

# Отчет по лабораторной работе

## Лабораторная работа №2

Довлетмурат Байрамгельдыев

### Содержание

#### 1 Цель работы

Изучить основы языков программирования Julia и Openmodelica. Смоделировать и решить математическую задачу о погоне. Освоить средства для численного решения задачи Коши и построения графиков.

#### 2 Задание

На море в тумане катер береговой охраны преследует лодку браконьеров. Через определенный промежуток времени туман рассеивается, и лодка обнаруживается на расстоянии 8,1 км от катера. Затем лодка снова скрывается в тумане и уходит прямолинейно в неизвестном направлении. Известно, что скорость катера в 3,2 раза больше скорости браконьерской лодки. 1. Записать уравнение, описывающее движение катера, с начальными условиями для двух случаев (в зависимости от расположения катера относительно лодки в начальный момент времени). 2. Построить траекторию движения катера и лодки для двух случаев. 3. Найти точку пересечения траектории катера и лодки

#### 3 Теоретическое введение

**Julia** — высокоуровневый высокопроизводительный свободный язык программирования с динамической типизацией, созданный для математических вычислений. Эффективен также и для написания программ общего назначения. Синтаксис языка схож с синтаксисом других математических языков (например, MATLAB и Octave), однако имеет некоторые существенные отличия. Julia написан на Си, C++ и Scheme. Имеет встроенную поддержку многопоточности и распределённых вычислений, реализованные в том числе в стандартных конструкциях.

**OpenModelica** — свободное открытое программное обеспечение для моделирования, симуляции, оптимизации и анализа сложных динамических систем. Основано на языке Modelica. Активно развивается Open Source Modelica Consortium, некоммерческой неправительственной организацией. Open Source Modelica Consortium является совместным проектом RISE SICS East AB и Линчёпингского университета. По своим возможностям приближается к таким вычислительным средам как Matlab Simulink, Scilab xCos, имея при этом значительно более удобное представление системы уравнений исследуемого блока.

## 4 Выполнение лабораторной работы

### 4.1 Аналитическое решение задачи

1. Примем за начало отсчета момент, когда катер береговой охраны впервые увидел из-за тумана лодку браконьеров.
2. Введем полярные координаты. Полюсом будет местонахождение лодки браконьеров в начальный момент времени. Тогда начальные координаты катера береговой охраны  $(9; 0)$ . Обозначим скорость лодки -  $v$ , тогда скорость катера равна  $3v$
3. Траектория катера должна быть такой, чтобы и катер, и лодка все время были на одном расстоянии от полюса. Только в этом случае траектория катера пересечется с траекторией лодки. Поэтому для начала катер береговой охраны должен двигаться некоторое время прямолинейно, пока не окажется на том же расстоянии от полюса, что и лодка браконьеров. После этого катер береговой охраны должен двигаться вокруг полюса удаляясь от него с той же скоростью, что и лодка браконьеров.
4. Для начала, найдем  $x$  - расстояние после которого катер береговой охраны начнет двигаться вокруг полюса. Для этого предположим, что через некоторое время катер и лодка будут находиться на одном расстоянии от полюса и оно, соответственно, будет равно  $x$ . Обозначим это время  $t$ . За время  $t$  лодка проплывет  $x$ , а катер -  $9 + x$  (или  $9 - x$ , в зависимости от первоначального положения катера относительно полюса)
5. 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  $v$ . Когда катер начнет двигаться вокруг полюса, его скорость можно будет разложить на две составляющие: радиальную  $v_r$  и тангенциальную  $v_\tau$ .

$$v_r = \frac{dr}{dt} = v$$

$$v_\tau = r \frac{d\theta}{dt} = \sqrt{v^2 - v_r^2} = \sqrt{9.24}v$$

6. Решение исходной задачи сводится к решению системы из двух дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{dr}{dt} = v \\ r \frac{d\theta}{dt} = \sqrt{9.24}v \end{cases}$$

с начальными условиями:

$$\begin{cases} \theta_0 = 0 \\ r_0 = x_1 \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} \theta_0 = -\pi \\ r_0 = x_2 \end{cases}$$

Исключая из полученной системы производную по  $t$ , можно перейти к следующему уравнению:

$$\frac{dr}{d\theta} = \frac{r}{\sqrt{9.24}}$$

Начальные условия остаются прежними. Решив это уравнение, мы получим траекторию движения катера в полярных координатах.

## 4.2 Решение программными средствами

- Решаем дифференциальное уравнение на языке Julia с использованием библиотеки DifferentialEquations и Plots.

```
using DifferentialEquations
using Plots
```

```
#изначальное расстояние между катером и лодкой
k = 9
```

```
phi = 3*pi/4
```

```
#Правая часть дифф.уравнения
ode_fn(r, p, t) = r/sqrt(9.24)
```

```
f(t) = t*tan(phi)
```

```
t_begin = 0.0
t_end = pi
tspan_1 = (t_begin, t_end)
```

```
tspan_2 = (-pi, 0)
```

```
boot_values = fill(sqrt(2)/2,4)
```

```
#начальное условие
r_01 = k/2.2
r_02 = k/4.2
```

```
prob1 = ODEProblem(ode_fn, r_01, tspan_1)
sol1 = solve(prob1, Tsit5(), reltol=1e-8, abstol=1e-8)
```

```
prob2 = ODEProblem(ode_fn, r_02, tspan_2)
sol2 = solve(prob2, Tsit5(), reltol=1e-8, abstol=1e-8)
```

```
plot(proj = :polar,
      sol1.t,
      linewidth = 2,
      title = "График погони #1",
      label = "Траектория катера",
      color = :red,
      legend = true)
```

```
plot!(boot_values, collect(0:3), linewidth = 2, label="Траектория движения лодки",
      color = :blue,
      legend=true)
```

```
plot(proj = :polar,
      sol2.t,
```

```

linewidth = 2,
title = "График погони #2",
label = "Траектория катера",
color =:red,
legend = true)

```

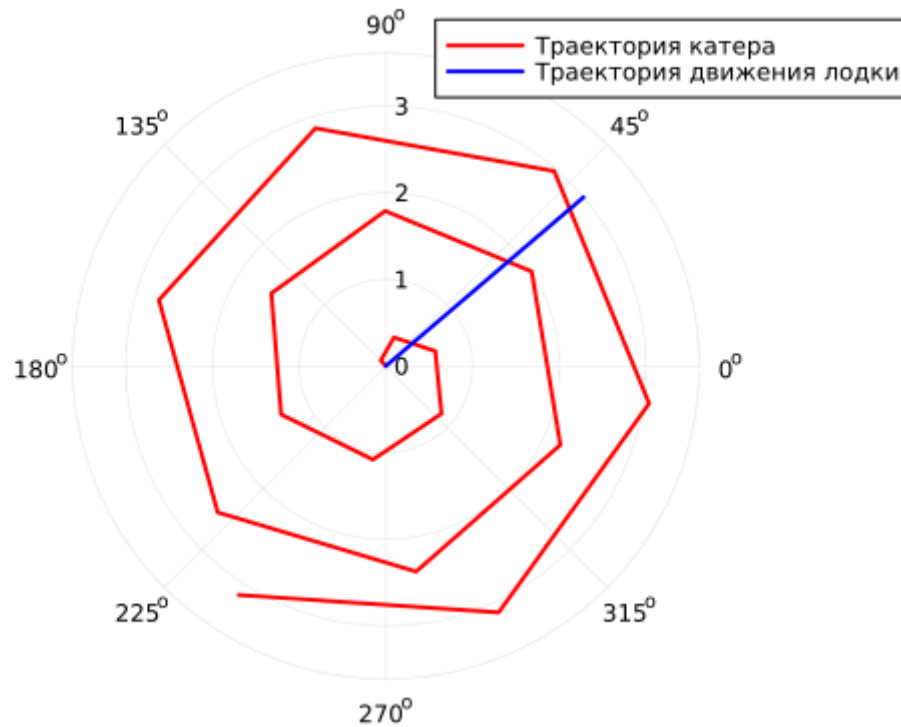
```

plot!(boot_values, collect(0:3), linewidth = 2, label="Траектория движения лодки",
color =:blue,
legend=true)

```



## График погони #2



## 5 Вывод

Произведен вывод и решение дифференциальных уравнений для решения поставленной задачи. На примере решения задачи о погоне отработаны навыки владения языком программирования Julia. Также было установлено, что стандартные средства языка Openmodelica не позволяют решить поставленную задачу, так как этот язык представляет иную парадигму программирования - декларативную.

## 6 Список литературы

5. Wikipedia Julia [Электронный ресурс]. URL: "[wikipedia.org/Julia](https://wikipedia.org/Julia)"
6. Wikipedia Openmodelica [Электронный ресурс]. URL: "[wikipedia.org/OpenModelica](https://wikipedia.org/OpenModelica)"
7. Julia Manual [Электронный ресурс]. URL: "[docs.julialang.org](https://docs.julialang.org)"