

# **Лабораторная работа №3**

**Модель боевых действий, вариант 45**

Танрибергенов Эльдар

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>9</b>
4.1	Код программы (Julia) . . . . .	9
4.2	Код программы (OpenModelica) . . . . .	11
<b>5</b>	<b>Результаты проведенной работы</b>	<b>13</b>
5.1	1 случай . . . . .	13
5.2	2 случай . . . . .	14
<b>6</b>	<b>Выводы</b>	<b>15</b>
	<b>Список литературы</b>	<b>16</b>

## **Список иллюстраций**

## **Список таблиц**

# 1 Цель работы

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).

## 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 22 222 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 11 111 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

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0,22x(t) - 0,77y(t) + \sin(0,5t) + 2 \\ \frac{dy}{dt} = -0,66x(t) - 0,11y(t) + \cos(0,5t) + 2 \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0,31x(t) - 0,79y(t) + \sin(2,5t) + 1 \\ \frac{dy}{dt} = -0,59x(t)y(t) - 0,21y(t) + \cos(2t) + 2 \end{cases}$$

### 3 Теоретическое введение

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:

1. скорость уменьшения численности войск из-за причин, не связанных с боевыми действиями (болезни, травмы, дезертирство);
2. скорость потерь, обусловленных боевыми действиями противоборствующих сторон (что связано с качеством стратегии, уровнем вооружения, профессионализмом солдат и т.п.);
3. скорость поступления подкрепления (задаётся некоторой функцией от времени).

В этом случае модель боевых действий между регулярными войсками описывается следующим образом

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

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  $b(t)$ ,  $c(t)$  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 темп 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:

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

Модель ведение боевых действий между партизанскими отрядами с учетом предположений, сделанном в предыдущем случае, имеет вид:

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



## 4 Выполнение лабораторной работы

### 4.1 Код программы (Julia)

```
using Plots
using DifferentialEquations
```

```
x0 = 22222
```

```
y0 = 11111
```

```
t0 = 0
```

```
tmax = 1
```

```
a1 = 0.22
```

```
b1 = 0.77
```

```
c1 = 0.66
```

```
h1 = 0.11
```

```
a2 = 0.31
```

```
b2 = 0.79
```

```
c2 = 0.59
```

```
h2 = 0.21
```

```
function P1(t)
```

```
    return sin(0.5*t)+2
```

```
end
```

```
function Q1(t)
    return cos(0.5*t)+2
end
```

```
function P2(t)
    return sin(2.5*t)+1
end
```

```
function Q2(t)
    return cos(2*t)+2
end
```

```
function f1(dy, y, p, t)
    dy[1] = -a1*y[1] - b1*y[2] + P1(t)
    dy[2] = -c1*y[1] - h1*y[2] + Q1(t)
end
```

```
function f2(dy, y, p, t)
    dy[1] = -a2*y[1] - b2*y[2] + P2(t)
    dy[2] = -c2*y[1]*y[2] - h2*y[2] + Q2(t)
end
```

```
u0 = [x0; y0]
tspan = (t0, tmax)
t = collect(LinRange(0,1,100))
```

```
prob1 = ODEProblem(f1, u0, tspan)
```

```

sol1 = solve(prob1, saveat=t)
plot(sol1, color=:red, label="Численность войска армии X", title="Модель боевых действий")
plot!(sol1, vars=(0, 2), color=:blue, label="Численность войска страны Y")
savefig("C:\\work\\study\\2022-2023\\Математическое_моделирование\\mathmod\\LabWork1\\fig1.png")

prob2 = ODEProblem(f2, u0, tspan)
sol2 = solve(prob2, saveat=t)
plot(sol2, color=:red, label="Численность войска страны X", title="Модель боевых действий")
plot!(sol2, color=:blue, label="Численность войска страны Y")
savefig("C:\\work\\study\\2022-2023\\Математическое_моделирование\\mathmod\\LabWork1\\fig2.png")

```

## 4.2 Код программы (OpenModelica)

```

model lab3

  Real x1(start=22222);
  Real y1(start=11111);
  Real x2(start=22222);
  Real y2(start=11111);

  parameter Real a1=0.22;
  parameter Real b1=0.77;
  parameter Real c1=0.66;
  parameter Real h1=0.11;

  parameter Real a2=0.31;
  parameter Real b2=0.79;
  parameter Real c2=0.59;
  parameter Real h2=0.21;

```

equation

$$\text{der}(x1) = -a1*x1 - b1*y1 + \sin(0.5*time)+2;$$
$$\text{der}(y1) = -c1*x1 - h1*y1 + \cos(0.5*time)+2;$$

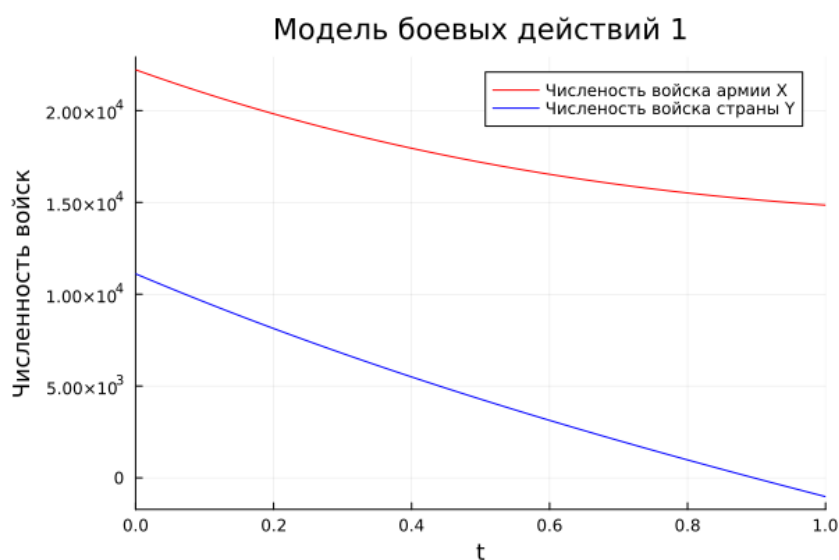
equation

$$\text{der}(x2) = -a2*x2 - b2*y2 + \sin(2.5*time)+1;$$
$$\text{der}(y2) = -c2*x2*y2 - h2*y2 + \cos(2*time)+2;$$

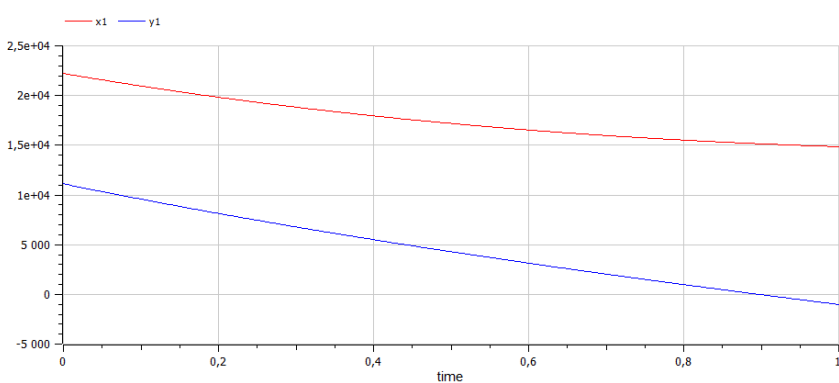
end lab3;

## 5 Результаты проведенной работы

### 5.1 1 случай



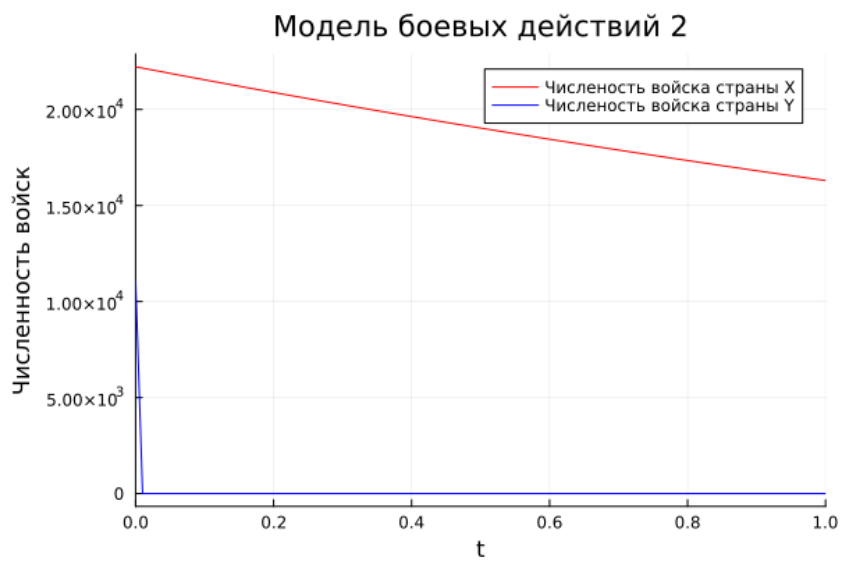
(рис. ??).



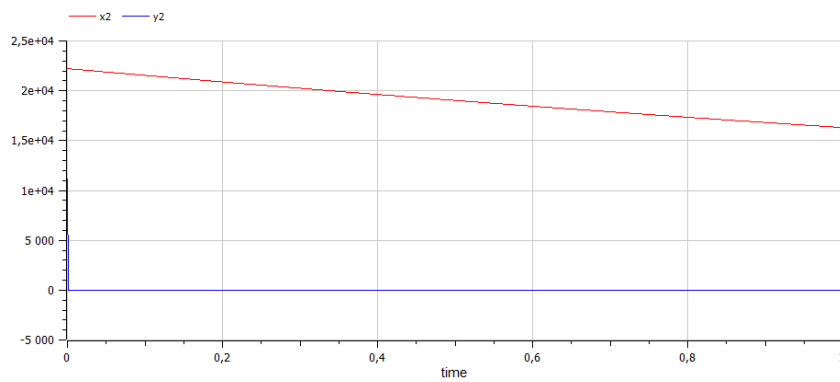
(рис. ??).

Победа достаётся армии X.

## 5.2 2 случай



(рис. ??).



(рис. ??).

Победа достаётся армии X.

## 6 Выводы

В результате проделанной лабораторной работы мы познакомились с моделью «Боевые действия». Проверили, как работает модель в ситуациях с участием только регулярных ввойск и с участием также партизанских отрядов, построили графики  $y(t)$  и  $x(t)$  в рассматриваемых случаях.

## Список литературы

1. [Модель боевых действий ([https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1971725/mod\\_resource/content/1/Model%20boevykh%20deystviy.pdf](https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1971725/mod_resource/content/1/Model%20boevykh%20deystviy.pdf))]