

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: Серенко Данил Сергеевич

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, оптимизировать и анализировать сложные физические системы.

Условия задачи

Вариант - 20

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 27 300 человек, а в распоряжении страны У армия численностью в 20 400 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 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 У в течение одного дня.

Модель боевых действий между регулярными войсками описывается следующими уравнениями:

1. Модель боевых действий между регулярными войсками

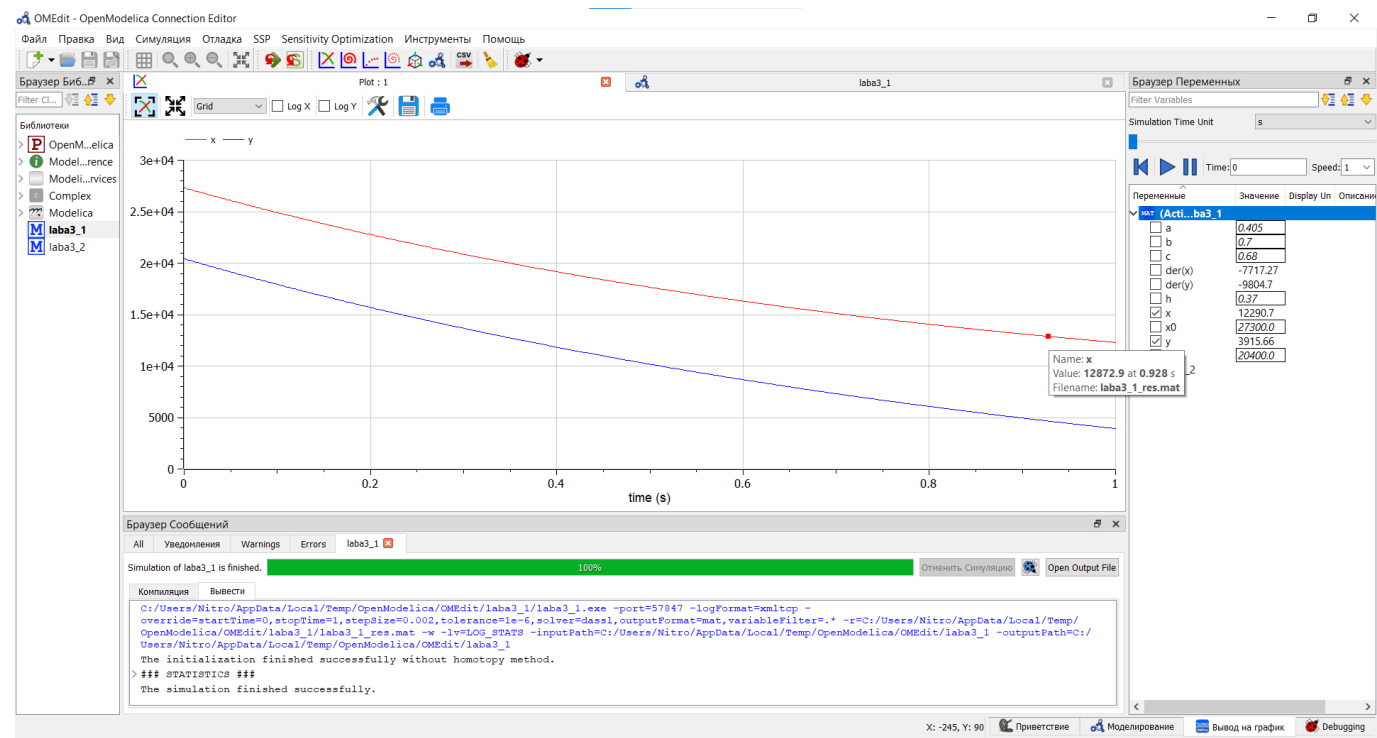
$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -0,405x(t) - 0,7y(t) + \sin(t + 8) + 1 \\ \frac{dy}{dt} &= -0,68x(t) - 0,37y(t) + \cos(t + 6) + 1\end{aligned}$$

Для построения модели мы используем следующий скрипт:

1...elica
...rence
i...rvices
ex
ica
1
2

1 model laba3_1
2 parameter Real a = 0.405;
3 parameter Real b = 0.7;
4 parameter Real c = 0.68;
5 parameter Real h = 0.37;
6 parameter Real x0 = 27300;
7 parameter Real y0 = 20400;
8 Real x(start=x0);
9 Real y(start=y0);
10 equation
11 der(x)=-a*x-b*y+sin(time+8)+1;
12 der(y)=-c*x-h*y+cos(time+6)+1;
13 end laba3_1;

В итоге получаем следующий график:



Мы видим, что армия страны Y быстрее достигнет нуля, чем армия X, следовательно страна Y проиграет в войне.

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:

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

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

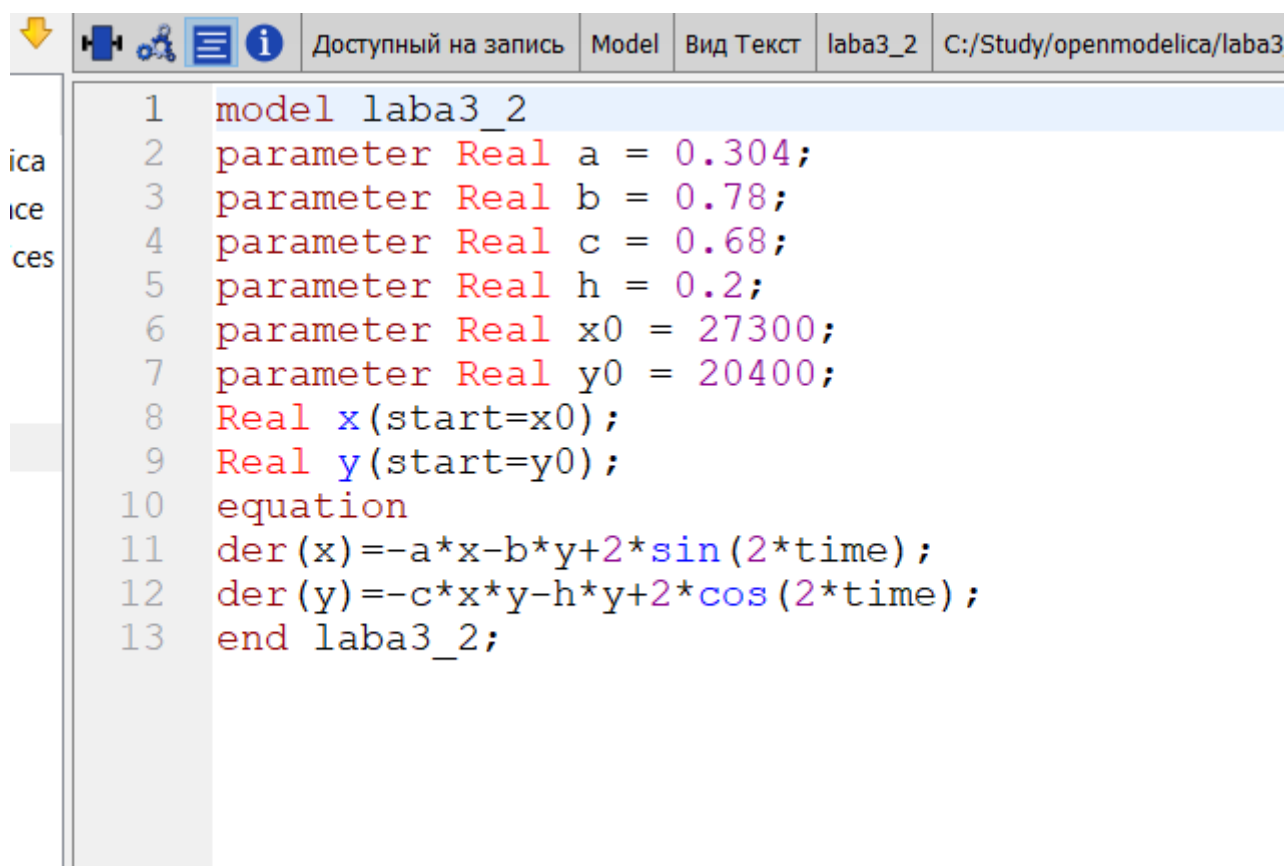
Модель боевых действий между регулярными войсками с партизанскими отрядами в нашем варианте варианте:

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

$$\frac{dx}{dt} = -0,304x(t) - 0,78y(t) + 2\sin(2t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,68x(t)y(t) - 0,2y(t) + 2\cos(2t)$$

Для построения модели мы используем следующий скрипт:



The screenshot shows the OpenModelica IDE interface. The top toolbar includes icons for file operations, simulation, and help. The menu bar shows 'Доступный на запись' (Available for writing), 'Model', 'Вид Текст' (Text View), 'laba3_2', and the file path 'C:/Study/openmodelica/laba3'. The main editor window displays the following Modelica script:

```

1 model laba3_2
2   parameter Real a = 0.304;
3   parameter Real b = 0.78;
4   parameter Real c = 0.68;
5   parameter Real h = 0.2;
6   parameter Real x0 = 27300;
7   parameter Real y0 = 20400;
8   Real x(start=x0);
9   Real y(start=y0);
10  equation
11    der(x)=-a*x-b*y+2*sin(2*time);
12    der(y)=-c*x*y-h*y+2*cos(2*time);
13  end laba3_2;
  
```

В итоге получаем следующий график:



Мы видим, что практически сразу армия страны Y достигает нуля, следовательно победу в войне одержит страна X.

Выводы

Мы научились 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