

# **Отчёт по лабораторной работе**

**Модель боевых действий**

Назарьева Алена Игоревна НФИбд-03-18

# 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>13</b>

## **Список таблиц**

# Список иллюстраций

4.1	первый пункт код . . . . .	9
4.2	первый пункт результат . . . . .	10
4.3	второй пункт код . . . . .	11
4.4	второй пункт результат . . . . .	12

# **1 Цель работы**

Изучить и реализовать модель боевых действий

## 2 Задание

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 33 333 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 44 444 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: 1. Модель боевых действий между регулярными войсками  $dx/dt = -0,15x(t) - 0,64y(t) + |\sin(t+15)|$   $dy/dt = -0,55x(t) - 0,12y(t) + |\cos(t+25)|$  2. Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов  $dx/dt = -0,28x(t) - 0,745y(t) + |2\sin(3t)|$   $dy/dt = -0,613x(t)y(t) - 0,35x(t) + |1,5\cos(2t)|$

### 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). Рассмотрим три случая ведения боевых действий: 1. Боевые действия между регулярными войсками 2. Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов 3. Боевые действия между партизанскими отрядами В первом случае численность регулярных войск определяется тремя факторами: - скорость уменьшения численности войск из-за причин, не связанных с боевыми действиями (болезни, травмы, дезертирство); - скорость потерь, обусловленных боевыми действиями противоборствующих сторон (что связано с качеством стратегии, уровнем вооружения, профессионализмом солдат и т.п.); - скорость поступления подкрепления (задаётся некоторой функцией от времени). В этом случае модель боевых действий между регулярными войсками описывается следующим образом 
$$\frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + p(t) \quad \frac{dy}{dt} = -c(t)x(t) - h(t)y(t) + q(t) \quad (1)$$
 Потери, не связанные с боевыми действиями, описывают члены  $a(t)x(t)$  и  $h(t)y(t)$ , члены  $b(t)y(t)$  и  $c(t)x(t)$  отражают потери на поле боя. Коэффициенты  $b(t)$  и  $c(t)$  указывают на эффективность боевых действий со стороны  $y$  и  $x$  соответственно,  $a(t), h(t)$  - величины, характеризующие степень влияния различных факторов на потери. Функции  $P(t)$ ,  $Q(t)$  учитывают возможность подхода подкрепления к

войскам X и Y в течение одного дня. 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. В результате модель принимает вид:  $\frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + p(t)$   $\frac{dy}{dt} = -c(t)x(t)y(t) - h(t)y(t) + q(t)$  В этой системе все величины имеют тот же смысл, что и в системе (1). Модель ведение боевых действий между партизанскими отрядами с учетом предположений, сделанном в предыдущем случае, имеет вид:  $\frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t)x(t) + p(t)$   $\frac{dy}{dt} = -c(t)x(t)y(t) - h(t)y(t) + q(t)$  В простейшей модели борьбы двух противников коэффициенты  $b(t)$  и  $c(t)$  являются постоянными. Попросту говоря, предполагается, что каждый солдат армии x убивает за единицу времени  $c$  солдат армии y (и, соответственно, каждый солдат армии y убивает  $b$  солдат армии x). Также не учитываются потери, не связанные с боевыми действиями, и возможность подхода подкрепления.



## 4 Выполнение лабораторной работы

1. Код в python для модель боевых действий между регулярными войсками (рис. 4.1)

```
import numpy as np
import math
from scipy.integrate import odeint
import matplotlib.pyplot as plt
x0 = 33333
y0 = 44444
t0 = 0
a = 0.15
b = 0.64
c = 0.55
h = 0.12
tmax = 1.05
dt = 0.05
def p(t):
    p = abs(math.sin(t+15))
    return p
def q(t):
    q = abs(math.cos(t+25))
    return q
def dy(s,t):
    dy1 = - a*s[0] - b*s[1] + p(t)
    dy2 = - c*s[0] - h*s[1] + q(t)
    return [dy1, dy2]
t = np.arange(t0,tmax,dt)
v0=[x0,y0]
s = odeint(dy,v0,t)
plt.plot(t,s[:,0], 'r--', linewidth=2.0, label="численность x")
plt.plot(t,s[:,1], 'b-', linewidth=2.0, label="численность y")
plt.xlabel("шаг")
plt.ylabel("численность армии")
plt.legend()
plt.grid()
plt.show()
```

Рис. 4.1: первый пункт код

Результат работы программы (рис. 4.2)

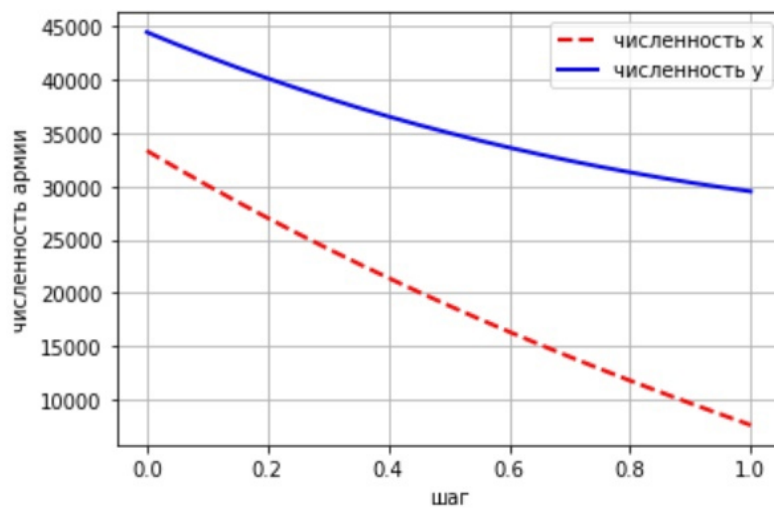


Рис. 4.2: первый пункт результат

2. Код в python для модель боевых действий между регулярными войсками и партизанских отрядов (рис. 4.3)

```

import numpy as np
import math
from scipy.integrate import odeint
import matplotlib.pyplot as plt
x0 = 33333
y0 = 44444
t0 = 0
a = 0.28
b = 0.745
c = 0.613
h = 0.35
tmax = 1.05
dt = 0.05
def p(t):
    p = abs(2*math.sin(3*t))
    return p
def q(t):
    q = abs(1.5*math.cos(2*t))
    return q
def dy(s,t):
    dy1 = - a*s[0] - b*s[1] + p(t)
    dy2 = - c*s[0]*s[1] - h*s[1] + q(t)
    return [dy1, dy2]
t = np.arange(t0,tmax,dt)
v0=[x0,y0]
s = odeint(dy,v0,t)
plt.plot(t,s[:,0], 'r--', linewidth=2.0, label="численность x")
plt.plot(t,s[:,1], 'b-', linewidth=2.0, label="численность y")
plt.xlabel("шаг")
plt.ylabel("численность армии")
plt.legend()
plt.grid()
plt.show()

```

Рис. 4.3: второй пункт код

Результат работы программы (рис. 4.4)

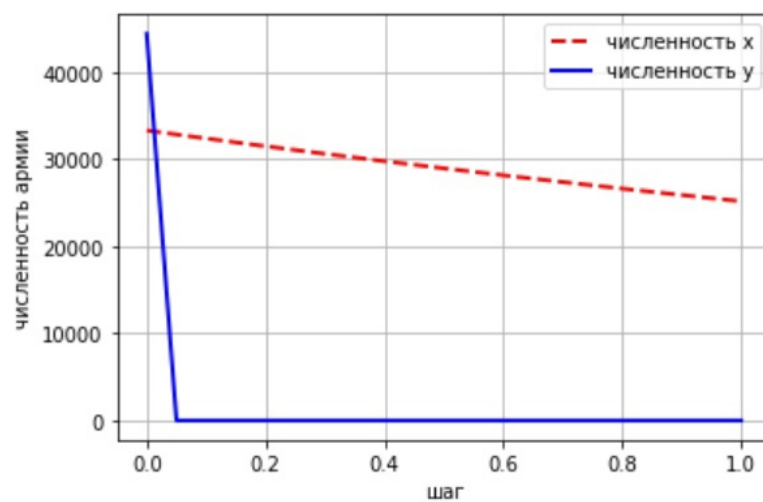


Рис. 4.4: второй пункт результат

Таким образом, в первом случае война закончится истреблением армии x, а во втором истреблением армии y

## **5 Выводы**

В результате проделанной работы я изучила модель боевых действий