

# **Отчёт по лабораторной работе №1**

**Работа с git**

Тимур Дмитриевич Калинин

# 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>9</b>
<b>5</b>	<b>Выводы</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Библиография</b>	<b>16</b>

# List of Figures

4.1	Исходный код в программе . . . . .	10
4.2	Проверка на ошибки . . . . .	11
4.3	Параметры симуляции . . . . .	11
4.4	Изменение угла . . . . .	12
4.5	Траектория катера (красный) и лодки (синий) . . . . .	13
4.6	Точка пересечения . . . . .	13
4.7	Траектория катера и лодки . . . . .	14
4.8	Точка пересечения . . . . .	14

# 1 Цель работы

Смоделировать задачу о погоне в OpenModelica.

## 2 Задание

Вариант 31

На море в тумане катер береговой охраны преследует лодку браконьеров. Через определенный промежуток времени туман рассеивается, и лодка обнаруживается на расстоянии 10,5 км от катера. Затем лодка снова скрывается в тумане и уходит прямолинейно в неизвестном направлении. Известно, что скорость катера в 4,3 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.

### 3 Теоретическое введение

1. Принимаем за  $t_0=0$ ,  $x_{л0}=0$  - место нахождения лодки браконьеров в момент обнаружения,  $x_{к0}=k$  - место нахождения катера береговой охраны относительно лодки браконьеров в момент обнаружения лодки.
2. Введем полярные координаты. Считаем, что полюс - это точка обнаружения лодки браконьеров  $x_{л0}(\theta)$ , а полярная ось  $r$  проходит через точку нахождения катера береговой охраны.
3. Траектория катера должна быть такой, чтобы и катер, и лодка все время были на одном расстоянии от полюса  $\theta$ , 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. 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  $\frac{x}{v}$  или  $\frac{k+x}{4.3v}$  (во втором случае  $\frac{k-x}{4.3v}$ ). Так как время одно и то же, то эти величины одинаковы. Тогда

неизвестное расстояние  $x$  можно найти из следующего уравнения:

$$\frac{x}{v} = \frac{k + x}{4.3v}$$

в первом случае

$$\frac{x}{v} = \frac{k - x}{4.3v}$$

во втором Отсюда найдем  $x_1 = k/3.3 = 210/67$  и  $x_2 = k/5.3 = 105/53$ .

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  $v$ . Для этого скорость катера раскладываем на две составляющие:  $v_r$  - радиальная скорость и  $v_\tau$  - тангенциальная скорость. Радиальная скорость - это скорость, с которой катер удаляется от полюса,  $v_r = dr/dt$  Нам нужно, чтобы эта скорость была равна скорости лодки, поэтому полагаем  $dr/dt = v$ . Тангенциальная скорость - это линейная скорость вращения катера относительно полюса. Она равна произведению угловой скорости  $d\theta/dt$  на радиус  $r$ ,  $v_\tau = r d\theta/dt$ .  $v_\tau = \sqrt{18.49v^2 - v^2} = \sqrt{17.49}v$  То есть  $r \frac{d\theta}{dt} = \sqrt{17.49}v$

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

$$dr/dt = v$$

$$v_\tau = \sqrt{17.49}v$$

с начальными условиями

$$\theta_0 = 0$$

$$r_0 = x_1$$

или

$$\theta_0 = -\pi$$

$$r_0 = x_2$$

Решив это уравнение, вы получите траекторию движения катера в полярных координатах .



## 4 Выполнение лабораторной работы

1. Напишем программу для симуляции данной задачи в OpenModelica (Рис. 4.1). В этой программе помимо выше приведенных формул используются формулы перевода координат из полярной в декартову для построения траекторий движения катера и лодки. Также стоит отметить, что все величины переведены в СИ. В качестве параметров задаем угол  $\phi$ , на который будет двигаться лодка, изначальное расстояние  $k$ , точки в которых катер начинает описывать спиралевидную траекторию  $x_1$ ,  $x_2$ .

```

1  model Boat
2      import Modelica.Constants.{pi};
3      type Angle = Real(unit="radian");
4      type Distance = Real(unit="m");
5      type Speed = Real(unit="m/s");
6
7      parameter Distance k = 10*1000;
8      parameter Speed v = 50*5/18;
9      parameter Distance x1 = 210/67*1000;
10     parameter Distance x2 = 105/53*1000;
11     parameter Angle phi = 55/180*pi;
12
13     Distance ro;
14     Distance xkat, ykat;
15     Distance xlod, ylod;
16     Angle theta;
17
18     initial equation
19         theta = -pi;
20         ro = x2;
21
22     equation
23         der(ro) = v;
24         ro*der(theta) = sqrt(17.49)*v;
25
26         xkat = ro*cos(theta);
27         ykat = ro*sin(theta);
28
29         xlod = ro*cos(phi);
30         ylod = ro*sin(phi);
31
32     end Boat;
33

```

Figure 4.1: Исходный код в программе

2. Проверим на ошибки (Рис. 4.2).

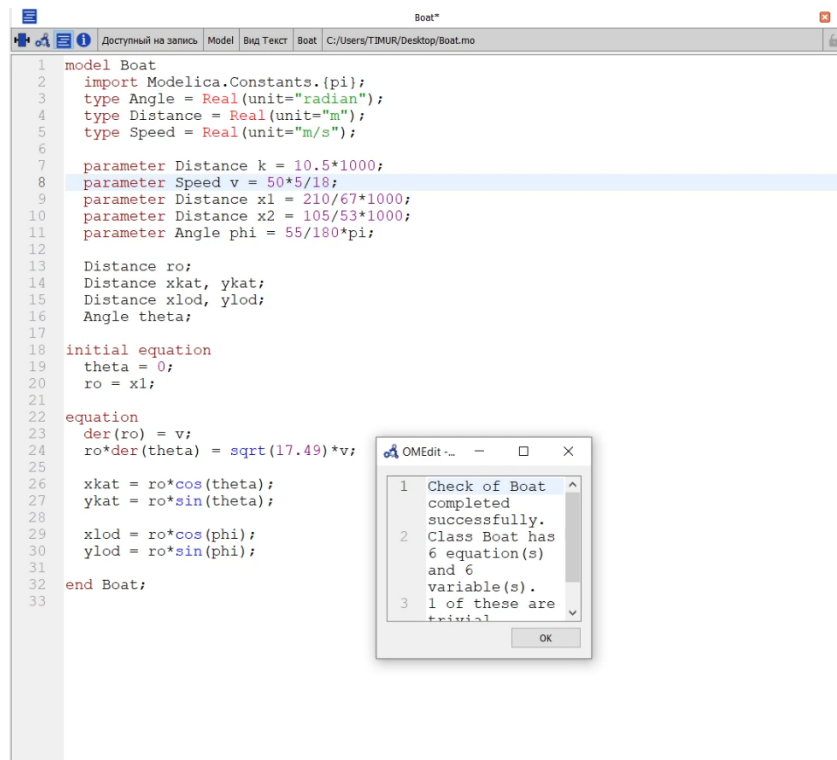


Figure 4.2: Проверка на ошибки

3. Зададим параметры симуляции (Рис. 4.3).

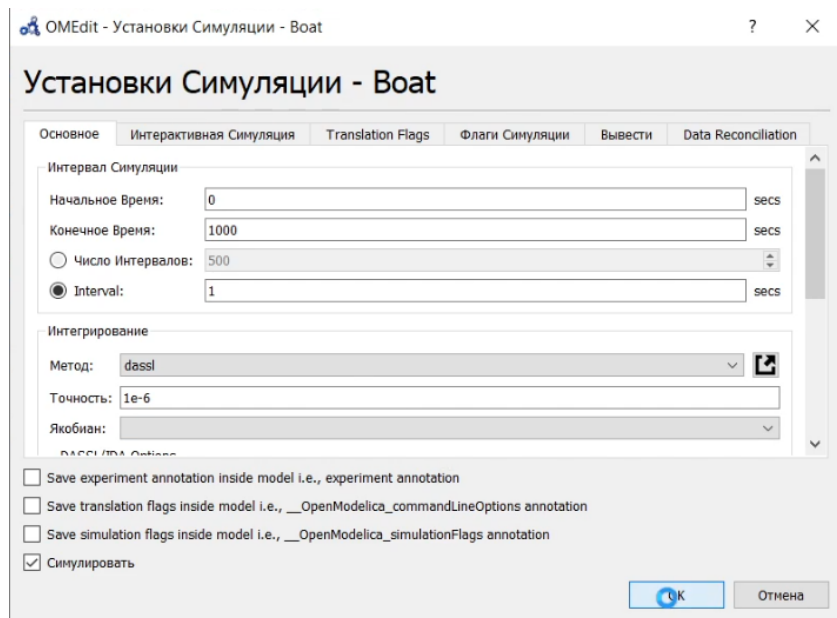


Figure 4.3: Параметры симуляции

4. Запустим симуляцию (Рис. 4.4) и посмотрим изменение угла  $\theta$  с течением времени.

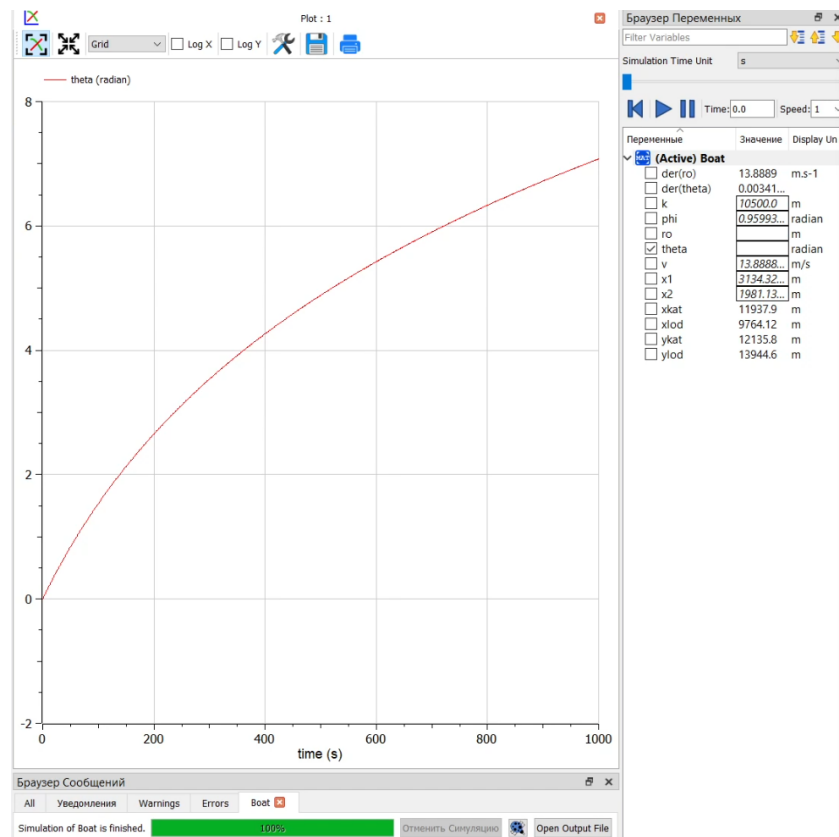


Figure 4.4: Изменение угла

5. Перейдем в режим зависимости параметров. Посмотрим траектории катера и лодки (Рис. 4.5). Мы видим точку пересечения траекторий (Рис. 4.6).

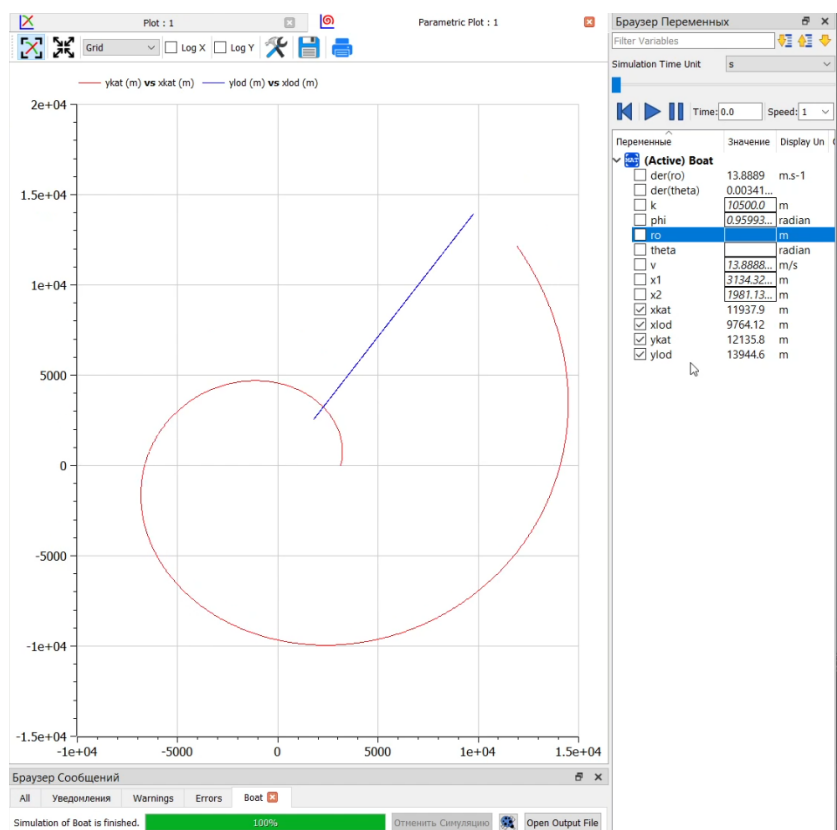


Figure 4.5: Траектория катера (красный) и лодки (синий)

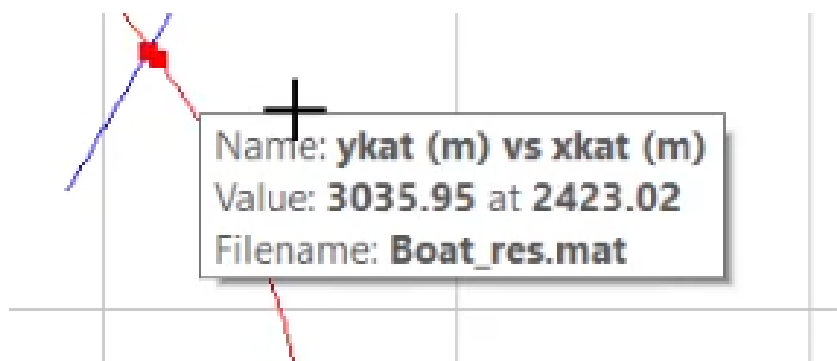


Figure 4.6: Точка пересечения

6. Теперь проверим второй случай (Рис. 4.7). Мы также видим точку пересечения траекторий (Рис. 4.8).

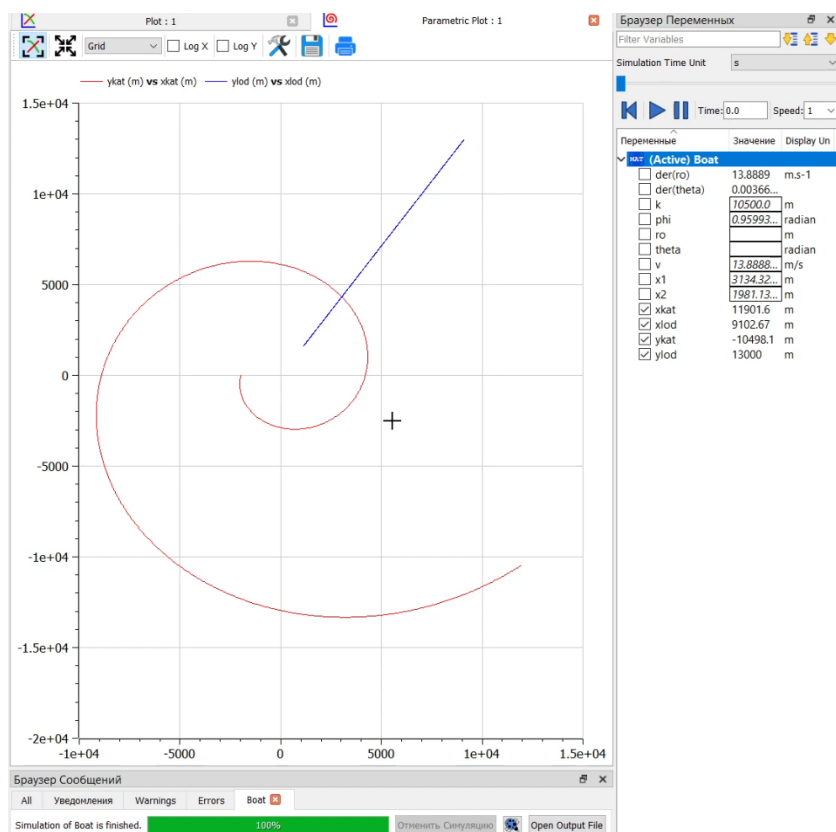


Figure 4.7: Траектория катера и лодки

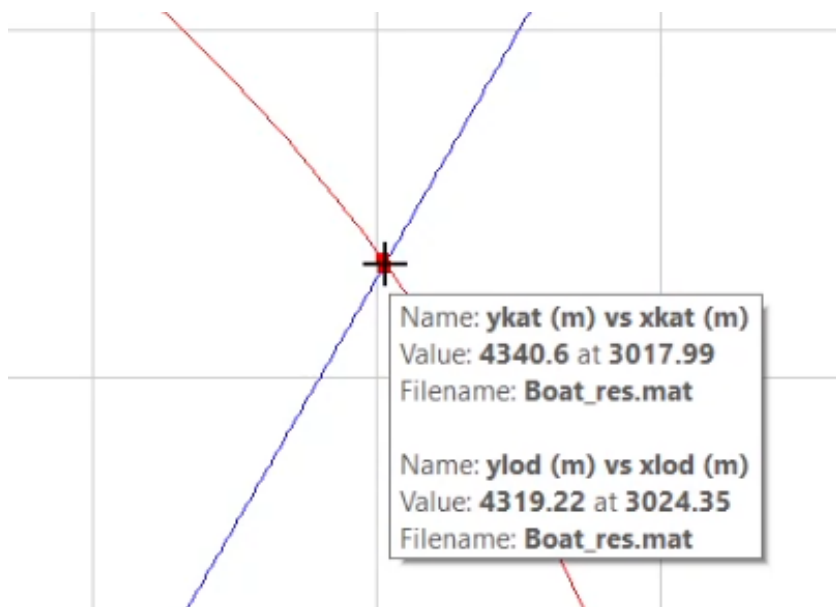


Figure 4.8: Точка пересечения

## 5 Выводы

В результате выполнения лабораторной работы мы смоделировали задачу о погоне в OpenModelica.

## 6 Библиография

1. OpenModelica User's Guide. URL: <https://www.openmodelica.org/doc/OpenModelicaUsersGuide/latest/>
2. Лабораторная работа №2. - 4 с. URL: <https://esystem.rudn.ru/mod/resource/view.php?id=831107>