

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ  
Факультет физико-математических и естественных  
наук

Кафедра прикладной информатики и теории  
вероятностей

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3

---

дисциплина: Математическое моделирование

Преподаватель: Кулябов Дмитрий Сергеевич

Студент: Терентьев Егор Дмитриевич

Группа: НФИбд-03-19

МОСКВА

2022 г.

---

## Цель работы

---

Построение простейших моделей боевых действий – модели Ланчестера

## Теоретическое введение

---

OpenModelica это бесплатное программное обеспечение для численного моделирования в физической системе . Основанный на Modelica , он позволяет моделировать, моделировать, оптимизировать и анализировать сложные физические системы.

## Условия задачи

---

Между страной X и страной У 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 22 022 человек, а в распоряжении страны У армия численностью в 33 033 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $h$  постоянны. Также считаем  $P(t)$  и  $Q(t)$  непрерывные функции. Нужно построить графики изменения численности войск армии X и армии У для следующих случаев:

1. Модель боевых действий между регулярными войсками
2. Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

## Выполнение лабораторной работы

---

Вариант 36

### **1 Построение модели боевых действий между регулярными войсками**

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

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

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 у 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 У в течение одного дня.

модель боевых действий между регулярными войсками:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -0,401x(t) - 0,707y(t) + \sin(8t) \\ \frac{dy}{dt} &= -0,606x(t) - 0,502y(t) + \cos(6t)\end{aligned}$$

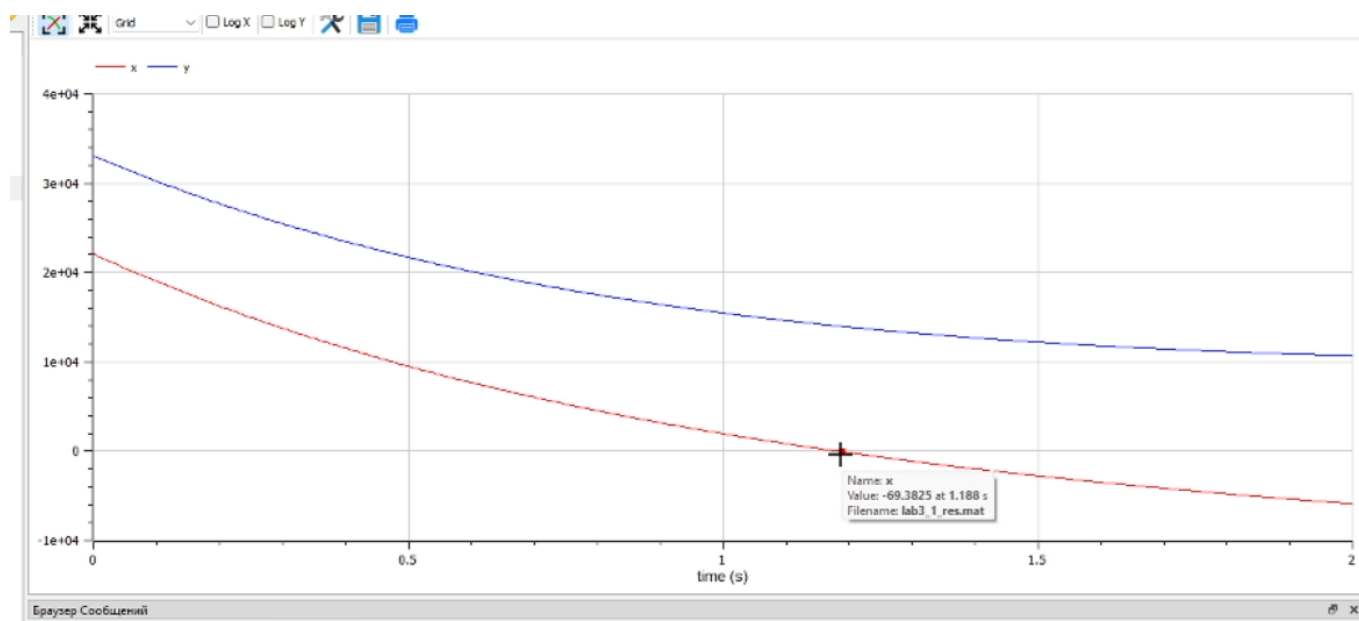
Чтобы построить модель, я написал следующий код:

```

1  model lab3_1
2      parameter Real a = 0.401;
3      parameter Real b = 0.707;
4      parameter Real c = 0.606;
5      parameter Real h = 0.502;
6      parameter Real x0 = 22022;
7      parameter Real y0 = 33033;
8      Real x(start=x0);
9      Real y(start=y0);
10
11  equation
12      der(x)=-a*x-b*y+sin(0*time);
13      der(y)=-c*x-h*y+cos(6*time);
14
15  end lab3_1;

```

и получил след график:



примерно на 1.18s мы видим что численность армия X становится отрицательным, в этот момент армия Y побеждает.

## 2 Построение модели боевых действий между регулярными войсками с партизанскими отрядами

В этом 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: модель боевых действий между регулярными войсками:

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

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

модель боевых действий между регулярными войсками с партизанскими отрядами в моем варианте:

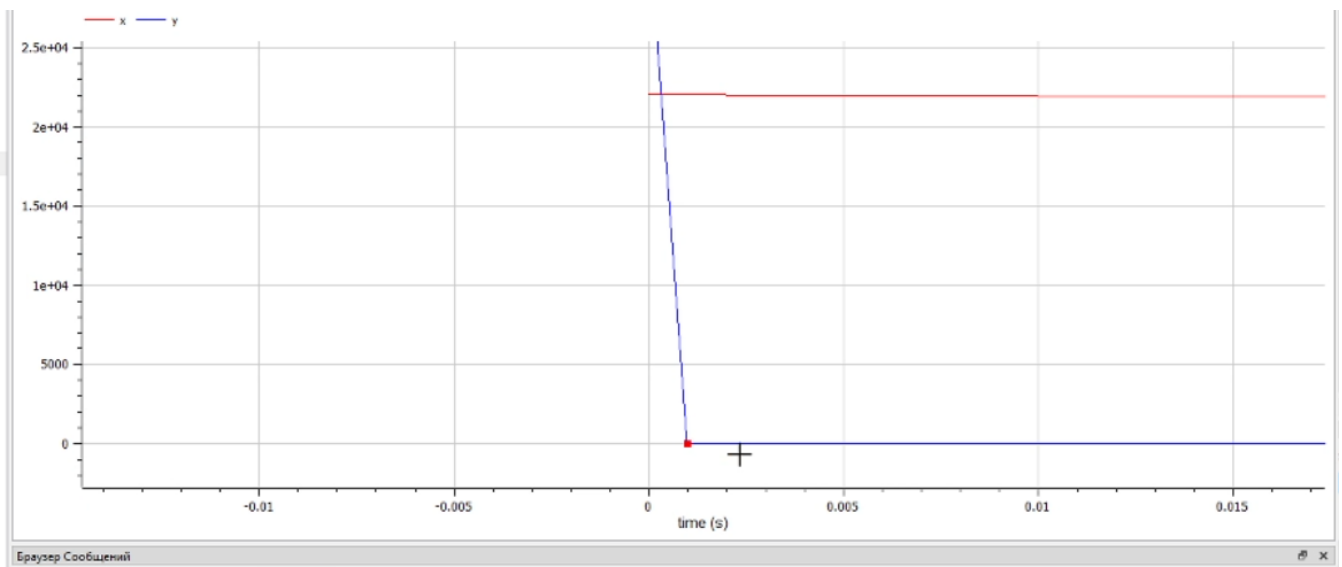
$$\frac{dx}{dt} = -0,343x(t) - 0,895y(t) + 2\sin(2t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,699x(t)y(t) - 0,433y(t) + 2\cos(t)$$

Чтобы построить модель, я написал следующий код:

```
1 model lab3_2
2   parameter Real a = 0.343;
3   parameter Real b = 0.895;
4   parameter Real c = 0.699;
5   parameter Real h = 0.433;
6   parameter Real x0 = 22022;
7   parameter Real y0 = 33033;
8   Real x(start=x0);
9   Real y(start=y0);
10
11 equation
12   der(x)=-a*x-b*y+2*sin(2*time);
13   der(y)=-c*x*y-h*y+2*cos(ttime);
14
15 end lab3_2;
```

и получил след график:



примерно на 0.002s мы видим что численность армия Y становится близок к 0, в этот момент армия X почти побеждает.

## Выводы

После завершения данной лабораторной работы - я научился выполнять построения математических моделей: Модель боевых действий между регулярными войсками, Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов в OpenModelica.

# Список литературы

---

1. Кулябов, Д.С. - модель боевых действий