

# **Отчёта по лабораторной работе №3**

**Модель боевых действий**

Шувалов Николай Константинович

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Теоретическая справка</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Выводы</b>	<b>15</b>

## List of Tables

# List of Figures

3.1	Модель боевых действий между регулярными войсками . . . . .	7
3.2	Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизан- ских отрядов . . . . .	8
3.3	Модель боевых действий между партизанскими отрядами . . . . .	8
4.1	Условие . . . . .	9
4.2	1ый случай . . . . .	9
4.3	2ой случай . . . . .	10
4.4	Изменение численности армии X и Y в процессе боевых действий при условии участия только регулярных войск . . . . .	13
4.5	Изменение численности армии X и Y в процессе боевых действий при условии участия гулярных войск и партизанских отрядов . . .	14

# **1 Цель работы**

Познакомиться с моделью боевых действий.

## 2 Задание

1. Построить графики изменения численности войск армии X и армии Y для следующих случаев: Модель боевых действий между регулярными войсками; Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

2. Определить победителя

### 3 Теоретическая справка

Рассмотрим некоторые простейшие модели боевых действий – модели Ланчестера. В противоборстве могут принимать участие как регулярные войска, так и партизанские отряды. В общем случае главной характеристикой соперников являются численности сторон. Если в какой-то момент времени одна из численностей обращается в нуль, то данная сторона считается проигравшей (при условии, что численность другой стороны в данный момент положительна).

Рассмотри три случая ведения боевых действий:

#### 1. Боевые действия между регулярными войсками

Модель боевых действий между регулярными войсками описывается следующим образом(рис. 3.1)

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

Figure 3.1: Модель боевых действий между регулярными войсками

#### 2. Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов

Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов описывается следующим образом(рис. 3.2)

$$\frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -c(t)x(t)y(t) - h(t)y(t) + Q(t)$$

Figure 3.2: Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

### 3. Боевые действия между партизанскими отрядами

Модель боевых действий между партизанскими отрядами описывается следующим образом(рис. 3.3)

$$\frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)x(t)y(t) + P(t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -h(t)y(t) - c(t)x(t)y(t) + Q(t)$$

Figure 3.3: Модель боевых действий между партизанскими отрядами



## 4 Выполнение лабораторной работы

Условие задачи (рис. 4.1)

### Вариант 30

Между страной  $X$  и страной  $Y$  идет война. Численность состава войск исчисляется от начала войны, и являются временными функциями  $x(t)$  и  $y(t)$ . В начальный момент времени страна  $X$  имеет армию численностью 52 000 человек, а в распоряжении страны  $Y$  армия численностью в 49 000 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты  $a, b, c, h$  постоянны. Также считаем  $P(t)$  и  $Q(t)$  непрерывные функции.

Постройте графики изменения численности войск армии  $X$  и армии  $Y$  для следующих случаев:

Figure 4.1: Условие

Первый случай (рис. 4.2)

### 1. Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -0,36x(t) - 0,48y(t) + \sin(t + 1) + 1 \\ \frac{dy}{dt} &= -0,49x(t) - 0,37y(t) + \cos(t + 2) + 1,1\end{aligned}$$

Figure 4.2: 1ый случай

Второй случай (рис. 4.3)

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

$$\frac{dx}{dt} = -0,11x(t) - 0,68y(t) + \sin(5t) + 1,1$$
$$\frac{dy}{dt} = -0,6x(t)y(t) - 0,15y(t) + \cos(5t) + 1$$

Figure 4.3: 2ой случай

Написал код:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import math
from scipy.integrate import odeint
x0 = 52000
y0 = 49000
a1 = 0.36
b1 = 0.48
c1 = 0.49
h1 = 0.37
a2 = 0.11
b2 = 0.68
c2 = 0.6
h2 = 0.15
t0 = 0
tmax = 4
dt = 0.05
x0 = 52000
y0 = 49000
a1 = 0.36
b1 = 0.48
c1 = 0.49
```

```

h1 = 0.37
a2 = 0.11
b2 = 0.68
c2 = 0.6
h2 = 0.15
t0 = 0
tmax = 4
dt = 0.05

def P1(t):
    p = math.sin(t+1)+1
    return p

def Q1(t):
    q = math.cos(t+2)+1.1
    return q

def f1(y,t):
    x1,y1 = y
    return[-a1*x1-b1*y1+P1(t), -c1*x1-h1*y1+Q1(t)]

def P2(t):
    p = math.sin(5*t)+1
    return p

def Q2(t):
    q = math.cos(5*t)+1
    return q

```

```
def f2(y,t):
    x2,y2 = y
    return[-a2*x2-b2*y2+P2(t), -c2*x2*y2-h2*y2+Q2(t)]
```

```
t = np.linspace( t0, tmax, 100)
v0= [x0, y0]
y = odeint(f1, v0, t)
x11 = y[:,0]
y11 = y[:,1]
fig1 = plt.figure()
plt.plot(t, x11,'r')
plt.plot(t, y11,'b')
plt.title("Модель боевых действий №1")
plt.xlabel("время")
plt.ylabel("численность армии")
plt.grid(True)
plt.show()
```

```
t = np.linspace( t0, tmax, 100)
v0= [x0, y0]
y = odeint(f1, v0, t)
x11 = y[:,0]
y11 = y[:,1]
fig1 = plt.figure()
plt.plot(t, x11,'r')
plt.plot(t, y11,'b')
plt.title("Модель боевых действий №1")
plt.xlabel("время")
plt.ylabel("численность армии")
```

```
plt.grid(True)
plt.show()
```

Построил график для первого случая (рис. 4.4)

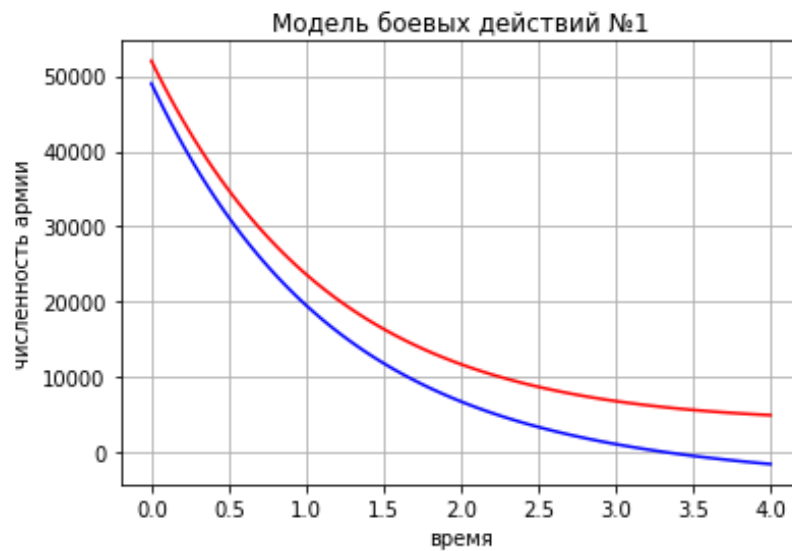


Figure 4.4: Изменение численности армии X и Y в процессе боевых действий при условии участия только регулярных войск

Победу одержала армия X

Построил график для второго случая (рис. 4.5)

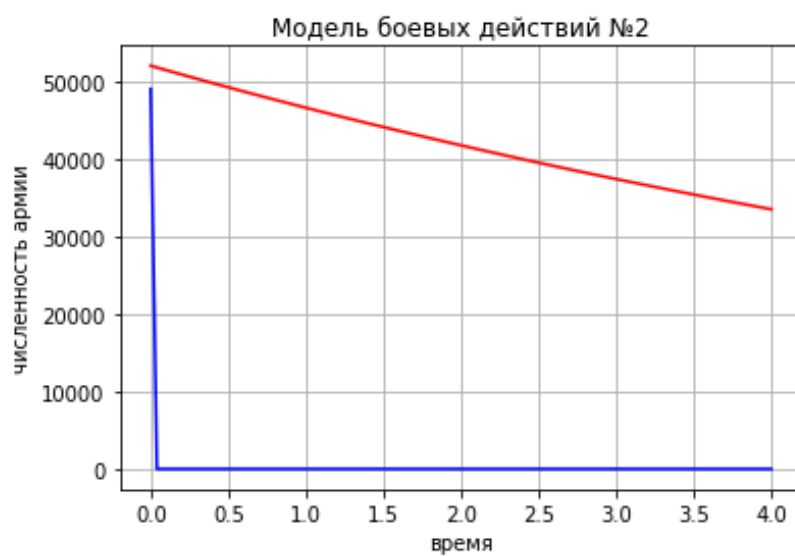


Figure 4.5: Изменение численности армии X и Y в процессе боевых действий при условии участия гулярных войск и партизанских отрядов

Победу одержала армия X

## **5 Выводы**

Познакомились с моделью боевых действий.