

# **Лабораторная работа № 2**

**Задача о погоне**

Го Чаопен

# Содержание

|          |                                       |           |
|----------|---------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Цель работы</b>                    | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Задание</b>                        | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>Теоретическое введение</b>         | <b>6</b>  |
| <b>4</b> | <b>Выполнение лабораторной работы</b> | <b>7</b>  |
| <b>5</b> | <b>Выводы</b>                         | <b>11</b> |
|          | <b>Список литературы</b>              | <b>12</b> |

## Список иллюстраций

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 4.1 | Начальные значения . . . . .                | 7  |
| 4.2 | Нахождение значений $x$ . . . . .           | 7  |
| 4.3 | Выражение тангенциальной скорости . . . . . | 8  |
| 4.4 | Код часть 1 . . . . .                       | 8  |
| 4.5 | Код часть 2 . . . . .                       | 9  |
| 4.6 | Код часть 3 . . . . .                       | 9  |
| 4.7 | Пути движения в случае 1 . . . . .          | 9  |
| 4.8 | Пути движения в случае 2 . . . . .          | 10 |

# 1 Цель работы

Целью данной работы является решение задачи о погоне на примере катера и лодки.

## 2 Задание

- Записать уравнение, описывающее движение катера, с начальными условиями для двух случаев (в зависимости от расположения катера относительно лодки в начальный момент времени).
- Построить траекторию движения катера и лодки для двух случаев
- Найти точку пересечения траектории катера и лодки

### 3 Теоретическое введение

- Тангенциальная скорость [1] - составляющая вектора скорости, перпендикулярная линии, соединяющей источник и наблюдателя. Измеряется собственному движению - угловому перемещению источника.
- Радиальная скорость [2] — проекция скорости точки на прямую, соединяющую её с выбранным началом координат.
- Полярная система координат [3] — двумерная система координат, в которой каждая точка на плоскости определяется двумя числами — полярным углом и полярным радиусом.

## 4 Выполнение лабораторной работы

1. Опишем начальные значения в варианте 50 (4.1).

```
8 # расстояние от лодки до катера
9 const a = 16.9
10 # Vк/Vл
11 const n = 4.7
```

Рис. 4.1: Начальные значения

2. Введем полярные координаты. Полюс - это точка обнаружения лодки, а полярная ось проходит через точку нахождения катера.
3. Чтобы найти расстояние  $x$  (расстояние после которого катер начнет двигаться вокруг полюса), 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  $k - x$  (или  $k + x$ , в зависимости от начального положения катера относительно полюса). Время, за которое они пройдут это расстояние, вычисляется как  $x/v$  или  $(k - x)/5.7v$  (во втором случае  $(k + x)/5.7v$ ). Так как время одно и то же, то эти величины одинаковы. Составим уравнения и найдем расстояние  $x$  (4.2).

```
# Vк = 4.7 * Vл => t = r0/Vл = (a-r0)/4.7 * Vл => r0 = (a-r0)/4.7 => 5.7 * r0 = a => r0 = a/5.7
# Vк = 4.7 * Vл => t = r0/Vл = (a+r0)/4.7 * Vл => r0 = (a+r0)/4.7 => 3.7 * r0 = a => r0 = a/3.7
```

Рис. 4.2: Нахождение значений  $x$

4. После того, как катер 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 радиальную и тангенциальную скорости (4.3).

```
# Vc^2 = Vr^2 + Vt^2 => n^2 * Vl^2 = Vr^2 + Vt^2 => Vt^2 = Vl^2/(n^2 - 1)
function F(u, p, t)
    return u / sqrt(n*n - 1)
end
```

Рис. 4.3: Выражение тангенциальной скорости

5. Посчитаем траекторию движения браконьеров и движения лодки охраны и найдем точки пересечения при помощи следующего кода (4.4 - 4.6).

```
1  #библиотеки
2  using Plots
3  using DifferentialEquations
4  #variant 50
5  # Vc = 4.7 * Vn => t = r0/Vn = (a-r0)/4.7 * Vn => r0 = (a-r0)/4.7 => 5.7 * r0 = a => r0 = a/5.7
6  # Vc = 4.7 * Vn => t = r0/Vn = (a+r0)/4.7 * Vn => r0 = (a+r0)/4.7 => 3.7 * r0 = a => r0 = a/3.7
7
8  # расстояние от лодки до катера
9  const a = 16.9
10 # Vc/Vn
11 const n = 4.7
12 # расстояние начала спирали
13 const r0 = a/(n + 1)
14 const r0_2 = a/(n - 1)
15 # интервал
16 const T = (0, 2*pi)
17 const T_2 = (-pi, pi)
18
19 # Vc^2 = Vr^2 + Vt^2 => n^2 * Vl^2 = Vr^2 + Vt^2 => Vt^2 = Vl^2/(n^2 - 1)
20 function F(u, p, t)
21     return u / sqrt(n*n - 1)
22 end
23
24 # задача ОДУ
25 problem = ODEProblem(F, r0, T)
26
27 #решение
28 result = solve(problem, abstol=1e-8, reltol=1e-8)
29 @show result.u
30 @show result.t
31
32 dxR = rand(1:size(result.t)[1])
33 rAngles = [result.t[idxR] for i in 1:size(result.t)[1]]
```

Рис. 4.4: Код часть 1



```

35 #холст1
36 plt = plot(proj::polar, aspect_ratio:=equal, dpi = 1200, legend=true, bg=:white)
37
38 #параметры для холста
39 plot!(plt, xlabel="theta", ylabel="r(t)", title="Кривая погони", legend=:outerbottom)
40
41 plot!(plt, [0.0,0.0], [a, r0], label = "Начальное движение", color=:green, lw=0.2)
42 scatter!(plt, [0.0], [a], label="", mc=:green, ms=0.2)
43
44 plot!(plt, [rAngles[1], rAngles[2]], [0.0, result.u[size(result.u)[1]]], label="Путь лодки", color=:blue, lw=0.2)
45 scatter!(plt, rAngles, result.u, label="", mc=:blue, ms=0.005)
46
47 plot!(plt, result.t, result.u, xlabel="theta", ylabel="r(t)", label="Путь катера", color=:red, lw=0.2)
48 scatter!(plt, result.t, result.u, label="", mc=:red, ms=0.005)
49
50 savefig(plt, "lab02-01.png")
51
52
53 problem = ODEProblem(f, r0_2, T_2)
54 result = solve(problem, abstol=1e-8, reltol=1e-8)
55 dxR = rand(1:size(result.t)[1])
56 rAngles = [result.t[dxR] for i in 1:size(result.t)[1]]
57
58 #холст2
59 plt1 = plot(proj::polar, aspect_ratio:=equal, dpi = 1200, legend=true, bg=:white)
60
61 #параметры для холста
62 plot!(plt1, xlabel="theta", ylabel="r(t)", title="Кривая погони", legend=:outerbottom)
63
64 plot!(plt1, [0.0,0.0], [a, r0], label = "Начальное движение", color=:green, lw=0.2)
65 scatter!(plt1, [0.0], [a], label="", mc=:green, ms=0.2)
66
67 plot!(plt1, [rAngles[1], rAngles[2]], [0.0, result.u[size(result.u)[1]]], label="Путь лодки", color=:blue, lw=0.2)
68 scatter!(plt1, rAngles, result.u, label="", mc=:blue, ms=0.005)

```

Рис. 4.5: Код часть 2

```

69
70 plot!(plt1, result.t, result.u, xlabel="theta", ylabel="r(t)", label="Путь катера", color=:red, lw=0.2)
71 scatter!(plt1, result.t, result.u, label="", mc=:red, ms=0.005)
72
73 savefig(plt1, "lab02-02.png")
74

```

Рис. 4.6: Код часть 3

7. Получим изображения в качестве результата (4.7 - 4.8).



Рис. 4.7: Пути движения в случае 1



Рис. 4.8: Пути движения в случае 2

## 5 Выводы

В ходе выполнения данной работы я научился работать с языком Julia с помощью решения задачи о погоне на примере лодки с браконьерами и береговой охраны.

## Список литературы

[1] <http://www.astronet.ru/db/msg/1178122>

[2] [https://w.wiki/6MK\\$](https://w.wiki/6MK$)

[3] <https://w.wiki/6ML2>