

# **Отчёт по лабораторной работе 3**

**дисциплина: Математическое моделирование**

Бурба Анна Владимировна, НПИбд-02-18

# Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Выполнение лабораторной работы	7
4	Выводы	12

## List of Tables

# List of Figures

3.1	Выполнение работы 01	. . . . .	8
3.2	Выполнение работы 02	. . . . .	8
3.3	Выполнение работы 03	. . . . .	9
3.4	Выполнение работы 04	. . . . .	9
3.5	Выполнение работы 05	. . . . .	10
3.6	Выполнение работы 06	. . . . .	10
3.7	Выполнение работы 07	. . . . .	11

# 1 Цель работы

Построить упрощенную модель боевых действий с помощью Python.

## 2 Задание

**Вариант 49** Между страной  $A$  и страной  $B$  идет война. Численности состава войск исчисляются от начала войны и являются временными функциями  $x(t)$  и  $y(t)$ . В начальный момент времени страна  $A$  имеет армию численностью 36 800 человек, а в распоряжении страны  $B$  армия численностью в 41 700 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты  $a, b, c, h$  постоянны. Также считаем  $P(t)$  и  $Q(t)$  непрерывными функциями.

Постройте графики изменения численности войск армии  $A$  и армии  $B$  для следующих случаев:

1. Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\frac{\partial x}{\partial t} = -0,35x(t) - 0,776y(t) + \sin(5,5t) + 1$$

$$\frac{\partial y}{\partial t} = -0,519x(t) - 0,573y(t) + \cos(2,5t) + 1$$

2. Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

$$\frac{\partial x}{\partial t} = -0,342x(t) - 0,615y(t) + |\sin(2t)|$$

$$\frac{\partial y}{\partial t} = -0,443x(t)y(t) - 0,4y(t) + |\cos(13t)|$$

### 3 Выполнение лабораторной работы

#### **Боевые действия между регулярными войсками**

Изучила начальные условия. Коэффициент смертности, не связанный с боевыми действиями, у первой армии 0,35, а у второй – 0,573. Коэффициент эффективности первой и второй армии 0,519 и 0,776 соответственно. Функция, описывающая подход подкрепление первой армии,  $P(t) = \sin(5, 5t) + 1$ , подкрепление второй армии описывается функцией  $Q(t) = \cos(2, 5t) + 1$ .  $x_0 = 36800$  – численность 1-ой армии,  $y_0 = 41700$  – численность 2-ой армии.

#### **Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов**

Изучила начальные условия. Коэффициент смертности, не связанный с боевыми действиями, у первой армии 0,342, а у второй – 0,4. Коэффициент эффективности первой и второй армии 0,443 и 0,615 соответственно. Функция, описывающая подход подкрепление первой армии,  $P(t) = |\sin(2t)|$ , подкрепление второй армии описывается функцией  $Q(t) = |\cos(13t)|$ .  $x_0 = 36800$  – численность 1-ой армии,  $y_0 = 41700$  – численность 2-ой армии.

1. Оформила начальные условия в код на Python:

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

```
x0 = 36800
y0 = 41700
```

```
a1 = 0.35
b1 = 0.776
c1 = 0.519
h1 = 0.573
```

```
a2 = 0.342
b2 = 0.615
c2 = 0.443
h2 = 0.4
```

Figure 3.1: Выполнение работы 01

2. Добавила в программу условия, описывающие время:

```
t0 = 0
tmax = 1
dt = 0.05
t = np.arange(t0, tmax, dt)
```

Figure 3.2: Выполнение работы 02

3. Запрограммировала заданную систему дифференциальных уравнений, описывающих изменение численности армий:



```

def P1(t):
    p1 = (np.sin(5.5*t)+1)
    return p1
def Q1(t):
    q1 = (np.cos(2.5*t)+1)
    return q1

def P2(t):
    p2 = np.fabs(np.sin(2*t))
    return p2
def Q2(t):
    q2 = np.fabs(np.cos(13*t))
    return q2

```

Figure 3.3: Выполнение работы 03

```

def FUNK1(f,t):
    funk1 = -a1*f[0] - b1*f[1] + P1(t)
    funk2 = -c1*f[0] - h1*f[1] + Q1(t)
    return funk1, funk2
def FUNK2(f,t):
    funk3 = -a2*f[0] - b2*f[1] + P2(t)
    funk4 = -c2*f[0]*f[1] - h2*f[1] + Q2(t)
    return funk3, funk4

```

Figure 3.4: Выполнение работы 04

4. Создала вектор начальной численности армий:

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

i1 = odeint(FUNK1, g, t)
i2 = odeint(FUNK2, g, t)
```

Figure 3.5: Выполнение работы 05

5. Запрограммировала решение системы уравнений; Описала построение графика изменения численности армий:

```
plt.plot(t, i1)
plt.ylabel('Kolichestvo')
plt.xlabel('Vremya')
plt.legend(['X', 'Y'])
```

<matplotlib.legend.Legend at 0x1dc875abee0>

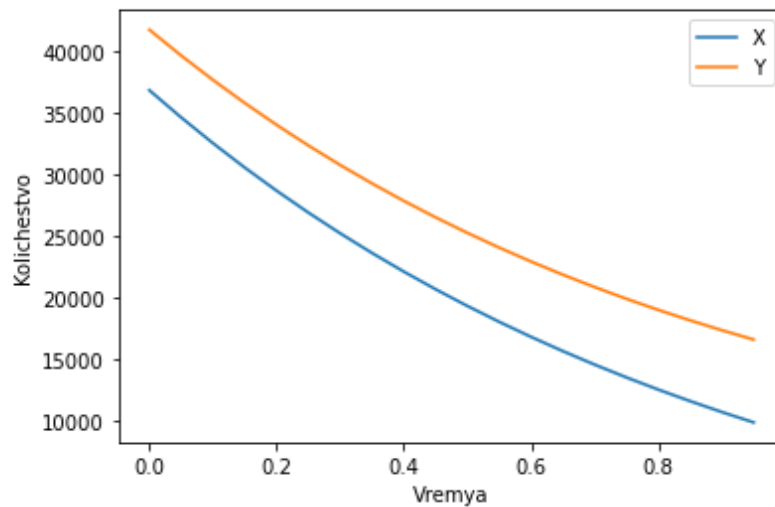


Figure 3.6: Выполнение работы 06

```
plt.plot(t, i2)
plt.ylabel('Kolichestvo')
plt.xlabel('Vremya')
plt.legend(['X', 'Y'])
```

<matplotlib.legend.Legend at 0x1dc879a6580>

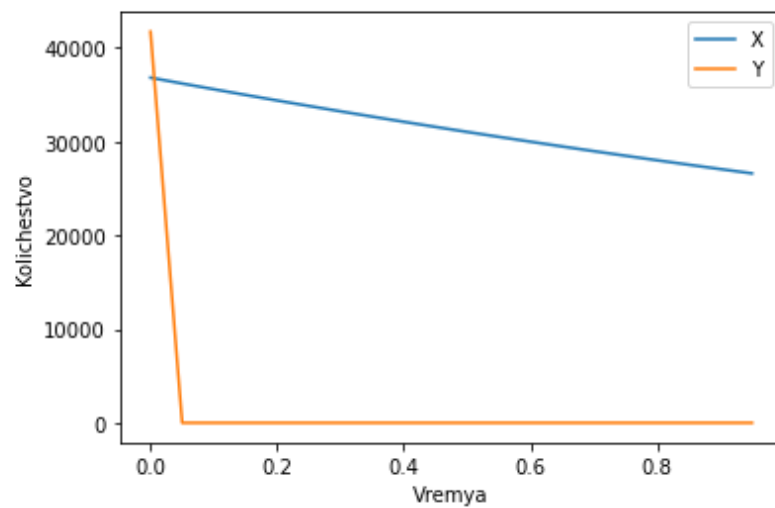


Figure 3.7: Выполнение работы 07

## 4 Выводы

Построила упрощенную модель боевых действий с помощью Python.

В боевых действиях между регулярными войсками победит армия Y, причем ей на это потребуется довольно много времени и как мы можем заметить, сражение происходило достаточно долго (видим по графику, что численность армии X будет на исходе практически в предельный момент времени).

В боевых действиях с участием регулярных войск и партизанских отрядов победит армия X, причем достаточно быстро (видим по графику, что армия Y потеряла всех бойцов практически сразу после начала войны).