

Лабораторная работа 3

Меньшов Константин Эдуардович, НФИбд-02-19

Содержание

Цель работы	1
Теоретическое введение	1
Условия задачи	2
Выполнение лабораторной работы	2
Выводы	5
Список литературы	5

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: Меньшов Константин Эдуардович

Группа: НФИбд-02-19

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 - 43

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 227 000 человек, а в распоряжении страны У армия численностью в 139 000 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

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

photo

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

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

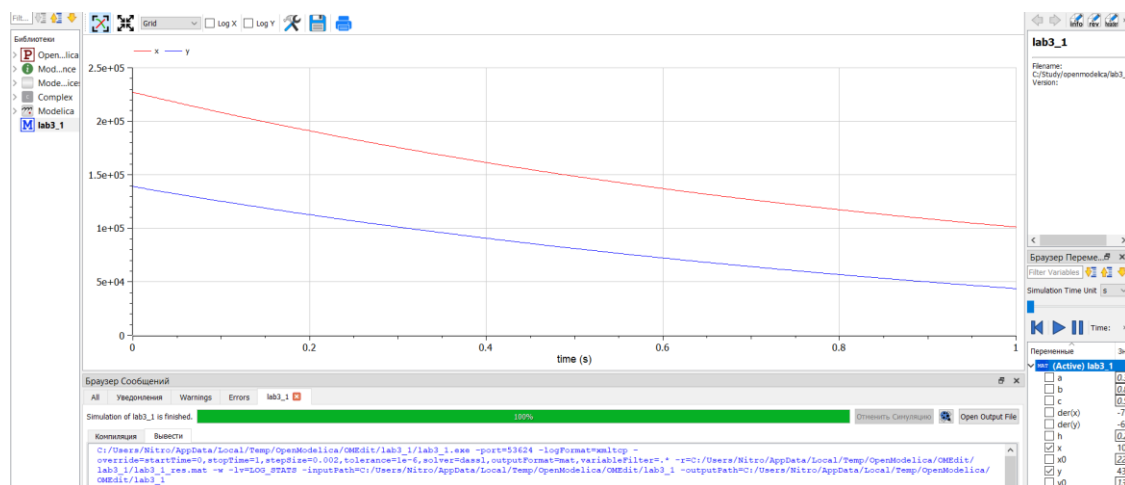
photo

Для построения модели мы используем следующий скрипт:

```
1 model lab3_1
2 parameter Real a = 0.34;
3 parameter Real b = 0.87;
4 parameter Real c = 0.51;
5 parameter Real h = 0.2;
6 parameter Real x0 = 227000;
7 parameter Real y0 = 139000;
8 Real x(start=x0);
9 Real y(start=y0);
10 equation
11 der(x)=-a*x-b*y+sin(time)+2;
12 der(y)=-c*x-h*y+2*abs(cos(time));
13 end lab3_1;
14
```

photo

В итоге получаем следующий график:



photo

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:

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

photo

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

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

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -0,304x(t) - 0,78y(t) + 2\sin(2t) \\ \frac{dy}{dt} &= -0,68x(t)y(t) - 0,2y(t) + 2\cos(2t)\end{aligned}$$

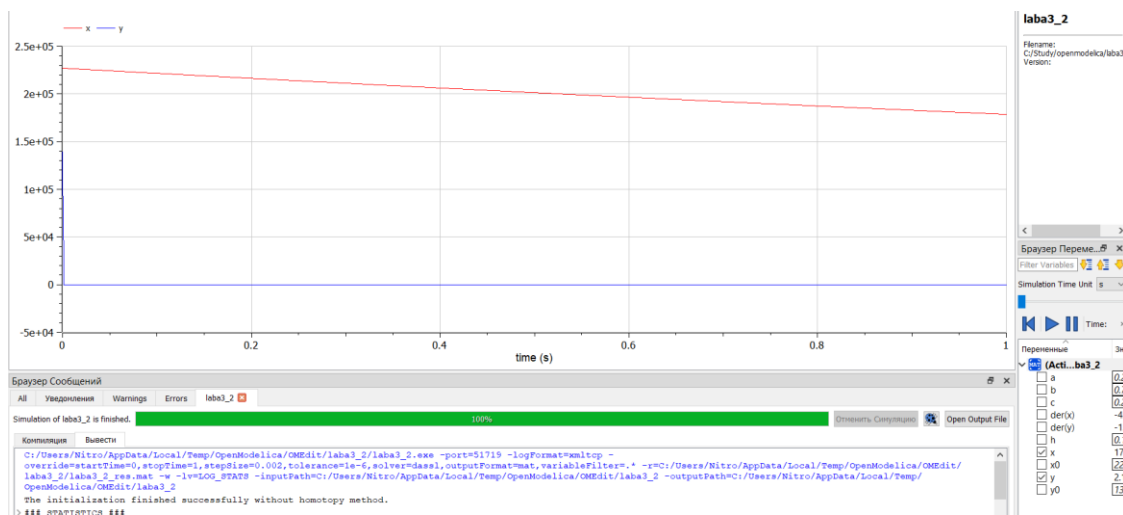
photo

Для построения модели мы используем следующий скрипт:

```
1  model laba3_2
2  parameter Real a = 0.24;
3  parameter Real b = 0.75;
4  parameter Real c = 0.28;
5  parameter Real h = 0.18;
6  parameter Real x0 = 227000;
7  parameter Real y0 = 139000;
8  Real x(start=x0);
9  Real y(start=y0);
10 equation
11 der(x)=-a*x-b*y+sin(8*time)+1;
12 der(y)=-c*x*y-h*y+2*cos(time);
13 end laba3_2;
14
```

photo

В итоге получаем следующий график:



photo

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