

Лабораторная работа №3

Модель боевых действий вариант 11

Арам Грачьяевич Саргсян

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Теоретическое введение	7
4	Выполнение лабораторной работы	9
4.1	Код программы (Julia)	9
4.2	Код программы (OpenModelica)	11
5	Результаты проведенной работы	12
5.1	1 случай	12
5.2	2 случай	13
6	Выводы	14
	Список литературы	15

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 120 000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 90 000 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:

1. Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.62x(t) - 0.68y(t) + \sin(2t) \\ \frac{dy}{dt} = -0.59x(t) - 0.71y(t) + \cos(2t) \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.38x(t) - 0.68y(t) + \sin(2t) \\ \frac{dy}{dt} = -0.21x(t)y(t) - 0.71y(t) + \cos(2t) \end{cases}$$

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 = 120000
y0 = 90000
t0 = 0
tmax = 1.7
```

```
a1 = 0.62
b1 = 0.68
c1 = 0.59
h1 = 0.71
```

```
a2 = 0.38
b2 = 0.68
c2 = 0.21
h2 = 0.71
```

```
function P(t)
    return sin(2*t)
```

```
end
```

```
function Q(t)
    return cos(2*t)
end
```

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

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

```
u0 = [x0; y0]
tspan = (t0, tmax)
t = collect(LinRange(0,2,100))

prob1 = ODEProblem(f1, u0, tspan)
sol = solve(prob1, saveat=t)
plot(sol, xlabel="Модель боевых действий")
savefig("D:\\julia\\lab3julia01.png")

prob2 = ODEProblem(f2, u0, tspan)
sol2 = solve(prob2, saveat=t)
plot(sol2, xlabel="Модель боевых действий")
savefig("D:\\julia\\lab3julia02.png")
```

4.2 Код программы (OpenModelica)

```
model laba3
```

```
Real x1(start=120000);
```

```
Real y1(start=90000);
```

```
Real x2(start=120000);
```

```
Real y2(start=90000);
```

```
parameter Real a1=0.62;
```

```
parameter Real b1=0.68;
```

```
parameter Real c1=0.59;
```

```
parameter Real h1=0.71;
```

```
parameter Real a2=0.38;
```

```
parameter Real b2=0.68;
```

```
parameter Real c2=0.21;
```

```
parameter Real h2=0.71;
```

```
equation
```

```
der(x1) = -a1*x1 - b1*y1 + sin(2*time);
```

```
der(y1) = -c1*x1 - h1*y1 + cos(2*time);
```

```
equation
```

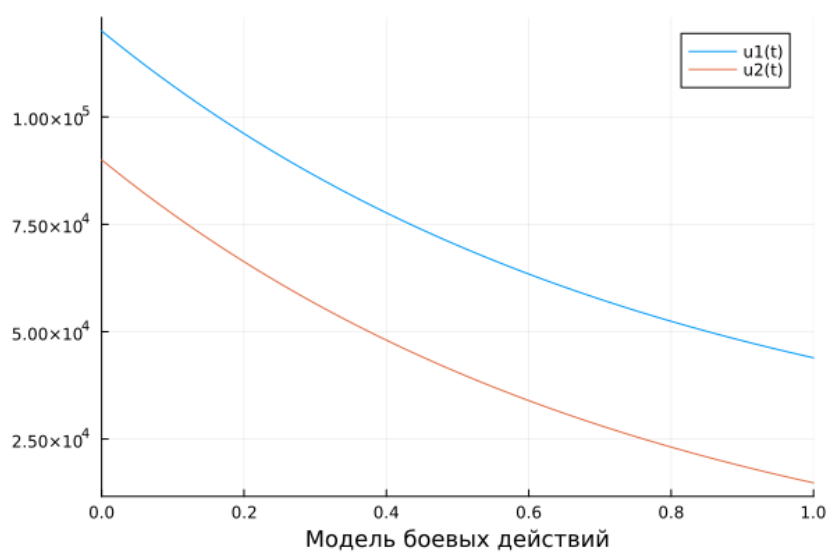
```
der(x2) = -a2*x2 - b2*y2 + sin(2*time);
```

```
der(y2) = -c2*x2*y2 - h2*y2 + cos(2*time);
```

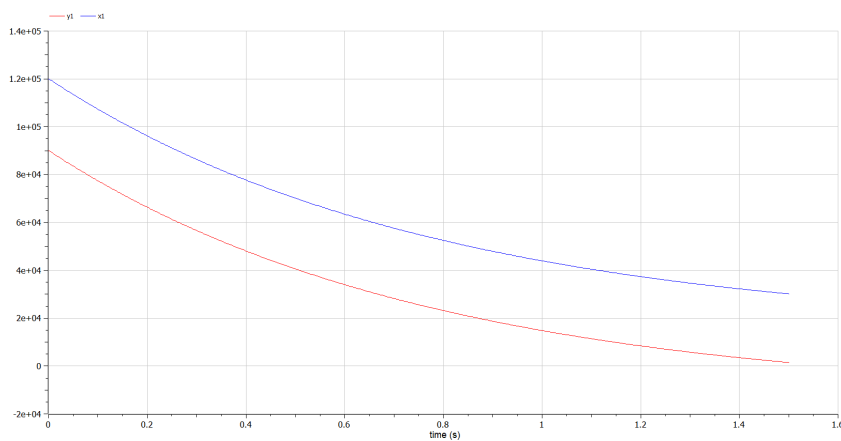
```
end laba3;
```

5 Результаты проведенной работы

5.1 1 случай



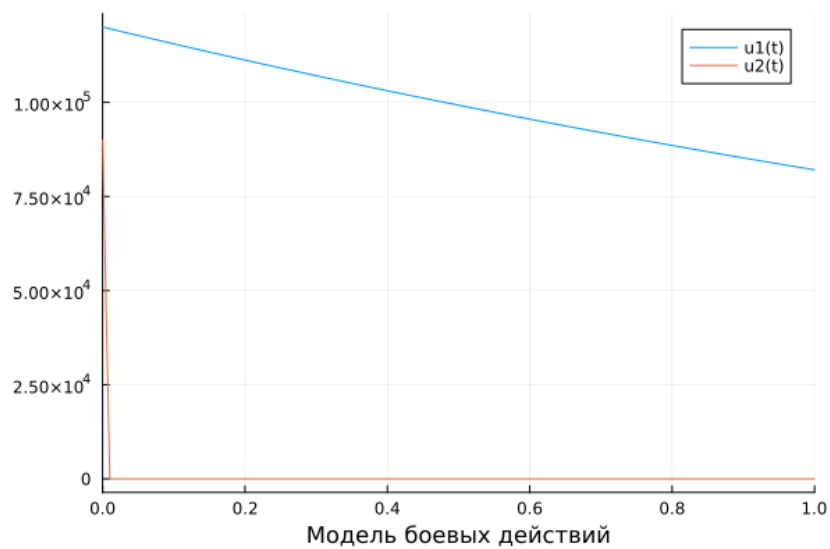
(рис. ??).



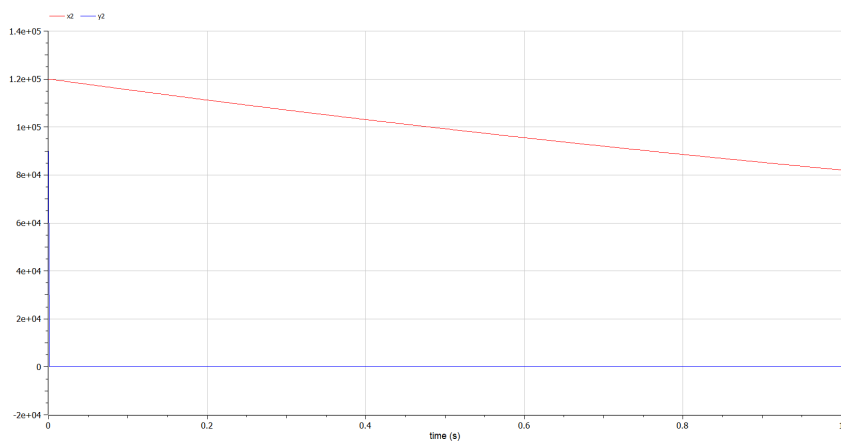
(рис. ??).

Победа достается армии X.

5.2 2 случай



(рис. ??).



(рис. ??).

Победа достается 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)]