

# **Отчет по лабораторной работе №2**

**Задача о погоне - вариант 17**

Седов Никита Сергеевич НПИбд-01-19

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>4</b>
1.1	Цель лабораторной работы . . . . .	4
1.2	Задание к лабораторной работе . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Ход работы</b>	<b>5</b>
2.1	Ход выполнения лабораторной работы №2: . . . . .	5
2.2	Ход выполнения лабораторной работы №2: . . . . .	6
2.3	Ход выполнения лабораторной работы №2: . . . . .	6
2.4	Ход выполнения лабораторной работы №2: . . . . .	7
2.5	Условие задачи . . . . .	7
2.6	Код программы . . . . .	8
2.7	Решение . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Выводы</b>	<b>13</b>

# List of Figures

2.1	траектории для случая 1 . . . . .	11
2.2	траектории для случая 2 . . . . .	12

# 1 Цель работы

## 1.1 Цель лабораторной работы

Дана задача: 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  $n$  раза больше скорости браконьерской лодки. Необходимо определить по какой траектории необходимо двигаться катеру, чтоб нагнать лодку. Нам необходимо разобраться в том, как решить эту задачу, написать код для решения диф.уравнений, которые лягут в основу решения, после чего необходимо будет смоделировать математическую модель, с помощью которой можно будет наглядно определить оптимальный путь береговой охраны.

## 1.2 Задание к лабораторной работе

1. Теоретически выделить необходимые сведения из задачи и сопутствующих источников.
2. Вывести диф.уравнения для двух случаев ( когда скорость катера больше скорости лодки в  $n$  раз и наоборот).
3. Написать код программы.
4. Построить траектории движения.
5. Определить по графикам наиболее выгодный путь.

## 2 Ход работы

### 2.1 Ход выполнения лабораторной работы №2:

1. Для того, чтобы начать составлять уравнение необходимо определить важные параметры, а именно: место нахождения лодки браконьеров в момент обнаружения - будет приниматься за  $t_0 = 0$ ,  $X_0 = 0$  место нахождения катера береговой охраны относительно лодки браконьеров в момент обнаружения лодки - будет приниматься за  $X_0 = k$ .
2. После необходимо ввести полярные координаты:  $x_0 = 0$  ( $\theta = x_0 = 0$ ) Будем считать, что полюс - это точка обнаружения лодки браконьеров, а полярная ось  $r$  проходит через точку нахождения катера береговой охраны.
3. Чтобы найти расстояние после которого катер начнет двигаться вокруг полюса ( $x$ ), необходимо составить простое уравнение: 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  $x + k$ , в зависимости от начального положения катера относительно полюса). Время, за которое они пройдут это расстояние, вычисляется как  $\frac{x}{v}$  или  $\frac{x+k}{v}$  (для второго случая  $\frac{x-k}{v}$ ). Так как время одно и то же, то эти величины одинаковы. Тогда неизвестное расстояние можно найти из следующего уравнения:  $\frac{x}{v} = \frac{x+k}{v}$  - в первом случае,  $\frac{x}{v} = \frac{x-k}{v}$  во втором случае.
4. Отсюда мы найдем два значения  $x_1$  и  $x_2$ , задачу будем решать для двух случаев.

- $x_1 = \frac{k}{n+1}$ , при  $\theta = 0$
- $x_2 = \frac{k}{n-1}$ , при  $\theta = -\pi$

## 2.2 Ход выполнения лабораторной работы №2:

- Далее необходимо разобраться в последовательности. После того, как катер береговой охраны окажется на одном расстоянии от полюса, что и лодка, он должен сменить прямолинейную траекторию и начать двигаться вокруг полюса удаляясь от него со скоростью лодки  $v$ .
- Для этого скорость катера раскладываем на две составляющие: радиальная скорость ( $v_r$ ), и тангенциальная скорость ( $v_t$ ).
- Радиальная скорость - это скорость, с которой катер удаляется от полюса  $v_r = \frac{dr}{dt}$ . Нам нужно, чтобы эта скорость была равна скорости лодки, поэтому полагаем  $v = \frac{dr}{dt}$ .
- Тангенциальная скорость – это линейная скорость вращения катера относительно полюса. Она равна произведению угловой скорости  $\frac{d\theta}{dt}$  на радиус  $r$ ,  $v_t = r \frac{d\theta}{dt}$ .
- Тангенциальную скорость в 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,  $v_t = v \sqrt{n^2 - 1}$ .

## 2.3 Ход выполнения лабораторной работы №2:

Тогда мы 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

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

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

## 2.4 Ход выполнения лабораторной работы №2:

Исключая из полученной системы производную по  $t$ , можно перейти к следующему уравнению:  $\frac{dr}{d\theta} = \frac{r}{\sqrt{n^2-1}}$

Начальные условия остаются прежними. Решив это уравнение, мы получим траекторию движения катера в полярных координатах. Теперь, когда нам известно все, что нам нужно, построим траекторию движения катера и лодки для двух случаев.

## 2.5 Условие задачи

На море в тумане катер береговой охраны преследует лодку браконьеров. Через определенный промежуток времени туман рассеивается, и лодка обнаруживается на расстоянии 7.6 км от катера. Затем лодка снова скрывается в тумане и уходит прямолинейно в неизвестном направлении. Известно, что скорость катера в 2.6 раза больше скорости браконьерской лодки.

## 2.6 Код программы

```
from math import *
import numpy as np
from scipy.integrate import odeint
import matplotlib.pyplot as plot

n=2.6 #разница в скорости
s=7.6 #расстояние обнаружения
fi=pi*3/4 #угол движения

def f(tetha, r): #уравнение катера
    dr=r/sqrt(n**2 - 1)
    return dr

def f2(t): #лодка браконьеров
    xt = tan(fi+pi)*t
    return xt

r0=s/(n+1) #первый случай

#решение диф уравнения для катера
tetha = np.arange(0, 2*pi, 0.01)
r = odeint(f, r0, tetha)

#вычисление траектории лодки
t=np.arange(0.0000000000000001, 20)
r1=np.sqrt(t**2 + f2(t)**2)
tetha1=np.arctan(f2(t)/t)
```



```
plot.rcParams["figure.figsize"] = (10, 10)
```

```
plot.polar(tetha, r, 'red')
```

```
plot.polar(tetha1, r1, 'green')
```

```
#вычисление точки пересечения
```

```
tmp=0
```

```
for i in range(len(tetha)):
```

```
    if round(tetha[i], 2) == round(fi+pi, 2):
```

```
        tmp=i
```

```
print("Teta:", tetha[tmp], "r:", r[tmp][0])
```

```
print("X:", r[tmp][0]/sqrt(2), "Y:", -r[tmp][0]/sqrt(2))
```

```
plot.legend()
```

```
plot.savefig("01.png",dpi=100)
```

```
r0=s/(n-1) #второй случай
```

```
#решение диф уравнения для катера
```

```
tetha = np.arange(0, 2*pi, 0.01)
```

```
r = odeint(f, r0, tetha)
```

```
#вычисление траектории лодки
```

```
t=np.arange(0.0000000000000001, 20)
```

```
r1=np.sqrt(t**2 + f2(t)**2)
```

```
tetha1=np.arctan(f2(t)/t)
```

```

plot.rcParams["figure.figsize"] = (8, 8)

plot.polar(tetha, r, 'red', label = 'катер')
plot.polar(tetha1, r1, 'green', label = 'лодка')

#вычисление точки пересечения
tmp=0
for i in range(len(tetha)):
    if round(tetha[i], 2) == round(fi+pi, 2):
        tmp=i
print("Teta:", tetha[tmp], "r:", r[tmp][0])
print("X:", r[tmp][0]/sqrt(2), "Y:", -r[tmp][0]/sqrt(2))

plot.legend()
plot.savefig("02.png",dpi=100)

```

## 2.7 Решение

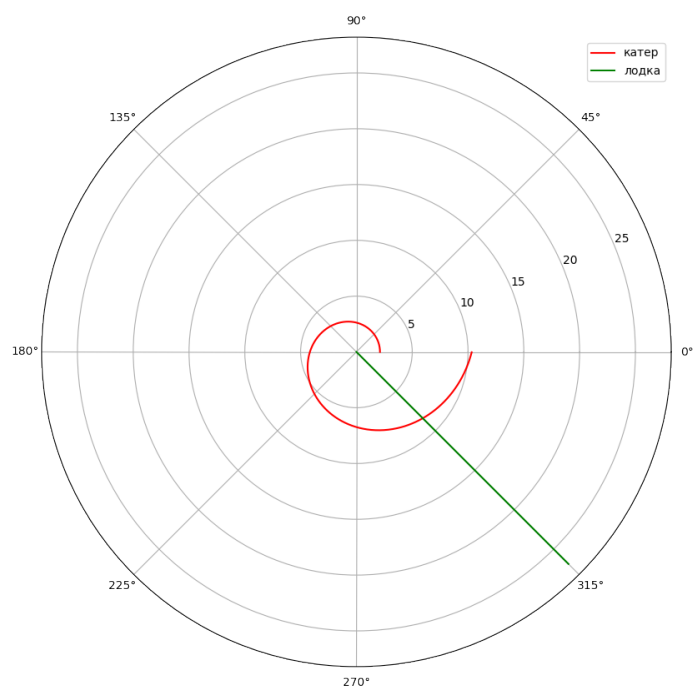


Figure 2.1: траектории для случая 1

Точка пересечения красного и зеленого графиков - точка пересечения катера и лодки, исходя из графика, имеет координаты

$$\begin{cases} \theta = 315 \\ r = 8.41 \end{cases}$$

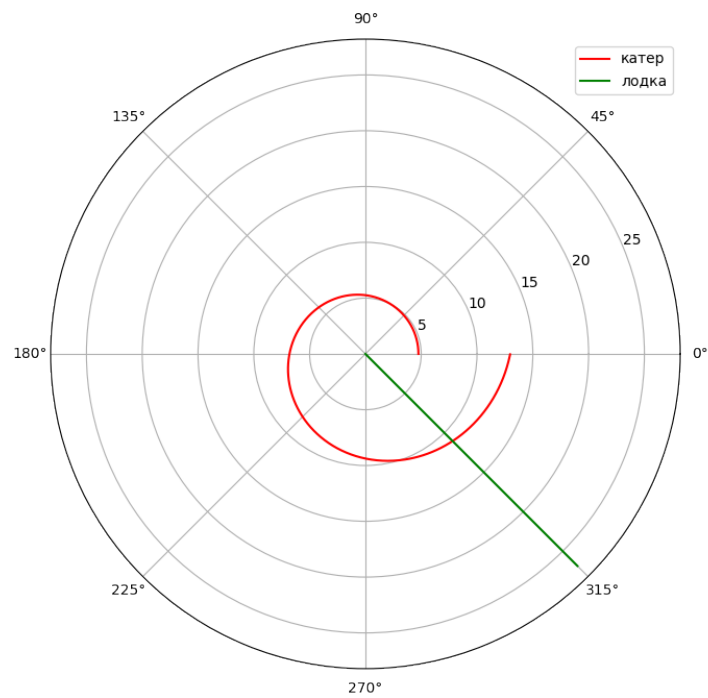


Figure 2.2: траектории для случая 2

Точка пересечения красного и зеленого графиков - точка пересечения катера и лодки, исходя из графика, имеет координаты

$$\begin{cases} \theta = 315 \\ r = 11.05 \end{cases}$$

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

## 3 Выводы

Мы рассмотрели задачу о погоне катера за лодкой, научились применять ранее изученные дисциплины, написали код программы, который позволяет проанализировать смоделированные ситуации. Сделали вывод с помощью моделей.