

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ**

Факультет физико-математических и естественных наук

**Математическое моделирование**

Отчет по лабораторной работе №2

Группа: НФИбд-03-19

Студент: Ломакина София  
Васильевна

Москва  
2022г.

# Цель

На море в тумане катер береговой охраны преследует лодку браконьеров. Через определенный промежуток времени туман рассеивается, и лодка обнаруживается на расстоянии  $k$  км от катера. Затем лодка снова скрывается в тумане и уходит прямолинейно в неизвестном направлении.

Известно, что скорость катера в  $n$  раз больше скорости браконьерской лодки. Необходимо определить, по какой траектории необходимо двигаться катеру, чтоб нагнать лодку.

## Задания

1. Провести необходимые рассуждения и вывод дифференциальных уравнений, если скорость катера больше скорости лодки в  $n$  раз.
2. Построить траекторию движения катера и лодки для двух случаев.
3. Определить по графику точку пересечения катера и лодки.

## Выполнение лабораторной работы

Принимаем за  $t_0 = 0$ ,  $X_0 = 0$  - место нахождения лодки браконьеров в момент обнаружения,  $X_0 = k$  - местонахождения катера береговой охраны относительно лодки браконьеров в момент обнаружения лодки. Введем полярные координаты. Пусть через время  $t$  катер и лодка окажутся на одном расстоянии  $x$  от полюса. За это время лодка пройдет  $x$ , а катер  $x - k$  (или  $x + k$ ). Время, за которое они пройдут это расстояние, вычисляется как  $x/v$  или  $(x+k)/v$  (для второго случая  $(x-k)/v$ ). Тогда неизвестное расстояние можно найти из следующего уравнения:  $x/v = (x+k)/v$  - в первом случае,  $x/v = (x-k)/v$  во втором случае.

Отсюда мы найдем два значения  $x_1$  и  $x_2$ , задачу будем решать для двух случаев:

$$x_1 = k/(n+1), \text{ при } \theta = 0$$

$$x_2 = k/(n-1), \text{ при } \theta = -\pi$$

Найдем тангенциальную скорость для нашей задачи  $v_t = r \frac{d\theta}{dt}$ . Вектора образуют прямоугольный треугольник, откуда по теореме Пифагора можно найти тангенциальную скорость  $v_t = \sqrt{n^2 v_r^2 - v^2}$ . Поскольку радиальная скорость равна  $v$ , то тангенциальную скорость находим из уравнения  $v_t = \sqrt{n^2 v^2 - v^2}$ . Следовательно,  $v_t = v \sqrt{n^2 - 1}$ .

$$\text{Тогда получаем } r \frac{d\theta}{dt} = v \sqrt{n^2 - 1}$$

Решение исходной задачи сводится к решению системы из двух дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{dr}{dt} = v \\ r \frac{d\theta}{dt} = v \sqrt{n^2 - 1} \end{cases}$$

с начальными условиями

$$\begin{cases} \theta_0 = 0 \\ r_0 = \frac{k}{n+1} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \theta_0 = -\pi \\ r_0 = \frac{k}{n-1} \end{cases}$$

## Задача

### Вариант № 21

На море в тумане катер береговой охраны преследует лодку браконьеров. Через определенный промежуток времени туман рассеивается, и лодка обнаруживается на расстоянии 9.4 км от катера. Затем лодка снова скрывается в тумане и уходит прямолинейно в неизвестном направлении. Известно, что скорость катера в 3.7 раза больше скорости браконьерской лодки.

1. Запишите уравнение, описывающее движение катера, с начальными условиями для двух случаев (в зависимости от расположения катера относительно лодки в начальный момент времени).
2. Постройте траекторию движения катера и лодки для двух случаев.
3. Найдите точку пересечения траектории катера и лодки

Код в scilab:

```
n = 3.7; //разница в скорости между катером береговой охраны и лодкой браконьеров
k = 9.4; // начальное расстояние между катером береговой охраны и лодкой браконьеров
fi=3*%pi/4;
//функция, описывающая движение катера береговой охраны
function dr=f(tetha, r)
dr=r/sqrt(n*n-1);
endfunction;
//начальные условия в первом случае
r0=k/(n+1);
tetha0=0;
```

```

tetha=0:0.01:2*%pi;

r=ode(r0,tetha0,tetha,f)

//функция, описывающая движение лодки браконьеров

function xt=f2(t)

    xt=cos(fi)*t;

endfunction

t=0:1:800;

plot2d(t,f2(t),style = color('red')); // движения катера береговой охраны в полярных координатах

polarplot(tetha,r,style = color('green')); // построение траектории браконьерской лодки в полярных координатах

//начальные условия во втором случае

r0=k/(n-1);

tetha0=-%pi;

figure();

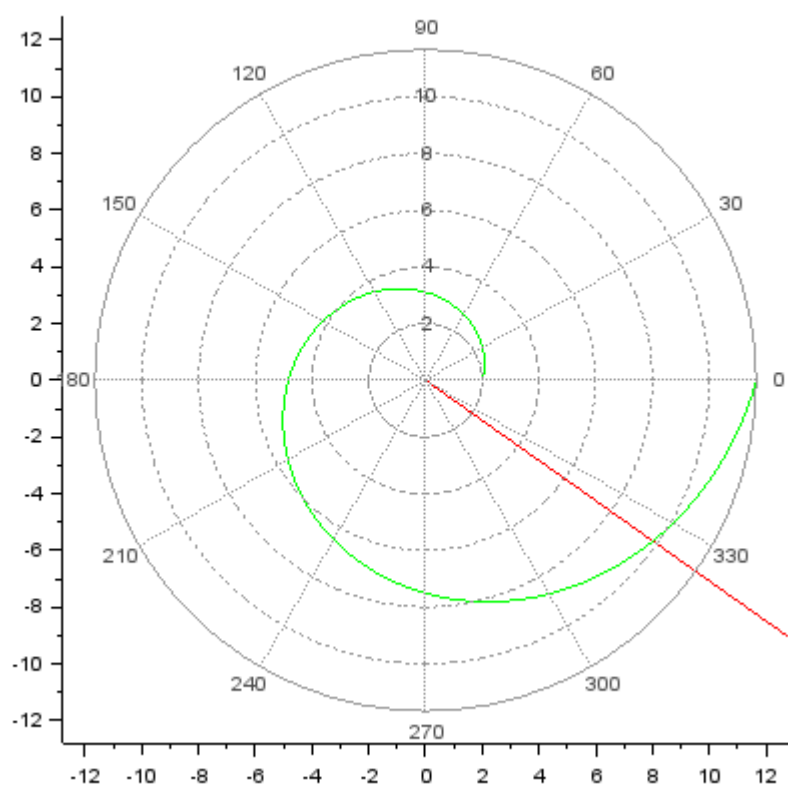
r=ode(r0,tetha0,tetha,f)

plot2d(t,f2(t),style = color('red')); // движения катера береговой охраны в полярных координатах

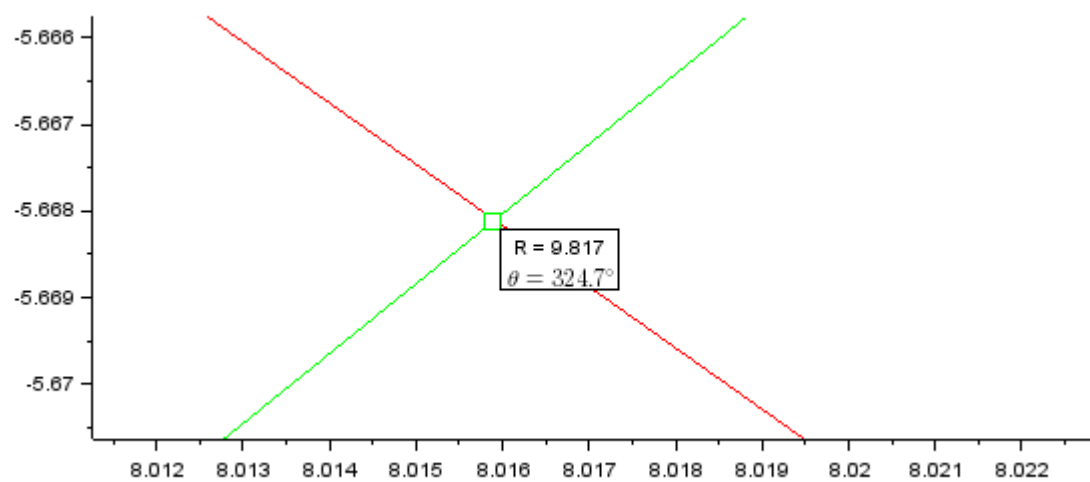
polarplot(tetha,r,style = color('green')); // построение траектории браконьерской лодки в полярных координатах

```

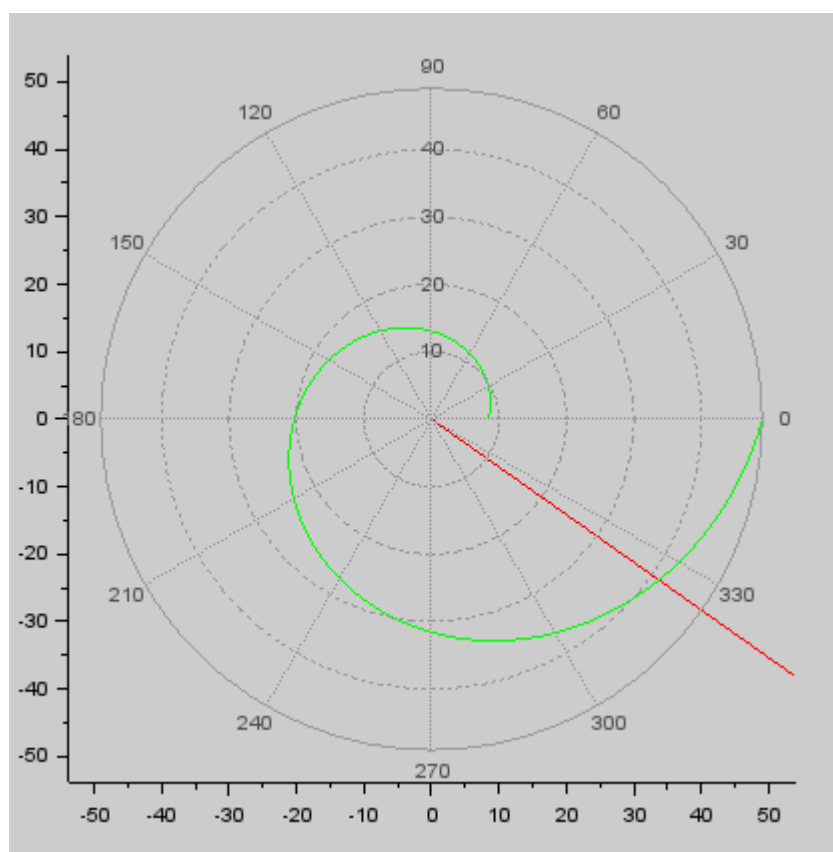
## Траектория первого случая



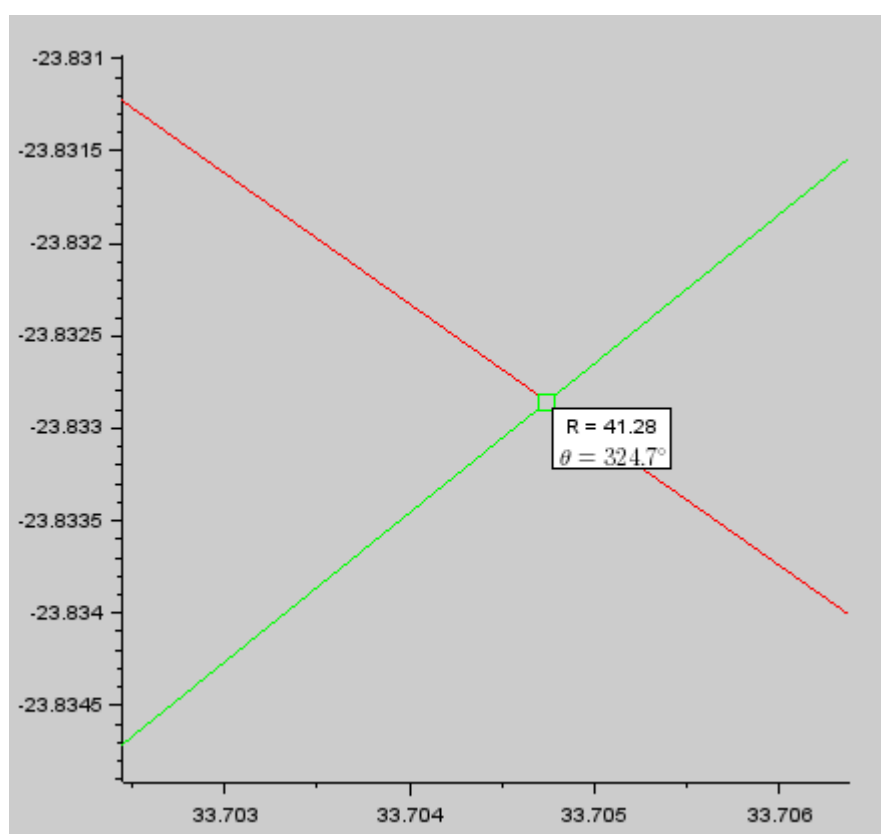
Точка пересечения катера и лодки:



Траектория второго случая



Точка пересечения катера и лодки:





## **Вывод**

Рассмотрели задачу о погоне. Провели анализ и вывод дифференциальных уравнений. Смоделировали ситуацию.

Наблюдаем, что при погоне по часовой стрелке для достижения цели потребуется пройти значительно меньшее расстояние.