

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: Щепелева Марина Евгеньевна

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 - 39

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 21 050 человек, а в распоряжении страны У армия численностью в 8 900 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 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. Модель 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 описывается следующими уравнениями:

1. Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -0,32x(t) - 0,74y(t) + 2|\sin(t)| \\ \frac{dy}{dt} &= -0,44x(t) - 0,52y(t) + 2|\cos(t)|\end{aligned}$$

Для построения модели мы используем следующий скрипт:

```

1 model lab3_1
2 parameter Real a = 0.32;
3 parameter Real b = 0.74;
4 parameter Real c = 0.44;
5 parameter Real h = 0.52;
6 parameter Real x0 = 21050;
7 parameter Real y0 = 8900;
8 Real x(start=x0);
9 Real y(start=y0);
10 equation
11 der(x)=-a*x-b*y+2*abs(sin(time));
12 der(y)=-c*x-h*y+2*abs(cos(time));
13 end lab3_1;

```

Браузер Сообщений

Simulation of lab3_1 is finished. 100%

Отменить Симуляцию Open Output File

Конфигурация Вывести

```

C:\Users\Nitro\AppData\Local\Temp\OpenModelica\OMEdit\lab3_1\lab3_1.exe -port=62765 -logFormat=xmltcp -
override=startTime=0,stopTime=1,stepSize=0.002,tolerance=1e-6,solver=dassl,outputFormat=mat,variableFilter=.* -r=C:\Users\Nitro\AppData\Local\Temp\OpenModelica\OMEdit\lab3_1\lab3_1_res.mat -
w -lv=LOG_STATS -inputPath=C:\Users\Nitro\AppData\Local\Temp\OpenModelica\OMEdit\lab3_1 -outputPath=C:\Users\Nitro\AppData\Local\Temp\OpenModelica\OMEdit\lab3_1
The initialization finished successfully without homotopy method.
> ### STATISTICS ###
The simulation finished successfully.

```

В итоге получаем следующий график:



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

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

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 неизбежно, 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 ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов в нашем варианте варианте:

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

$$\frac{dx}{dt} = -0,39x(t) - 0,84y(t) + |\sin(2t)|$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,42x(t)y(t) - 0,49y(t) + |\cos(2t)|$$

Для построения модели мы используем следующий скрипт:

```

1 model lab3_2
2   parameter Real a = 0.39;
3   parameter Real b = 0.84;
4   parameter Real c = 0.42;
5   parameter Real h = 0.49;
6   parameter Real x0 = 21050;
7   parameter Real y0 = 8900;
8   Real x(start=x0);
9   Real y(start=y0);
10  equation
11    der(x)=-a*x-b*y+abs(sin(2*time));
12    der(y)=-c*x*y-h*y+abs(cos(2*time));
13  end lab3_2;
14

```

Браузер Сообщений

Simulation of lab3_2 is finished. 100%

Отменить Симуляцию Open Output File

Копировать Вывести

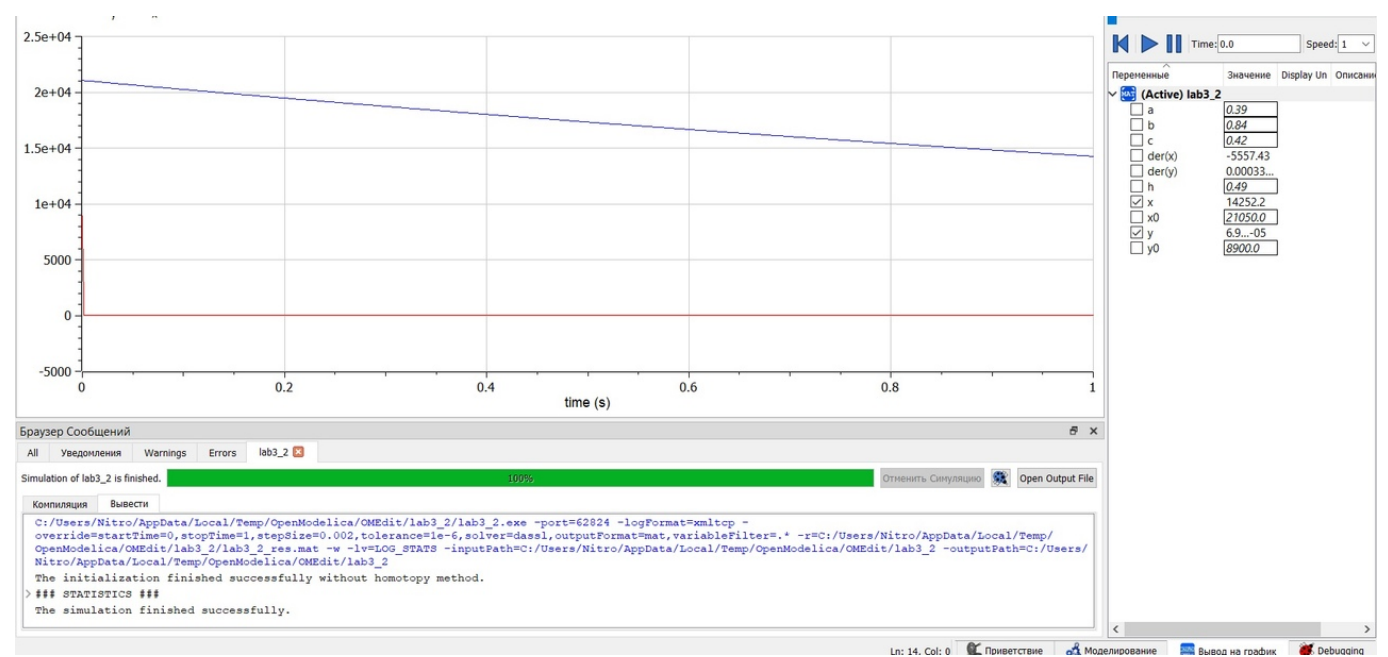
```

C:/Users/Nitro/AppData/Local/Temp/OpenModelica/OMEdit/lab3_2/lab3_2.exe -port=62824 -logFormat=xmltsp -
override=startTime=0,stopTime=1,stepSize=0.002,tolerance=1e-6,solver=dassl,outputFormat=mat,variableFilter=.* -r=C:/Users/Nitro/AppData/Local/Temp/OpenModelica/OMEdit/lab3_2/lab3_2_res.mat -
w -lv LOG_STATS -inputPath=C:/Users/Nitro/AppData/Local/Temp/OpenModelica/OMEdit/lab3_2 -outputPath=C:/Users/Nitro/AppData/Local/Temp/OpenModelica/OMEdit/lab3_2
The initialization finished successfully without homotopy method.
> ### STATISTICS ###
The simulation finished successfully.

```

Ln: 14, Col: 0 Приветствие Моделирование Вывод на график Debugging 20:32

В итоге получаем следующий график:



Мы видим, что армия страны Y быстро достигла 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