

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: Попов Дмитрий Павлович

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

Вариант 67

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 44 200 человек, а в распоряжении страны У армия численностью в 54 100 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

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:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -0,312x(t) - 0,456y(t) + \sin(t + 3) \\ \frac{dy}{dt} &= -0,256x(t) - 0,34y(t) + \cos(t + 7)\end{aligned}$$

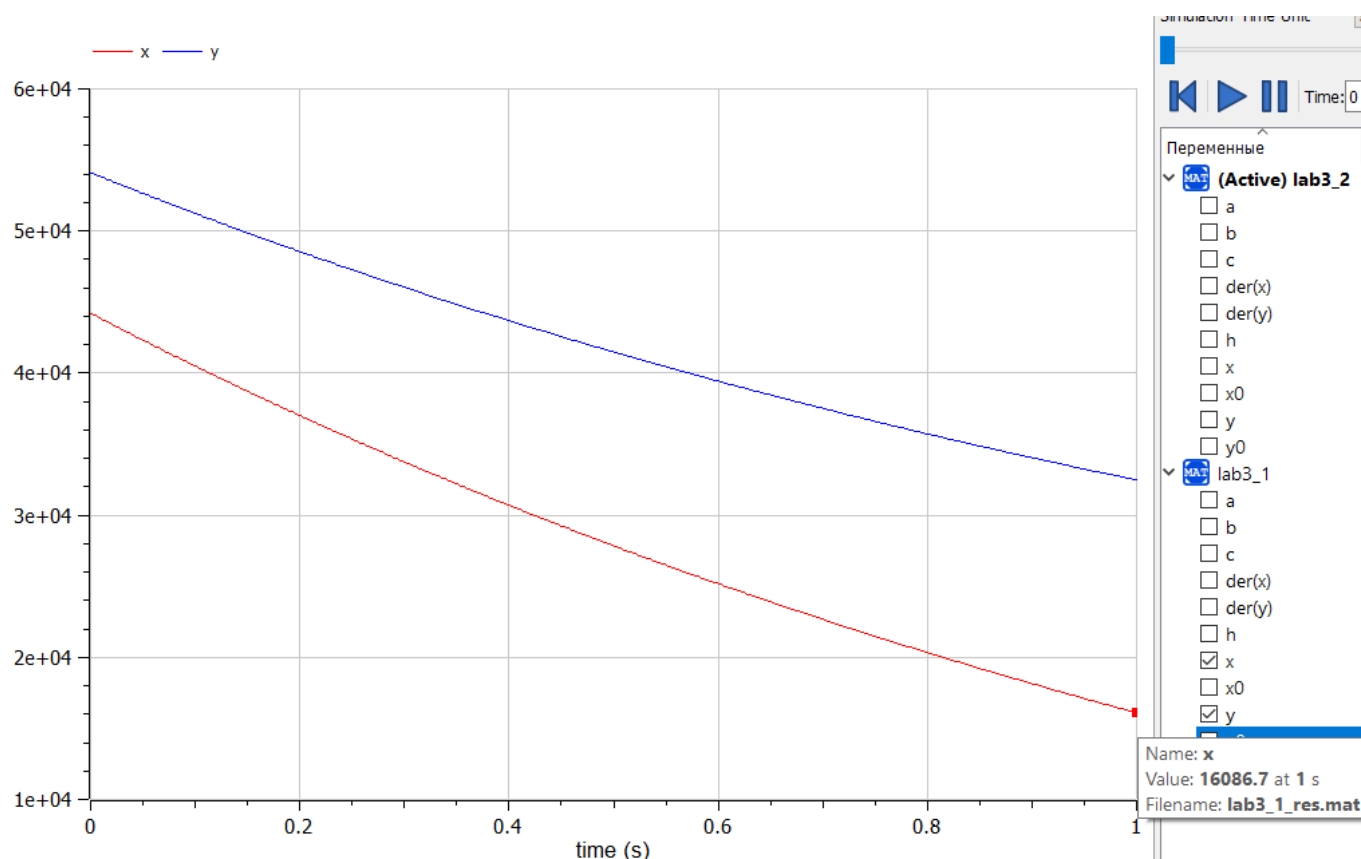
Чтобы построить модель, я написал следующий код:

```

1  model lab3_1
2    parameter Real a = 0.312;
3    parameter Real b = 0.456;
4    parameter Real c = 0.256;
5    parameter Real h = 0.34;
6    parameter Real x0 = 44200;
7    parameter Real y0 = 54100;
8    Real x(start=x0);
9    Real y(start=y0);
10  equation
11    der(x)=-a*x-b*y+sin(time+3);
12    der(y)=-c*x-h*y+cos(time+7);
13  end lab3_1;
14

```

и получил следующий график:



Мы видим что численность армия X быстрее станет равной 0, чем армия Y, если продолжится такая тенденция.

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:

$$\frac{dx}{dt} = -0,318x(t) - 0,615y(t) + |\cos(8t)|$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,312x(t)y(t) - 0,512y(t) + |\sin(6t)|$$

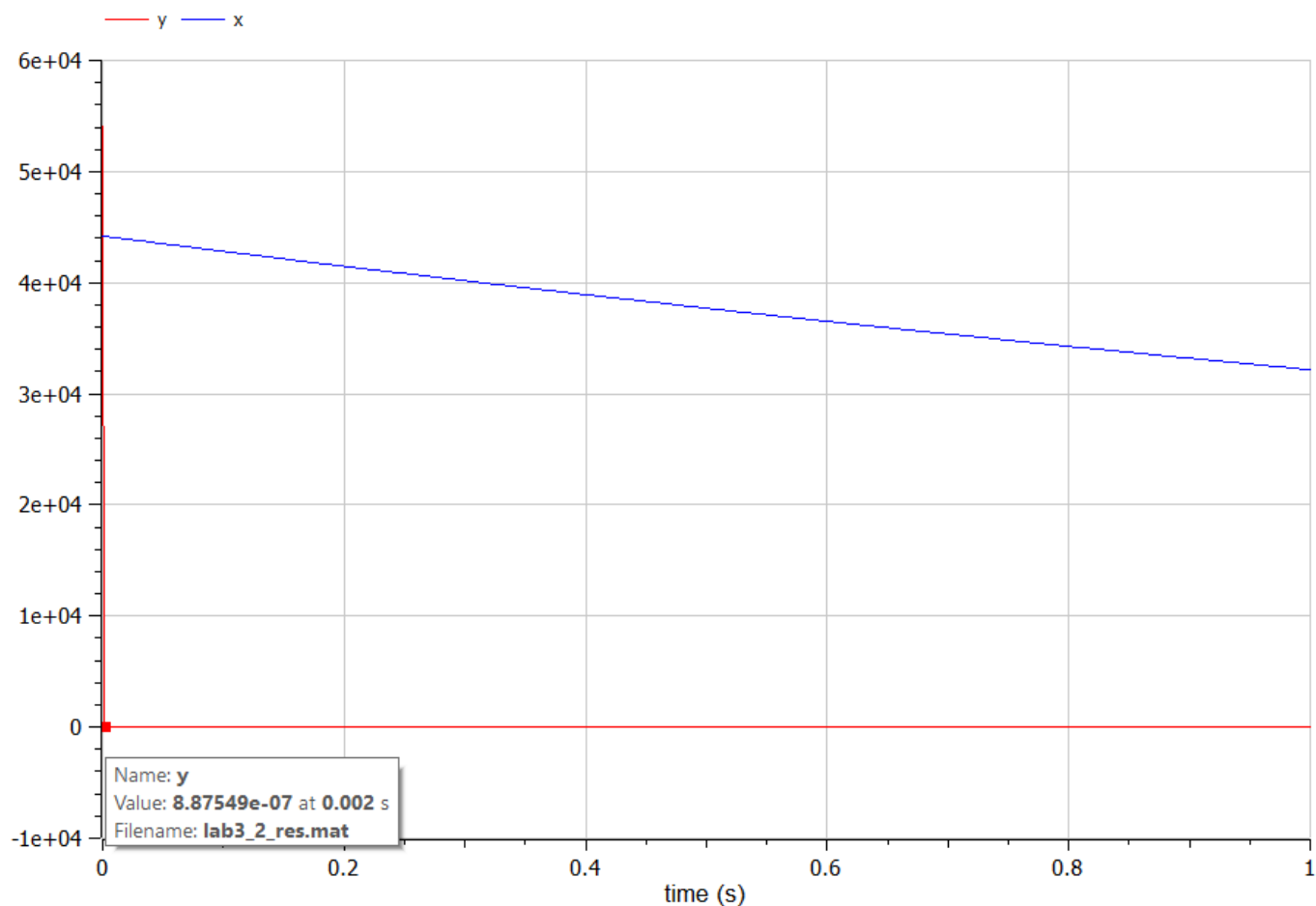
Чтобы построить модель, я написал следующий код:

```

1  model lab3_2
2    parameter Real a = 0.318;
3    parameter Real b = 0.615;
4    parameter Real c = 0.312;
5    parameter Real h = 0.512;
6    parameter Real x0 = 44200;
7    parameter Real y0 = 54100;
8    Real x(start=x0);
9    Real y(start=y0);
10  equation
11    der(x)=-a*x-b*y+abs(cos(8*time));
12    der(y)=-c*x*y-h*y+abs(sin(6*time));
13  end lab3_2;
14

```

и получил следующий 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