

Отчет по лабораторной работе 3

Модель боевых действий

Шалыгин Георгий Эдуардович

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Теоретическое введение	7
3.1	Постановка задачи	7
3.2	Виды моделей	7
3.2.1	Модель боевых действий между регулярными войсками . .	7
3.2.2	Боевые действия с участием регулярных войск и партизан- ских отрядов	8
3.2.3	Боевые действия между партизанскими отрядами	8
4	Выполнение лабораторной работы	10
5	Выводы	16
	Список литературы	17

Список иллюстраций

4.1	Уравнения для боевых действий между регулярными войсками .	10
4.2	Код для первой модели	11
4.3	График для первой модели	11
4.4	Модель в openmodelica	12
4.5	Результаты моделирования в openmodelica	12
4.6	Уравнения для боевых действий между регулярными войсками и партизанами	13
4.7	Код для второй модели	13
4.8	Начальные значения во второй модели	13
4.9	Результат моделирования в julia	14
4.10	Код для второй модели	14
4.11	График модели	15

Список таблиц

1 Цель работы

Изучить построение математической модели боевых действий.

2 Задание

1. Построить модель боевых действий между регулярными войсками
2. Построить модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов.
3. Построить графики

3 Теоретическое введение

3.1 Постановка задачи

Между страной X и страной Y 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 30 000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 17 000 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты a b c h постоянны. Также считаем $P(t)$ и $Q(t)$ непрерывные функции.

Подробнее в [1].

3.2 Виды моделей

3.2.1 Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\frac{dx}{dt} = -ax(t) - by(t) + P(t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -cx(t) - hy(t) + Q(t)$$

Потери, не связанные с боевыми действиями, описывают члены $-a(t)x(t)$ и $-h(y)y(t)$, члены $-b(y)y(t)$ 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

х соответственно, a, h - 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.

Подробнее в [2].

3.2.2 Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов

$$\frac{dx}{dt} = -ax(t) - by(t) + P(t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -cx(t)y(t) - hy(t) + Q(t)$$

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.

Подробнее в [2].

3.2.3 Боевые действия между партизанскими отрядами

Модель ведение боевых действий между партизанскими отрядами с учетом предположений, сделанном в предыдущем случае, имеет вид:

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

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

Подробнее в [2].

4 Выполнение лабораторной работы

1. Вариант 27, начальные значения: $x(0) = 88000$, $y(0) = 99000$.
2. Рассмотрим модель боевых действий между регулярными войсками, заданная системой (fig. 4.1):

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -0,45x(t) - 0,55y(t) + \sin(t + 15) \\ \frac{dy}{dt} &= -0,58x(t) - 0,45y(t) + \cos(t + 3)\end{aligned}$$

Рис. 4.1: Уравнения для боевых действий между регулярными войсками

3. Зададим систему и начальные условия на Julia (fig. 4.2).

```

function F!(du, u, p, t)
    du[1] = -0.45u[1] - 0.55u[2] + sin(t+15)
    du[2] = -0.58u[1] - 0.45u[2] + cos(t+3)
end

Problem with uType Vector{Float64} and tType Float64
espan: (0.0, 3.0)
2-element Vector{Float64}:
000.0
000.0

begin
    u₀ = [88000.0, 99000.0]
    T = (0.0, 3.0)
    prob = ODEProblem(F!, u₀, T)
end

```

Рис. 4.2: Код для первой модели

4. Построим график изменения численности (fig. 4.3)

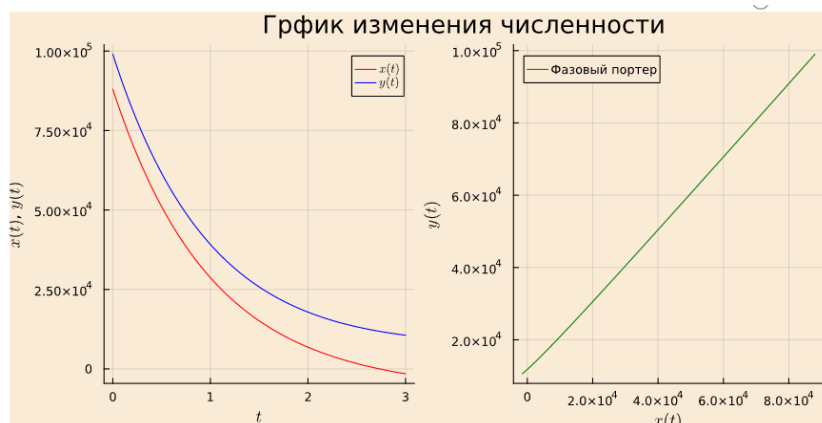


Рис. 4.3: График для первой модели

5. Теперь зададим модель в Oremodelica (fig. 4.4).

```

1  model d
2
3  Real x;
4  Real y;
5  Real a = 0.45;
6  Real b = 0.55;
7  Real c = 0.58;
8  Real d = 0.45;
9  Real t = time;
10 initial equation
11 x = 99000.0;
12 y = 88000.0;
13 equation
14 der(x) = -a*x - b*y + sin(t+15.0);
15 der(y) = -c*x - d*y + cos(t+3.0);
16
17
18 end d;

```

Рис. 4.4: Модель в openmodelica

6. Построим график (fig. 4.5).

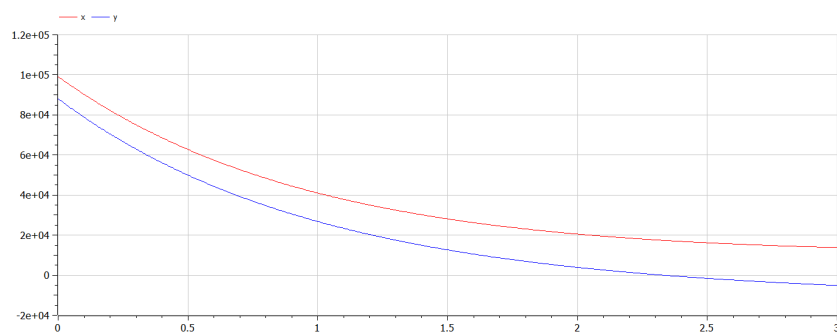


Рис. 4.5: Результаты моделирования в openmodelica

7. Оба графика показывают, что первая армия проигрывает.
8. Рассмотрим модель боевых действий между регулярными войсками и партизанами, заданная системой (fig. 4.6):

$$\frac{dx}{dt} = -0,38x(t) - 0,67y(t) + \sin(7t) + 1$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,57x(t)y(t) - 0,39y(t) + \cos(8t) + 1$$

Рис. 4.6: Уравнения для боевых действий между регулярными войсками и партизанами

9. Система уравнений в Julia (fig. 4.7).

```
function F!(du, u, p, t)
    du[1] = -0.38u[1] - 0.67u[2] + sin(7t) + 1
    du[2] = -0.57u[1]u[2] - 0.39u[2] + cos(8t) + 1
end
```

Рис. 4.7: Код для второй модели

10. Зададим начальные значения (fig. 4.8)

```
• begin
•     u₀ = [88000.0, 99000.0]
•     T = (0.0, 3.0)
•     prob = ODEProblem(F!, u₀, T)
• end
```

Рис. 4.8: Начальные значения во второй модели

11. Построим графики (fig. 4.9)

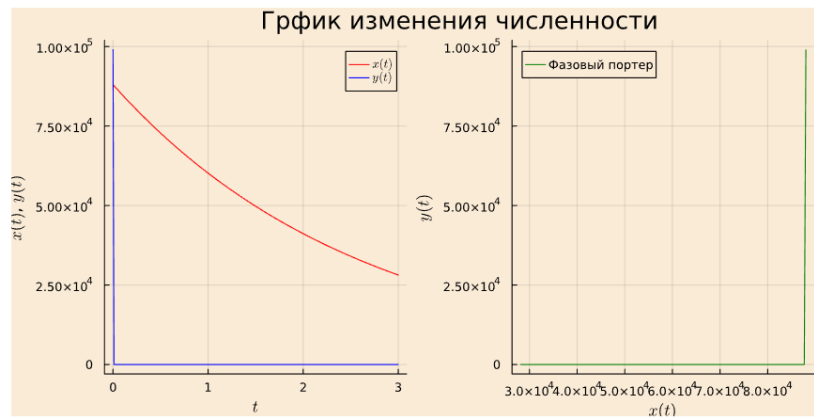


Рис. 4.9: Результат моделирования в julia

12. Та же модель в openmodelica (fig. 4.10)

```

1 model d
2
3 Real x;
4 Real y;
5 Real a = 0.38;
6 Real b = 0.67;
7 Real c = 0.57;
8 Real d = 0.39;
9 Real t = time;
10 initial equation
11 x = 99000.0;
12 y = 88000.0;
13 equation
14 der(x) = -a*x - b*y + sin(7.0*t)+1;
15 der(y) = -c*x*y - d*y + cos(8.0*t) + 1;
16
17
18 end d;
```

Рис. 4.10: Код для второй модели

13. И результаты моделирования (fig. 4.11)

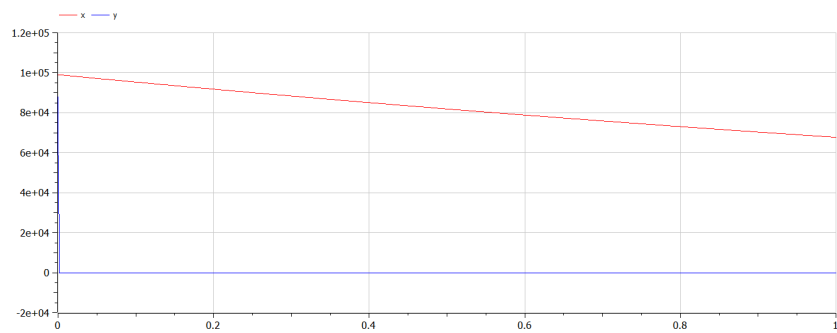


Рис. 4.11: График модели

14. Вторая модель в обоих случаях показывает, что вторая армия сразу уничтожается, модель, скорее всего, не соответствует реальности.

5 Выводы

В итоге были рассмотрены две модели боевых действий. С использованием Julia и OpenModelica построены графики изменения численности войск.

Список литературы

1. Вентцель Е. С. М.Ю.Г. Лихтерев Я. М. Основы теории боевой эффективности и исследования операций. 1-е изд. The Pragmatic Bookshelf, 1961. 524 с.
2. Helmbold R.L. Osipov: The «Russian Lanchester». European Journal of Operations Research. 1993.