Лабораторная работа №3. Модель боевых действий

Радикорский Павел Михайлович,
НФИбд-03-18

27.02.2021

Содержание

Список иллюстраций

Цели и задачи

Цель: Изучить виды модели боевых действий и реализовать программный код для её моделирования.

Задачи:

- изучить теорию о модели боевых действий
- реализовать программный код для 42 варианта

Теоретическая справка

В теоретической части лабораторной работы рассмотрим все интерпретации модели боевых действий.

Первая модель

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t) \\ \frac{dy}{dt} = -c(t)x(t) - h(t)y(t) + Q(t) \end{cases},$$

где $a(t)$ и $h(t)$ - параметры, описывающие влияние побочных факторов на потери во время боевых действий, а $b(t)$ и $c(t)$ - параметры эффективности боевых действий со стороны армий Y и X.

Вторая модель

Во втором случае в борьбу добавляются партизанские отряды. Нерегулярные войска в отличии от постоянной армии менее уязвимы, так как действуют скрытно, в этом случае сопернику приходится действовать неизбирательно, по площадям, занимаемым партизанами. Поэтому считается, что тем потерь партизан, проводящих свои операции в разных местах на некоторой известной территории, пропорционален не только численности армейских соединений, но и численности самих партизан.

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t) \\ \frac{dy}{dt} = -c(t)x(t)y(t) - h(t)y(t) + Q(t) \end{cases}$$

Третья модель

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)x(t)y(t) + P(t) \\ \frac{dy}{dt} = -c(t)x(t)y(t) - h(t)y(t) + Q(t) \end{cases}$$

Подготовка к реализации

Коэффициенты $a(t), b(t), c(t)$ и $h(t)$ будут постоянными для реализации лабораторной работы, т.к. иной вариант сложнее смоделировать.

Программная реализация

При выполнении задания лабораторной работы использовался Вариант 42.

Начальные данные

```
import numpy as np
from math import cos, sin
from scipy.integrate import odeint
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
x0 = 45000
y0 = 50000
t0 = 0

tmax = 1
dt = 0.05

t = np.arange(t0,tmax,dt)

v0 = np.array([x0, y0])
```

Реализация моделей

Модель №1

Зададим необходимые коэффициенты.

```
a = 0.29
b = 0.67
c = 0.6
h = 0.38
```

Объявим функции $P(t)$ и $Q(t)$, функцию для СДУ.

```
def P(t):
    return abs(sin(t) + 1)

def Q(t):
    return abs(cos(t) + 1)

def derY1(y,t):
    dy1 = -a*y[0] - b*y[1] + P(t)
    dy2 = -c*y[0] - h*y[1] + Q(t)
    return [dy1, dy2]
```

Решим через `odeint` систему дифференциальных уравнений с помощью функции (рис. 1).

```
y = odeint(derY1, v0, t)
data1 = [y_i[0] for y_i in y]
data2 = [y_i[1] for y_i in y]

plt.plot(t, data1, 'b', label='X')
plt.plot(t, data2, 'g', label='Y')
plt.title('Модель 1')
plt.xlabel('Время')
plt.ylabel('Численность')
plt.ylim(0, None)
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.margins(0.05)
plt.subplots_adjust(left=0, bottom=0, right=0.8, top=1)
```

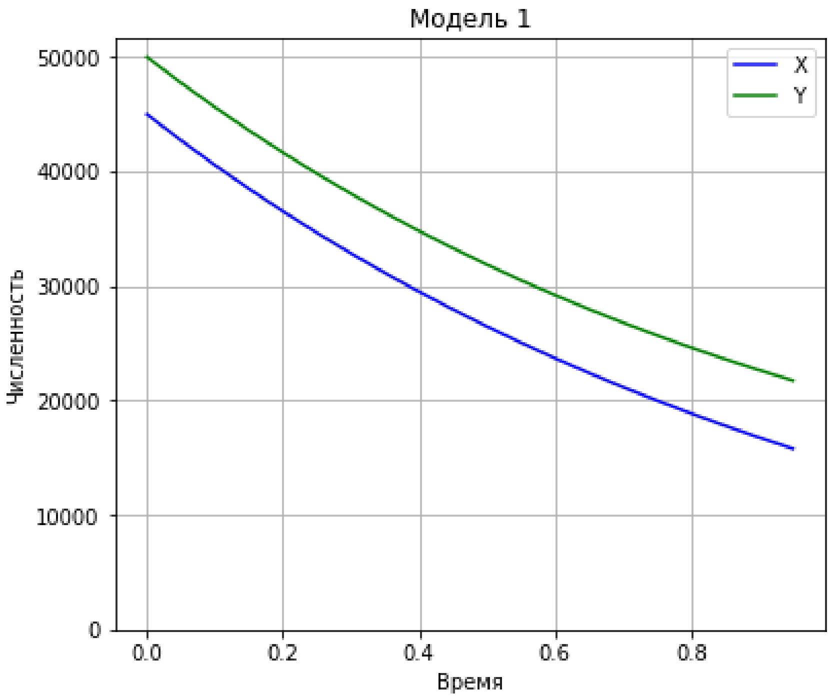

Рис. 1: Модель для регулярных войск

Модель №2

Переопределим коэфициенты для второй модели ведения боевых действий.

```
a = 0.31
b = 0.67
c = 0.42
h = 0.53
```

Переопределим функции $P(t)$ и $Q(t)$, функцию решения СДУ.

```
def P(t):
    return 2*abs(sin(2*t))

def Q(t):
    return abs(cos(t)+1)

def derY2(y,t):
    dy1 = -a*y[0] - b*y[1] + P(t)
    dy2 = -c*y[0]*y[1] - h*y[1] + Q(t)
    return [dy1, dy2]
```

Решим обновленную СДУ (рис. 2).

```
y = odeint(derY2, v0, t)
dataset_1 = [y_i[0] for y_i in y]
dataset_2 = [y_i[1] for y_i in y]

plt.plot(t, dataset_1, 'b', label='X')
plt.plot(t, dataset_2, 'g', label='Y')
plt.title('Модель 2')
plt.xlabel('Время')
plt.ylabel('Численность')
plt.ylim(0, None)
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.margins(0.05)
plt.subplots_adjust(left=0, bottom=0, right=0.8, top=1)
```

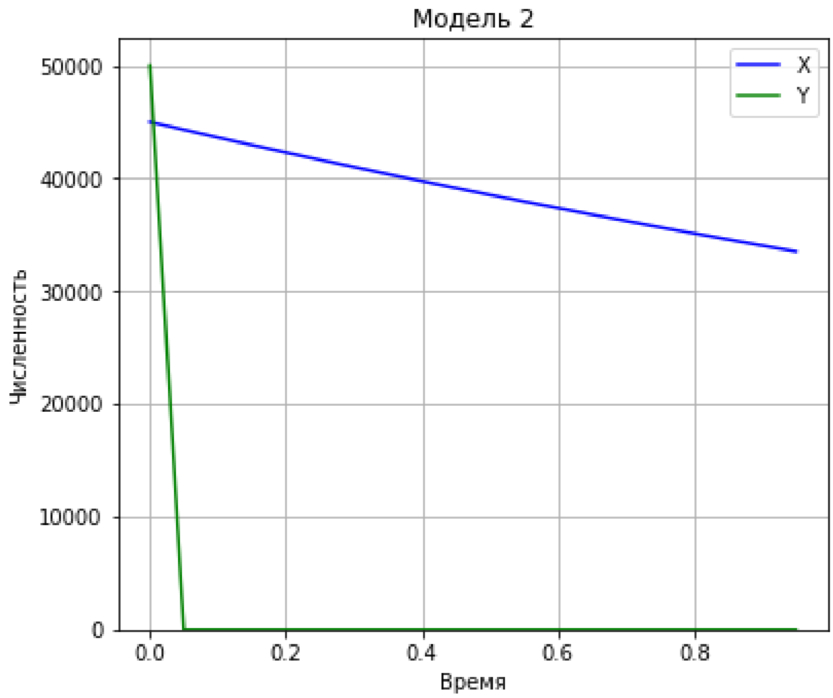

Рис. 2: Вторая модель

Выводы

Были изучены модели боевых действий, а также была реализована практическая часть в виде реализации программного кода.

По построенным моделям можно судить, что при участии партизанских отрядов, армия Y понесет значительные потери, в отличие от первого случая, когда функции потерь обеих армий ведут себя приблизительно одинаково.