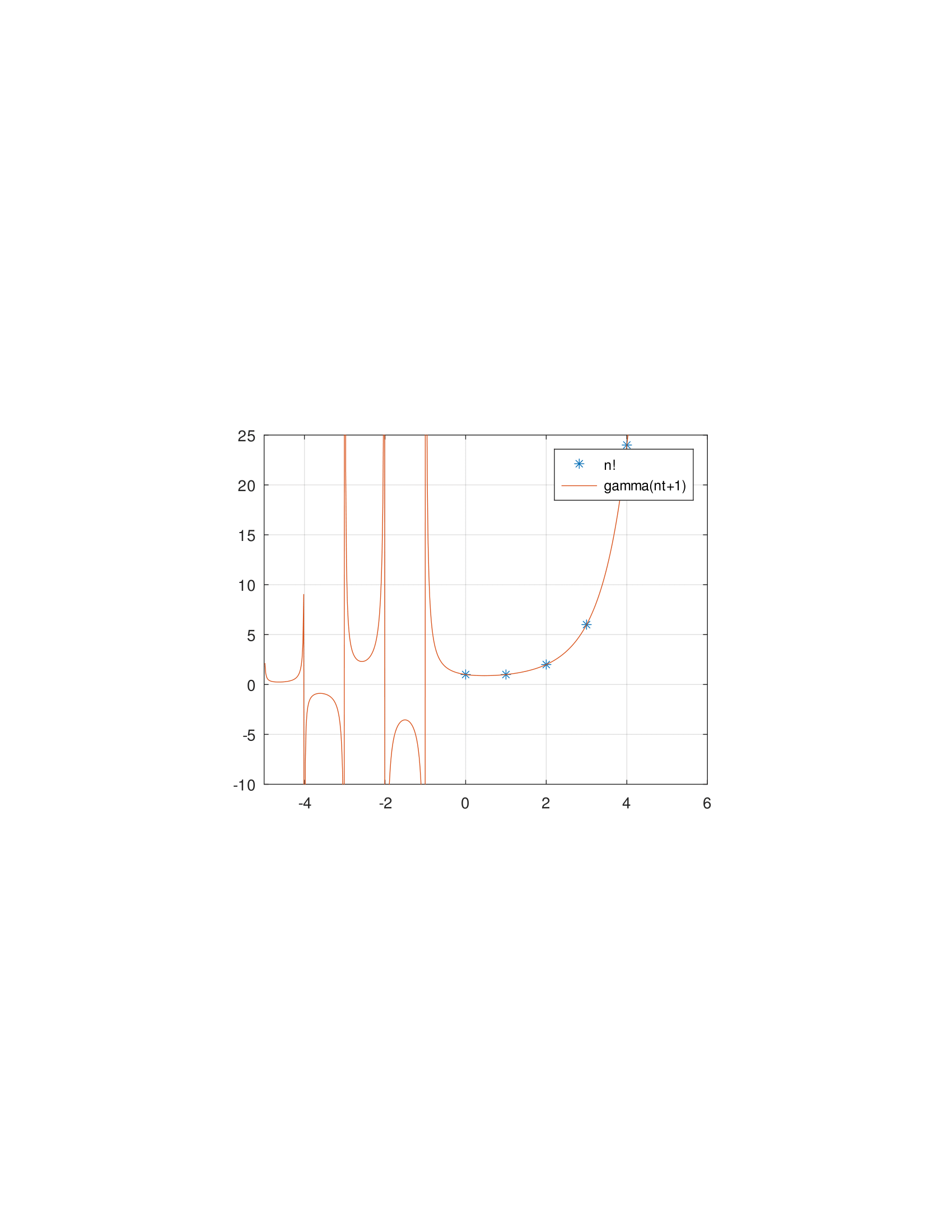


График 3

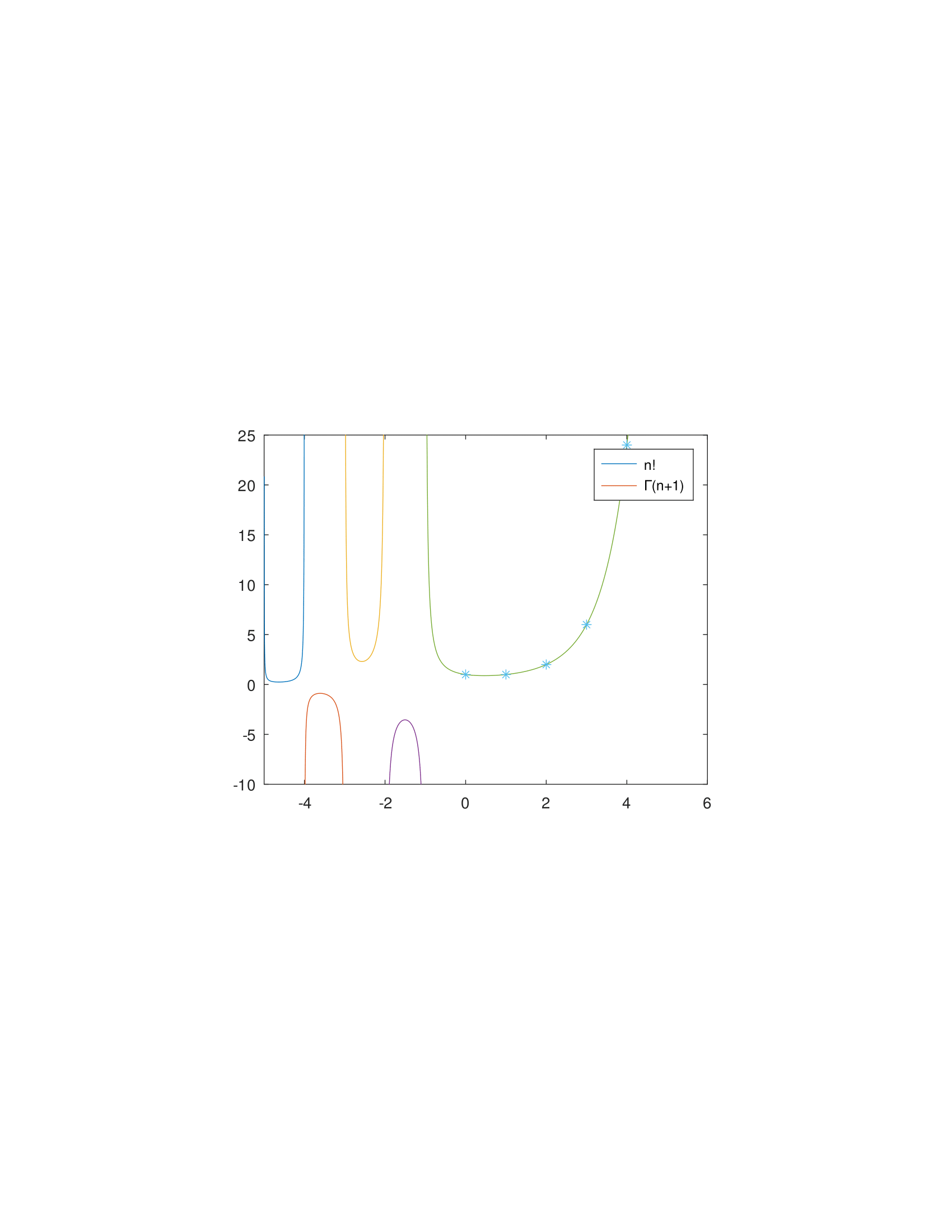


График 4

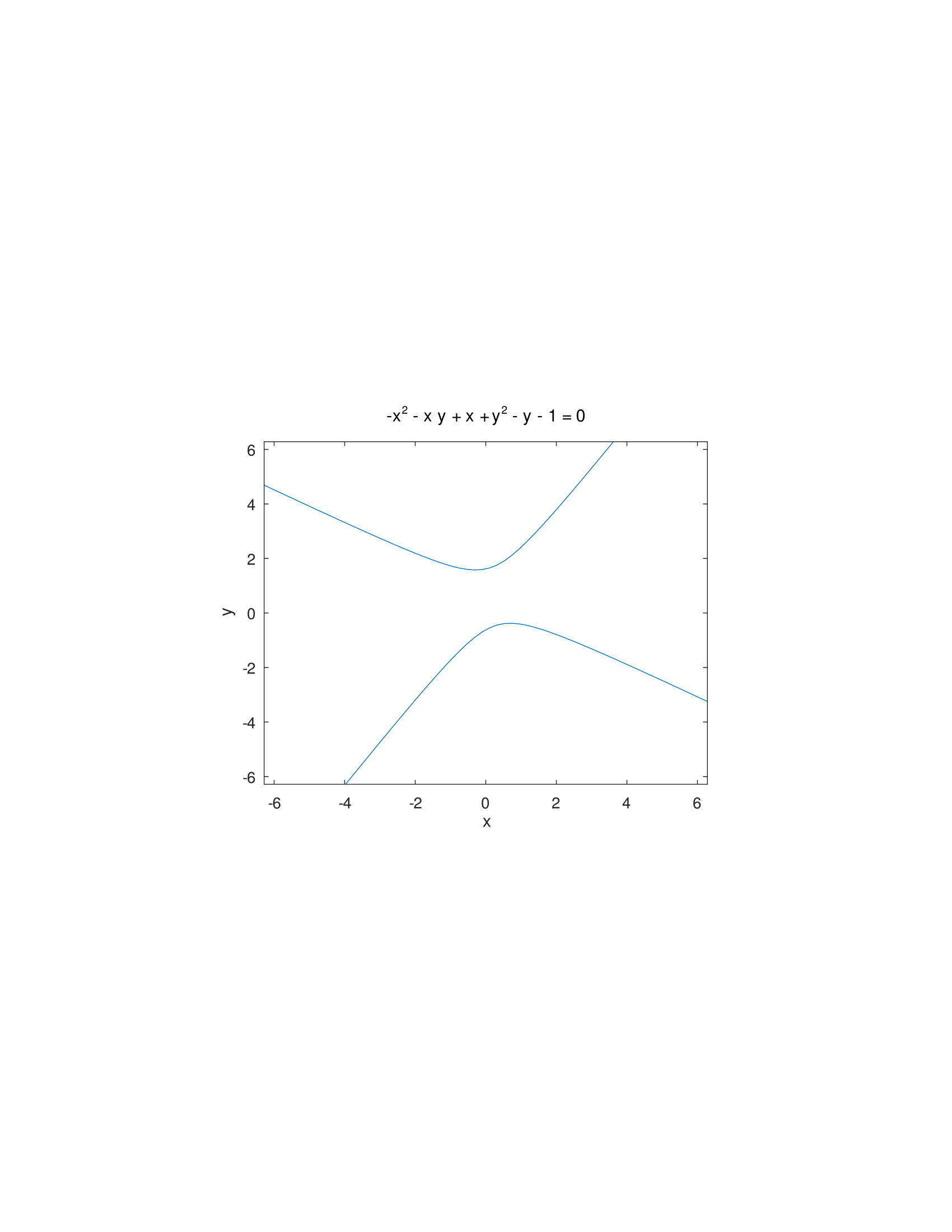


График 5

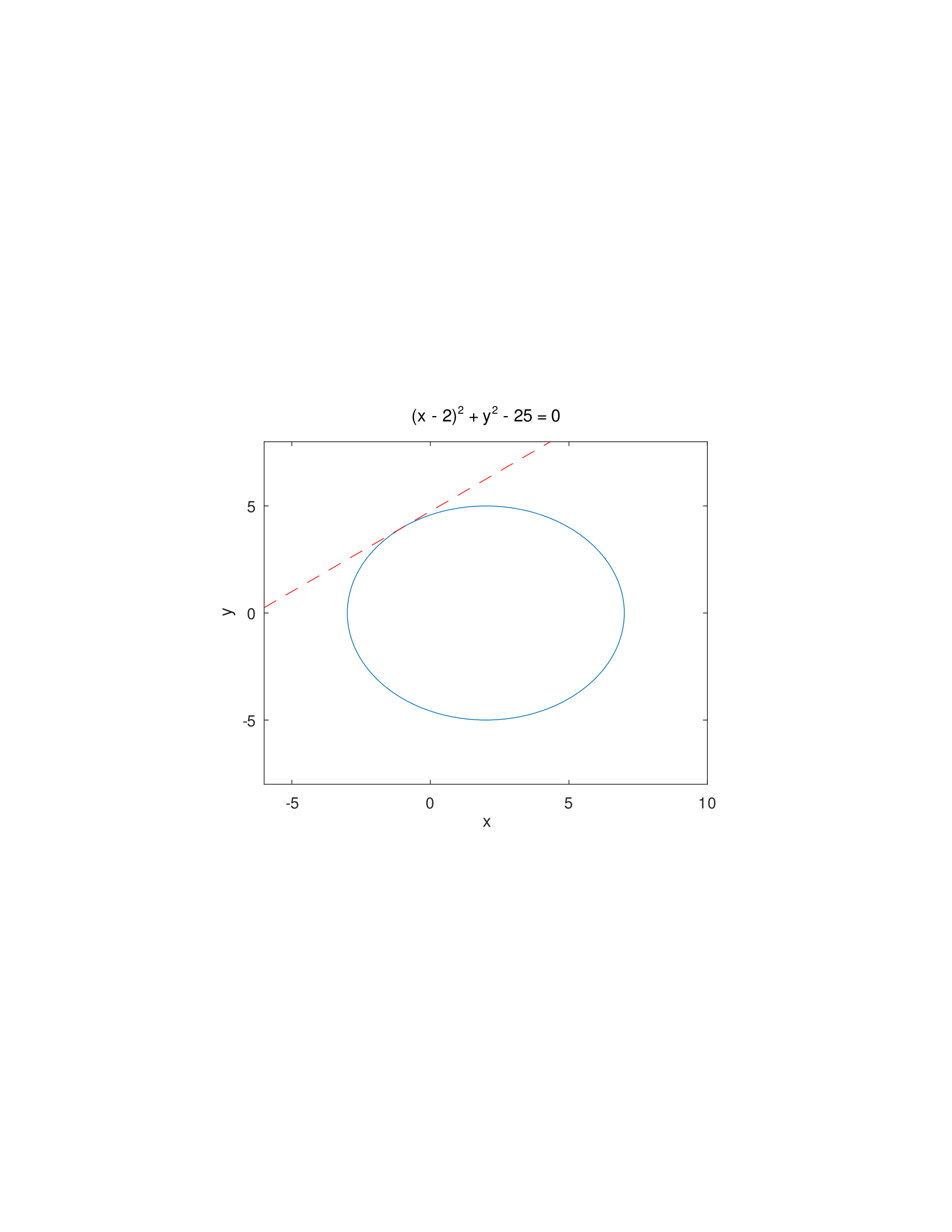


График 6

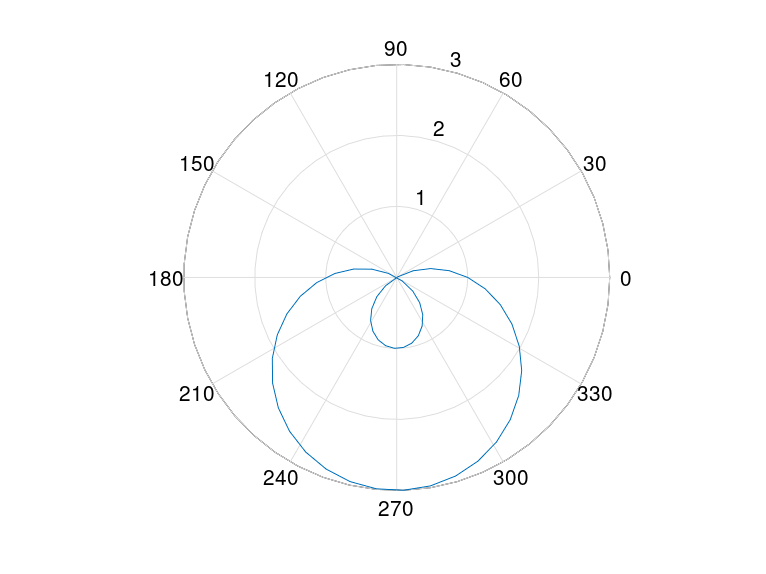


График 7

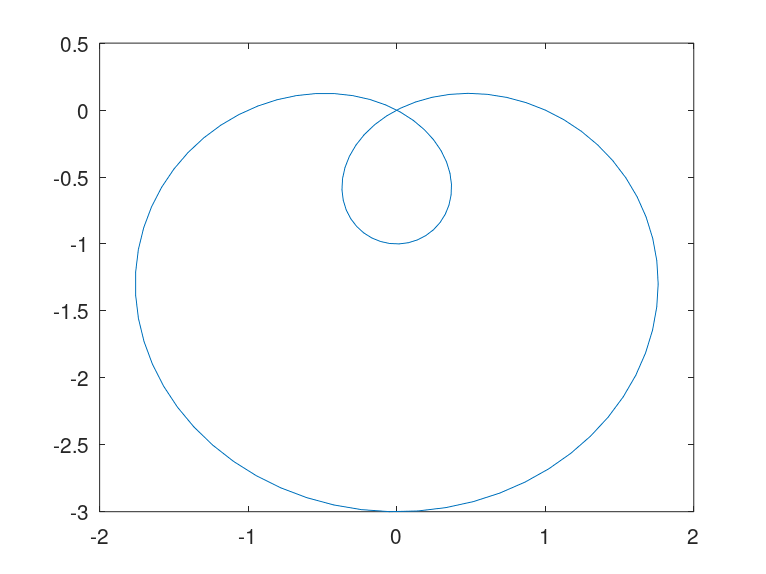


График 8

В приведенном коде:  
- Используются команды linspace для формирования равномерных сеток по аргументу.  
- Параметрические кривые, неявные функции и графики в полярных координатах строятся с помощью функций plot, polar, ezplot.  
- Применяется функция compass для отображения комплексных чисел на комплексной плоскости.  
- Используются функции factorial и gamma для анализа и сравнения факториала и гамма-функции.  
- Готовые результаты сохраняются в файлы форматов .pdf и .png с помощью команд print.

Все полученные графики были сохранены и могут быть включены в отчёт для наглядной демонстрации результатов.

**5. Выводы**  
В ходе выполненной лабораторной работы мы освоили основные методы визуализации математических объектов в среде Octave. Параметрические графики позволяют исследовать сложные кривые, заданные через промежуточный параметр. Графики в полярных координатах обеспечивают удобный инструмент для анализа форм кривых, естественно заданных через радиус и угол. Использование функций для построения неявных графиков существенно облегчает анализ сложных уравнений. Наглядная интерпретация комплексных чисел в виде векторов на плоскости помогает лучше понять операции над ними. Наконец, сравнение факториала и гамма-функции демонстрирует расширение понятий элементарных функций на континуум вещественной оси. Таким образом, работа продемонстрировала широкие возможности Octave в визуализации и анализе математических данных.

**6. Список литературы**  
1. Eaton, J. W., Bateman, D., Hauberg, S., & Wehbring, R. (2017). *GNU Octave Manual Version 4*. Free Software Foundation.  
2. Official GNU Octave documentation: <https://docs.octave.org>  
3. Weisstein, Eric W. “Gamma Function.” *From MathWorld–A Wolfram Web Resource.* <https://mathworld.wolfram.com/GammaFunction.html>  
4. Higham, N. J. (2002). *Accuracy and Stability of Numerical Algorithms.* Society for Industrial and Applied Mathematics.  
5. Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., & Flannery, B. P. (2007). *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*. Cambridge University Press.