Лабораторная работа №2

Задача о погоне

Чемоданова Ангелина Александровна

Содержание

# 1 Цель работы

Построить математическую модель для выбора правильной стратегии при решении примера задаче о погоне.

# 2 Задание

На море в тумане катер береговой охраны преследует лодку браконьеров. Через определенный промежуток времени туман рассеивается, и лодка обнаруживается на расстоянии 25 км от катера. Затем лодка снова скрывается в тумане и уходит прямолинейно в неизвестном направлении. Известно, что скорость катера в 5,1 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 Выполнение лабораторной работы

Формула для выбора варианта: (1132226443 % 70) + 1 = 34 вариант.

Запишем уравнение описывающее движение катера, с начальными условиями для двух случаев (в зависимости от расположения катера относительно лодки в начальный момент времени).

Принимем за , – место нахождения лодки браконьеров в момент обнаружения, - место нахождения катера береговой охраны относительно лодки браконьеров в момент обнаружения лодки.

Введем полярные координаты. Считаем, что полюс - это точка обнаружения лодки браконьеров (), а полярная ось проходит через точку нахождения катера береговой охраны.

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.

Чтобы найти расстояние (расстояние после которого катер начнет двигаться вокруг полюса), необходимо составить простое уравнение. Пусть через время катер и лодка окажутся на одном расстоянии от полюса. За это время лодка пройдет , а катер (или , в зависимости от начального положения катера относительно полюса). Время, за которое они пройдут это расстояние, вычисляется как или (во втором случае ). Так как время одно и то же, то эти величины одинаковы. Тогда неизвестное расстояниеx можно найти из следующего уравнения:

Отсюда мы найдем два значения и , задачу будем решать для двух случаев.

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 . Для этого скорость катера раскладываем на две составляющие: - радиальная скорость и - тангенциальная скорость. Радиальная скорость - это скорость, с которой катер удаляется от полюса, . Нам нужно, чтобы эта скорость была равна скорости лодки, поэтому полагаем .

Тангенциальная скорость – это линейная скорость вращения катера относительно полюса. Она равна произведению угловой скорости на радиус , .

Получаем:

Из чего можно вывести:

Решение исходной задачи сводится к решению системы из двух дифференциальных уравнений:

С начальными условиями для первого случая:

Или для второго:

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

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

## 3.1 Построение модели

using DifferentialEquations, Plots  
  
# расстояние от лодки до катера  
  
k = 25  
  
# начальные условия для 1 и 2 случаев  
  
r0 = k/6.1  
r0\_2 = k/4.1  
theta0 = (0.0, 2\*pi)   
theta0\_2 = (-pi, pi)  
  
# данные для движения лодки браконьеров  
  
fi = 3\*pi/4;  
t = (0, 50);  
  
# функция, описывающая движение лодки браконьеров  
  
x(t) = tan(fi)\*t;  
  
# функция, описывающая движение катера береговой охраны  
  
f(r, p, t) = r/sqrt(25.01)  
  
# постановка проблемы и решение ДУ для 1 случая  
  
prob = ODEProblem(f, r0, theta0)  
  
sol = solve(prob, saveat = 0.01)  
  
# отрисовка траектории движения катера  
  
plot(sol.t, sol.u, proj=:polar, lims=(0, 15), label = "Траектория движения катера")

Получим график движения катера в 1 случае. (рис. 1):

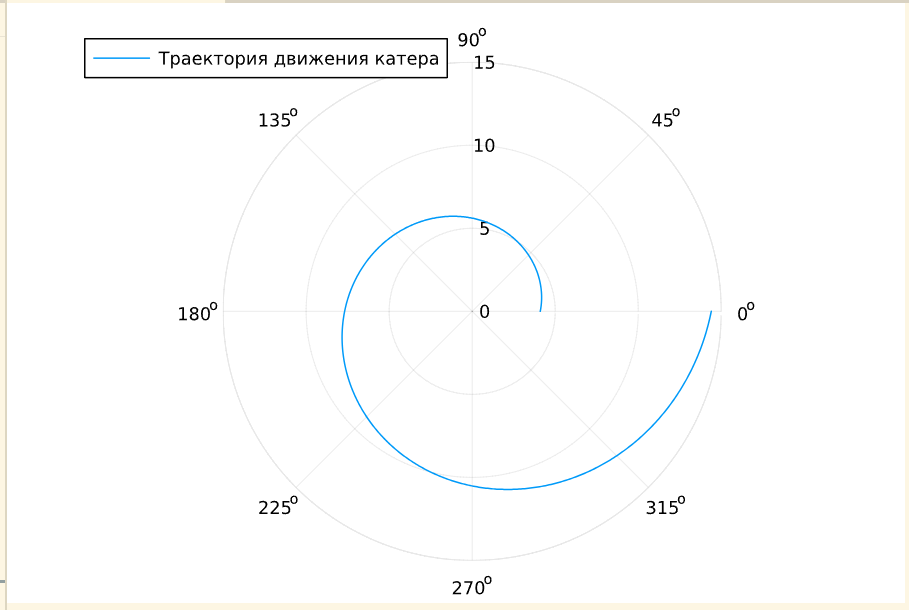


Рис. 1: Траекория движения катера в 1 случае

Добавим в код:

## необходимые действия для построения траектории движения лодки  
  
ugol = [fi for i in range(0,15)]  
  
x\_lims = [x(i) for i in range(0,15)]  
  
# отрисовка траектории движения лодки вместе с катером  
  
plot!(ugol, x\_lims, proj=:polar, lims=(0, 15), label = "Траектория движения лодки")

Получим график движения катера и траекторию движения лодки в 1 случае. (рис. 2):

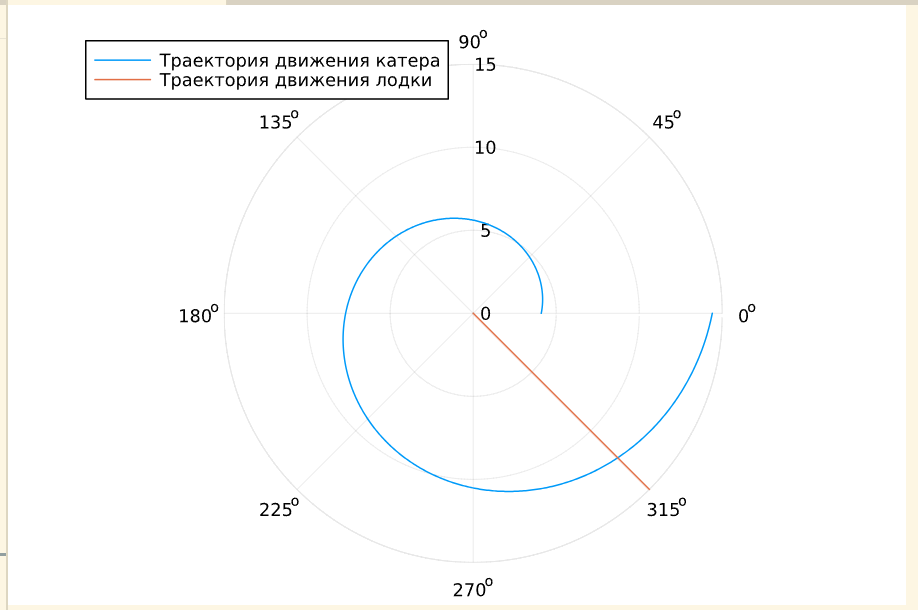


Рис. 2: График движения катера и траекторию движения лодки в 1 случае

Теперь рассчитаем точку пересечения траектории катера и лодки.

# точное решение ДУ, описывающего движение катера береговой охраны  
  
y(x)=(250\*exp((10\*x)/(sqrt(2501))))/(61)  
  
# подставим в точное решение угол, под которым движется лодка браконьеров для нахождения точки пересечения  
  
y(fi + pi)

Получим следующее значение: . При оценки точки на глаз можно получить похожее значение. (рис. 3):

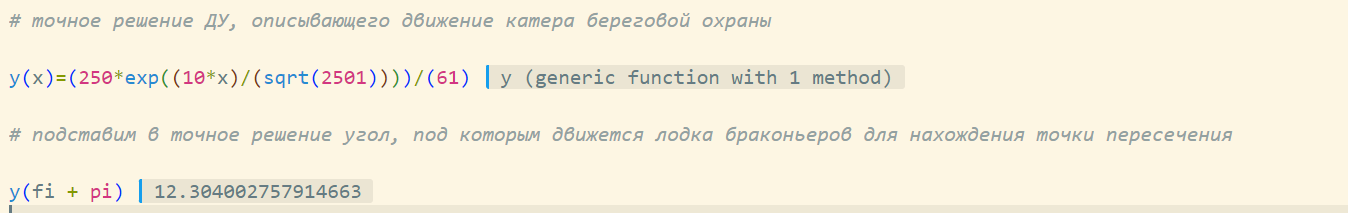


Рис. 3: Точка пересечения траекторий катера и лодки в 1 случае

Перейдем к решению второго случая.

# постановка проблемы и решение ДУ для 2 случая  
  
prob\_2 = ODEProblem(f, r0\_2, theta0\_2)  
  
sol\_2 = solve(prob\_2, saveat = 0.01)  
  
# отрисовка траектории движения катера  
  
plot(sol\_2.t, sol\_2.u, proj=:polar, lims=(0,15), label = "Траектория движения катера")

Получим график движения катера во 2 случае. (рис. 4):

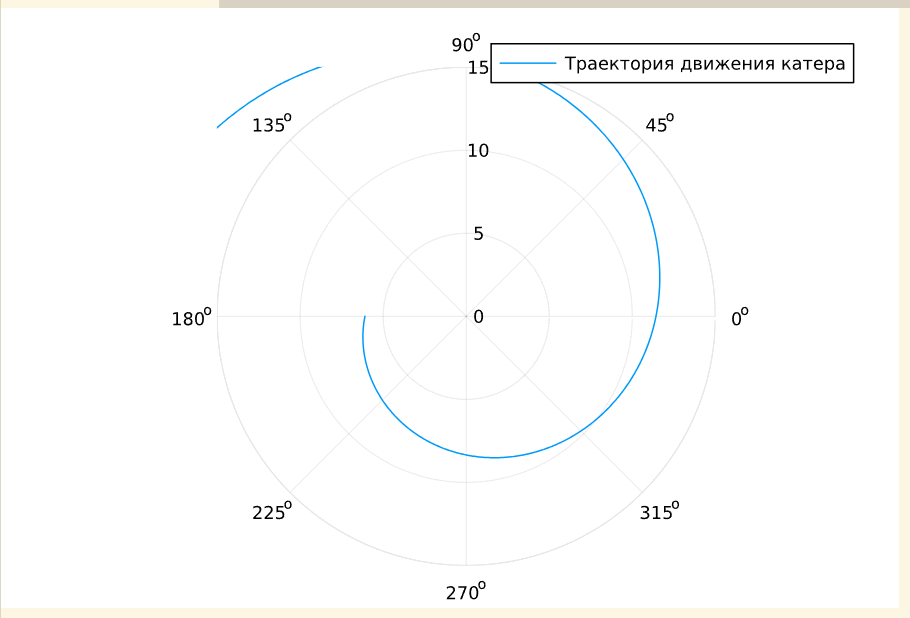


Рис. 4: Траекория движения катера во 2 случае

Добавим в код:

# отрисовка траектории движения лодки вместе с катером  
  
plot!(ugol, x\_lims, proj=:polar, lims=(0, 15), label = "Траекория движения лодки")

Получим график движения катера и траекторию движения лодки во 2 случае. (рис. 5):

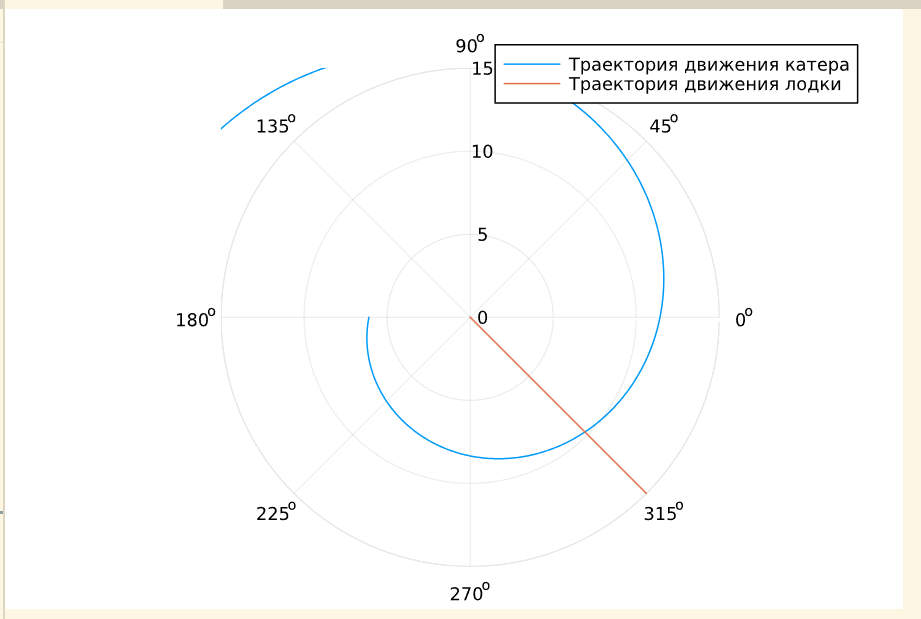


Рис. 5: График движения катера и траекторию движения лодки во 2 случае

Теперь рассчитаем точку пересечения траектории катера и лодки.

# точное решение ДУ, описывающего движение катера береговой охраны для 2 случая  
  
y2(x)=(250\*exp((10\*x/sqrt(2501))+(10\*pi/sqrt(2501))))/(41)  
  
# подставим в точное решение угол, под которым движется лодка браконьеров для нахождения точки пересечения  
  
y2(fi-pi)

Получим следующее значение: . При оценки точки на глаз можно получить похожее значение. (рис. 6):

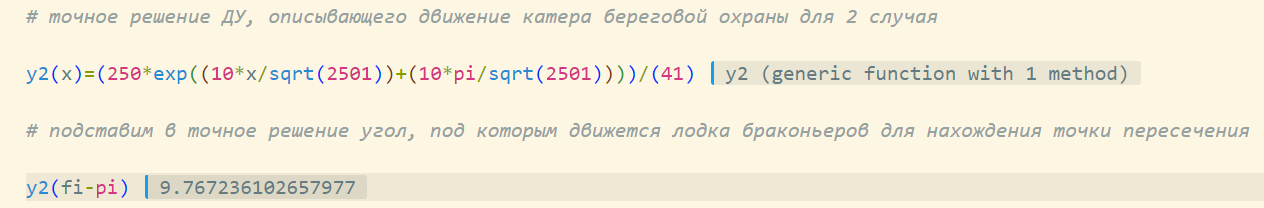


Рис. 6: Точка пересечения траекторий катера и лодки во 2 случае

# 4 Выводы

Мы построили математическую модель для выбора правильной стратегии при решении примера задаче о погоне.

# Список литературы

Кулябов Д.С. Лабораторная работа №2. Задача о погоне. [Электронный ресурс].