

Отчет по лабораторной работе №3

Модель боевых действий

Лебедев Ярослав Борисович

2022 Feb 25th

Содержание

Цель работы	3
Задание	4
Теоретическое введение	5
Выполнение лабораторной работы	7
Выводы	9
Список литературы	10

Цель работы

Постройте графики изменения численности войск армии X и армии Y для двух случаев.
Для этого написать программы в OpenModelica

Задание

Вариант 15. 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 250 000 человек, а в распоряжении страны У армия численностью в 380 000 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

$$\frac{dx}{dt} = -0,4x(t) - 0,607y(t) + 2\sin(3t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,667x(t) - 0,42y(t) + 2\cos(6t)$$

Задание 1

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

$$\frac{dx}{dt} = -0,337x(t) - 0,733y(t) + \sin(2t) + 1$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,29x(t)y(t) - 0,8y(t) + 2\cos(t)$$

Задание 2

Теоретическое введение

Рассмотрим некоторые простейшие модели боевых действий – модели Ланчестера. В противоборстве могут принимать участие как регулярные войска, так и партизанские отряды. В общем случае главной характеристикой соперников являются численности сторон. Если в какой-то момент времени одна из численностей обращается в нуль, то данная сторона считается проигравшей (при условии, что численность другой стороны в данный момент положительна). Рассмотрим три случая ведения боевых действий: 1. Боевые действия между регулярными войсками 2. Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов 3. Боевые действия между партизанскими отрядами

В первом случае численность регулярных войск определяется тремя факторами: * скорость уменьшения численности войск из-за причин, не связанных с боевыми действиями (болезни, травмы, дезертирство); * скорость потерь, обусловленных боевыми действиями противоборствующих сторон (что связано с качеством стратегии, уровнем вооружения, профессионализмом солдат и т.п.); * скорость поступления подкрепления (задаётся некоторой функцией от времени).

В этом случае модель боевых действий между регулярными войсками описывается следующим образом (рис.1)

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t) \\ \frac{dy}{dt} &= -c(t)x(t) - h(t)y(t) + Q(t)\end{aligned}\tag{1}$$

Рис.1. Боевые действия между регулярными войсками

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 Y в течение одного дня.

Во втором случае в борьбу добавляются партизанские отряды. Нерегулярные войска в отличие 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 (рис.2):

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t) \\ \frac{dy}{dt} &= -c(t)x(t)y(t) - h(t)y(t) + Q(t)\end{aligned}\tag{2}$$

Рис.2. Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов

В этой системе все величины имеют тот же смысл, что и в системе (1). Модель ведения боевых действий между партизанскими отрядами с учетом предположений, сделанном в предыдущем случае, имеет вид (рис.3):

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -a(t)x(t) - b(t)x(t)y(t) + P(t) \\ \frac{dy}{dt} &= -h(t)y(t) - c(t)x(t)y(t) + Q(t)\end{aligned}\tag{3}$$

Рис.3. Боевые действия между партизанскими отрядами

Выполнение лабораторной работы

Работу я выполнял в OpenModelica. Для решения поставленной задачи необходимо было написать программы для двух случаев. Программа для первого случая выглядит следующим образом (рис.4)

```
1 model lab03part1
2   Real x(start=250000);
3   Real y(start=380000);
4   Real t = time;
5   equation
6     der(x)=-0.4*x-0.607*y+2*sin(3*t);
7     der(y)=-0.667*x-0.42*y+2*cos(6*t);
8   end lab03part1;
9
```

Рис.4. Программа для первого случая

Результаты симуляции для первого случая получились следующие(рис.5)

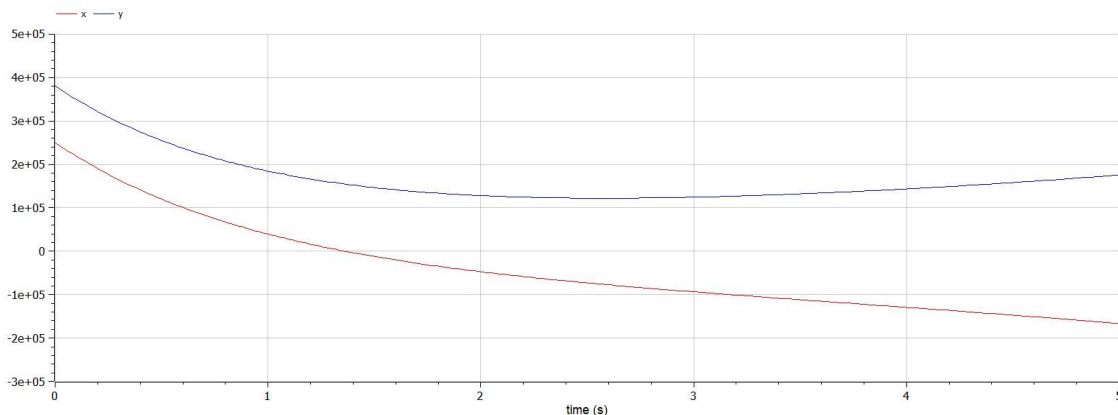


Рис.5. Результаты симуляции для первого случая

Программа для второго случая выглядит следующим образом (рис.6)

```
1 model lab03part2
2   Real x(start=250000);
3   Real y(start=380000);
4   Real t = time;
5   equation
6     der(x)=-0.337*x-0.733*y+sin(2*t)+1;
7     der(y)=-0.29*x*y-0.8*y+2*cos(t);
8   end lab03part2;
9
```

Рис.6. Программа для второго случая

Результаты симуляции для второго случая получились следующие(рис.7)

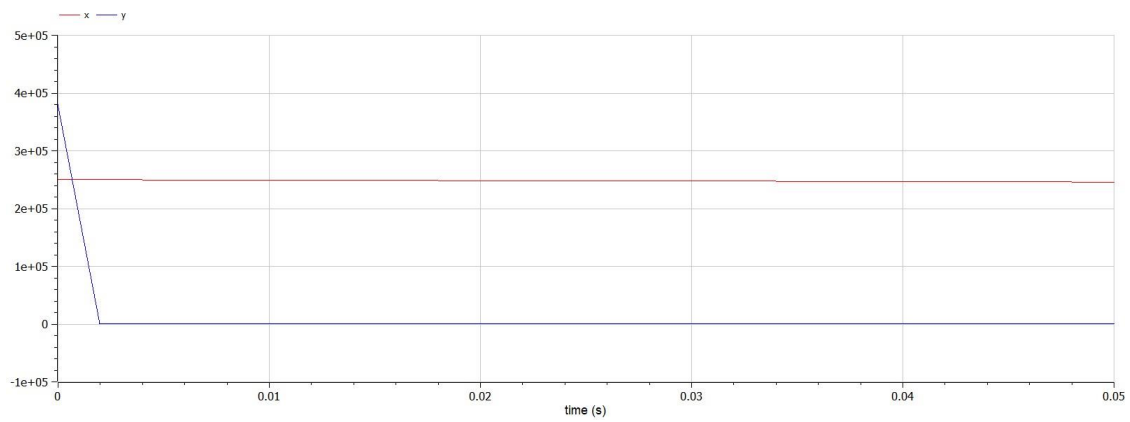


Рис.7. Результаты симуляции для второго случая

Выводы

Написаны программы в OpenModelica для двух случаев ведения боевых действий.
Построены графики изменения численности войск армии X и армии У для двух случаев.

Список литературы

1. Методические материалы курса
2. Законы Осипова — Ланчестера (URL:
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%8B_%D0%9E%D1%81%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%E2%80%94%D0%9B%D0%B0%D0%BD%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0)