

Лабораторная работа №3

Модель боевых действий

Сунгурова Мариян Мухсиновна

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Теоретическое введение	7
4	Выполнение лабораторной работы	8
4.1	Построение численного решения при помощи языка программирования Julia	8
4.2	Построение численного решения при помощи OpenModelica . . .	12
5	Выводы	15
	Список литературы	16

Список иллюстраций

4.1	График 1 Julia	10
4.2	График 2 Julia	11
4.3	График 3 OpenModelica	13
4.4	График 4 OpenModelica	14

Список таблиц

1 Цель работы

Построить и проанализировать модель боевых действий, используя Julia и OpenModelica

2 Задание

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 44 000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 33 000 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 Y для следующих случаев: 1. Модель боевых действий между регулярными войсками 2. Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

3 Теоретическое введение

Моделирование боевых и военных действий является важнейшей научной и практической задачей, направленной на предоставление командованию количественных оснований для принятия решений. Первые модели боя были разработаны в годы первой мировой войны, а в настоящее время они получили широкое распространение в связи с массовым внедрением средств автоматизации. Большой вклад в развитие моделей боя внесен специалистами Вычислительного центра им. А. А. Дородницына. В частности, П. С. Краснощеков и А. А. Петров описали динамику боя в пространстве, представив модель перемещения линии фронта. Ю. Н. Павловским предложен способ учета морального фактора в уравнении равенства сил квадратичной модели боя.

Уравнения Осипова – Ланчестера можно записать в виде:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -a_y * y^p * x^q \\ \frac{dy}{dt} = -a_x * x^p * y^q \end{cases}$$

где $x(t)$ – численности войск первой (второй) стороны в момент времени t ; a_x (a_y) – эффективность огня первой (второй) стороны (число поражаемых целей противника в единицу времени)¹; p и q – параметры степени.

4 Выполнение лабораторной работы

4.1 Построение численного решения при помощи языка программирования Julia

Рассмотрим случай двух регулярных армий

Коэффициент смертности, не связанный с боевыми действиями у первой армии 0,55, у второй 0,8. Коэффициенты эффективности первой и второй армии 0,8 и 0,35 соответственно.

Функция, описывающая подход подкрепление первой армии, $P(t) = \sin t + 1$, подкрепление второй армии описывается функцией $Q(t) = \cos 2t$.

Тогда получим следующую систему, описывающую противостояние между регулярными войсками X и Y:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0,55x(t) - 0,8y(t) + \sin t + 1 \\ \frac{dy}{dt} = -0,8x(t) - 0,35y(t) + \cos 2t \end{cases}$$

Зададим начальные условия:

$$\begin{cases} x_0 = 44000 \\ y_0 = 33000 \end{cases}$$

В Julia начальные условия задаются следующим образом:

`x0 = 44000`


```
y0 = 33000  
p1 = [0.55, 0.8, 0.8, 0.35 ]  
tspan = (0, 1)
```

Система ОДУ и соответствующая задача Коши, заданные при помощи функции

```
function f1(u, p, t)  
    x, y = u  
    a, b, c, h = p  
    dx = -a*x-b*y + sin(t) + 1  
    dy = -c*x - h*y + cos(2*t)  
    return [dx, dy]  
end
```

```
prob_1 = ODEProblem(f1, [x0, y0], tspan, p1)
```

Решение при помощи функции solve:

```
sol_1 = solve(prob_1, Tsit5())
```

Построение соответствующего графика(рис. 4.1).

```
plot(sol_1, title="Модель боевых действий между регулярными войсками", label  
= ["Армия X" "Армия Y"], xaxis = "Время", yaxis="Численность")
```

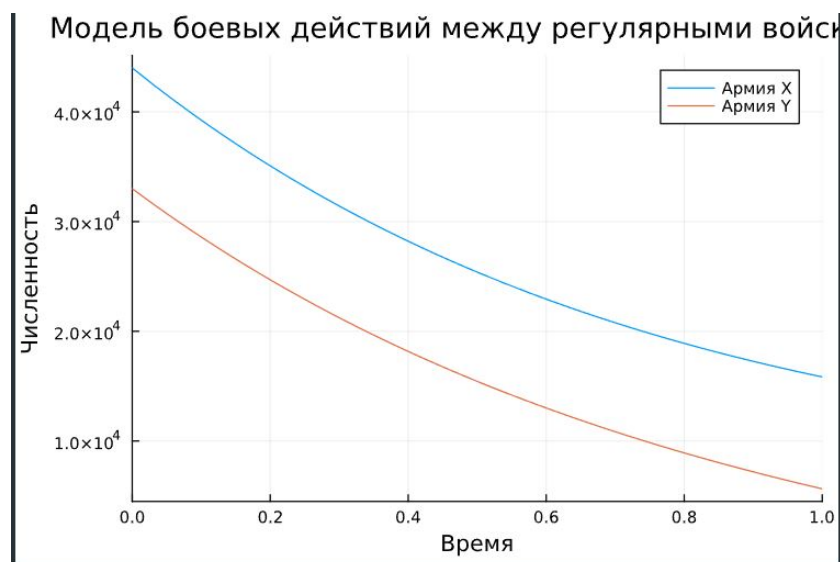


Рис. 4.1: График 1 Julia

Рассмотрим боевые действия с участием регулярной армии и партизанских отрядов

Рассмотрим следующую систему:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0,43x(t) - 0,79y(t) + \sin 2t + 1 \\ \frac{dy}{dt} = -0,79x(t) - 0,23y(t) + \cos 2t \end{cases}$$

Зададим начальные условия:

$$\begin{cases} x_0 = 44000 \\ y_0 = 33000 \end{cases}$$

В Julia начальные условия задаются следующим образом:

```
x0 = 44000
y0 = 33000
p2 = [0.43, 0.79, 0.79, 0.23]
tspan = (0, 0.1)
```

Система ОДУ и соответствующая задача Коши, заданные при помощи функции

```

function f2(u, p, t)
    x, y = u
    a, b, c, h = p
    dx = -a*x - b*y + sin(2*t) + 1
    dy = -c*x - h*y + cos(2*t)
    return [dx, dy]
end

```

```

prob_2 = ODEProblem(f2, [x0, y0], tspan, p2)

```

Решение при помощи функции solve:

```

sol_2 = solve(prob_2, Tsit5())

```

Построение соответствующего графика(рис. 4.2).

```

plot(sol_2, title="Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов", label = ["Армия X" "Армия Y"], xaxis = "Время", yaxis="Численность")

```

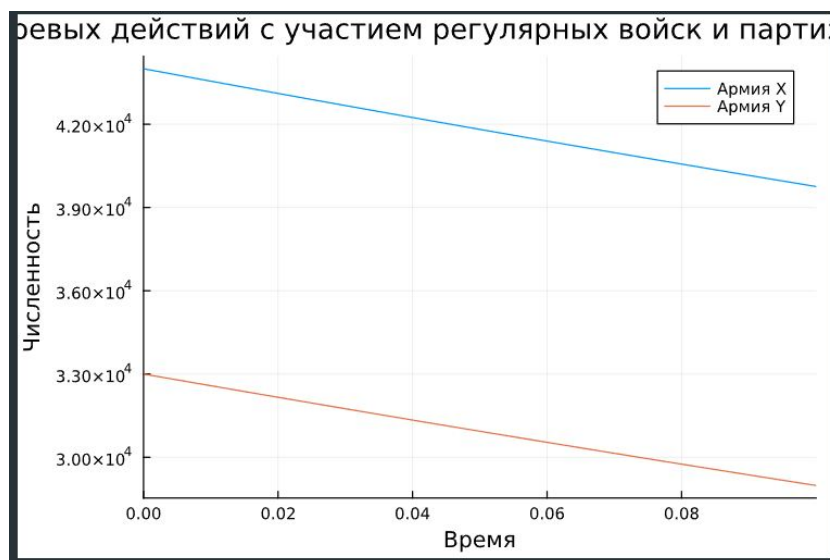


Рис. 4.2: График 2 Julia

4.2 Построение численного решения при помощи OpenModelica

Реализуем те же модели при помощи OpenModelica.

Для случая регулярных армий код будет выглядеть следующим образом:

```
model lab3
  Real x(start=44000);
  Real y(start=33000);
  Real p;
  Real q;

  parameter Real a=0.55;
  parameter Real b=0.8;
  parameter Real c=0.8;
  parameter Real h=0.35;

  equation
    der(x) = -a*x-b*y + p;
    der(y) = -c*x -h*y +q;
    p = sin(time)+1;
    q = cos(2*time);

end lab3;
```

График, построенный в результате симуляции модели lab3(рис. 4.3).

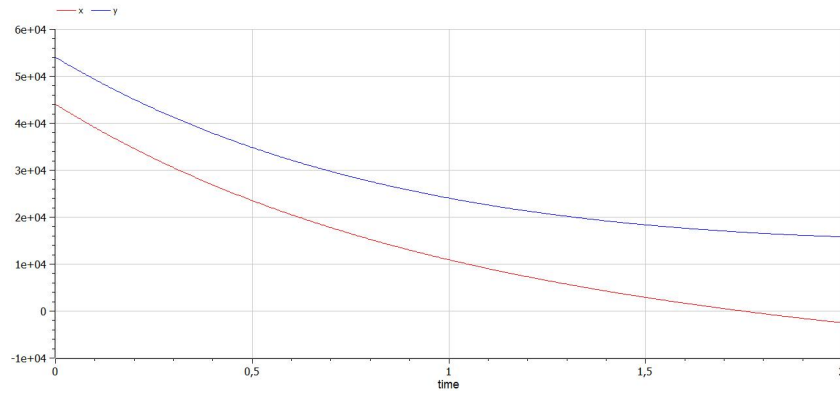


Рис. 4.3: График 3 OpenModelica

Для случая регулярных армий и партизанских отрядов

```

model lab3_
  Real x(start=44000);
  Real y(start=33000);
  Real p;
  Real q;

  parameter Real a=0.43;
  parameter Real b=0.79;
  parameter Real c=0.79;
  parameter Real h=0.23;

  equation
    der(x) = -a*x-b*y + p;
    der(y) = -c*x -h*y +q;
    p = sin(2*time)+1;
    q = cos(2*time);

end lab3_;

```

График для модели lab3_(рис. 4.4).

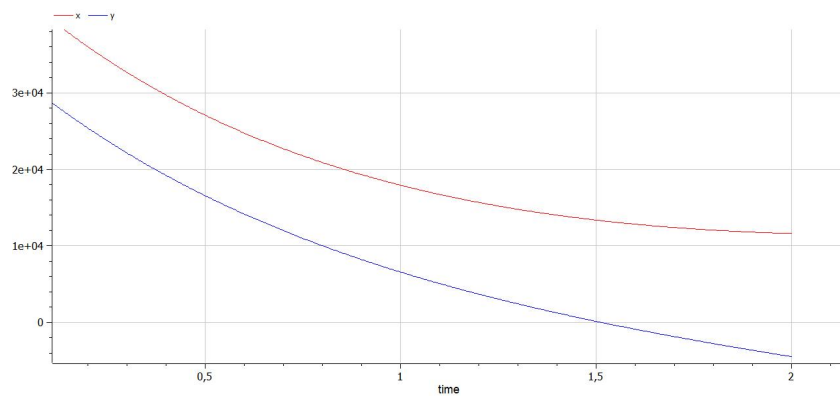


Рис. 4.4: График 4 OpenModelica

5 Выводы

В результате выполнения данной лабораторной работы были созданы и проанализированы модели боевых действий(для двух случаев: с партизанским отрядом и без), а также построены графики по результатам их симуляций. В процессе были также получены навыки использования я.п. Julia и OpenModelica.

Список литературы