

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: Поляков Арсений Андреевич

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 31 050 человек, а в распоряжении страны У армия численностью в 20 002 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 35

### **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:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -0,25x(t) - 0,74y(t) + \sin(t + 5) \\ \frac{dy}{dt} &= -0,64x(t) - 0,55y(t) + \cos(t + 6)\end{aligned}$$

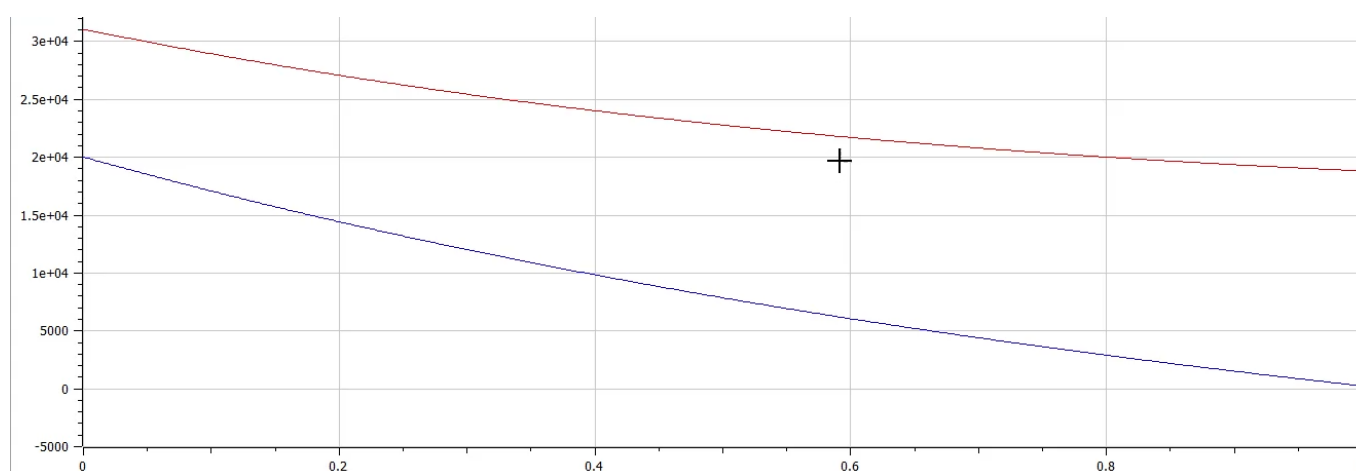
Чтобы построить модель, я написал следующий код:

```

model lab03
  parameter Real a = 0.25;
  parameter Real b = 0.74;
  parameter Real c = 0.64;
  parameter Real h = 0.55;
  parameter Real x0 = 31050;
  parameter Real y0 = 20002;
  Real x(start=x0);
  Real y(start=y0);
equation
  der(x)=-a*x-b*y+sin(time+5);
  der(y)=-c*x-h*y+cos(time+6);
end lab03;

```

и получил след график:



Мы видим что численность армии Y уменьшается гораздо быстрее, получается армия X 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:

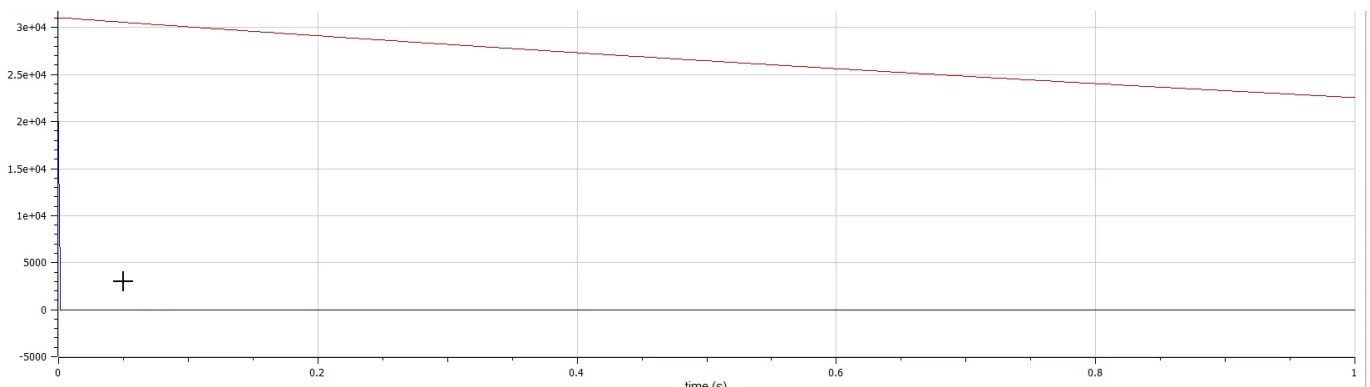
$$\frac{dx}{dt} = -0,32x(t) - 0,89y(t) + 2\sin(10t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,51x(t)y(t) - 0,62y(t) + 2\cos(10t)$$

Чтобы построить модель, я написал следующий код:

```
model lab03_2
  parameter Real a = 0.32;
  parameter Real b = 0.89;
  parameter Real c = 0.51;
  parameter Real h = 0.62;
  parameter Real x0 = 31050;
  parameter Real y0 = 20002;
  Real x(start=x0);
  Real y(start=y0);
equation
  der(x)=-a*x-b*y+2*sin(10*time);
  der(y)=-c*x*y-h*y+2*cos(10*time);
end lab03_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. - Задача о погоне