

Лабораторная работа №3

Модель боевых действий

Сунгурова М. М.

24 февраля 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Сунгурова Мариян Мухсиновна
- студентка группы НКНбд-01-21
- Российский университет дружбы народов

Вводная часть

- Создать модели боевых действий
- Проанализировать результаты симуляций

- Язык программирования `Julia` и его библиотеки
- `Open Modelica`

выполнение лабораторной

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: - Модель боевых действий между регулярными войсками - Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

- 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 численного решения при помощи языка программирования Julia

- Построение соответствующего графика(рис. (fig:001?)).
- `plot(sol_1, title="Модель боевых действий между регулярными войсками", label = ["Армия X" "Армия Y"], xaxis = "Время", yaxis="Численность")`

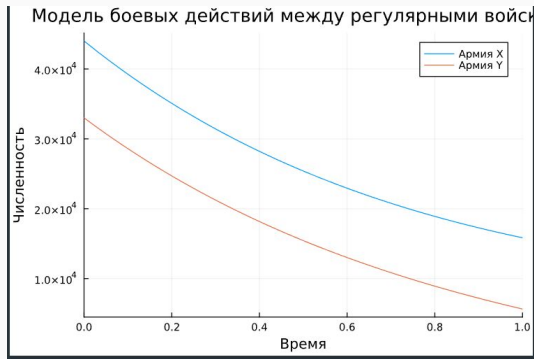


Рис. 1: График 1 Julia

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 численного решения при помощи языка программирования Julia

Построение соответствующего графика(рис. (fig:002?)).

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

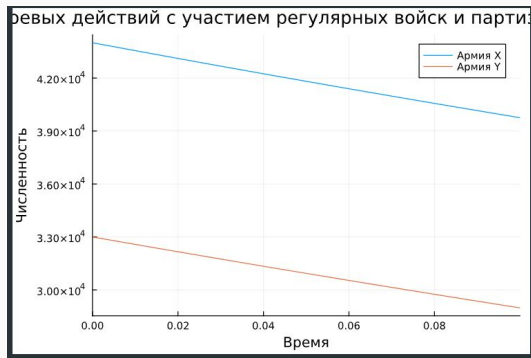


Рис. 2: График 2 Julia

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;
```

График, построенный в результате симуляции модели lab3(рис. (fig:003?)).

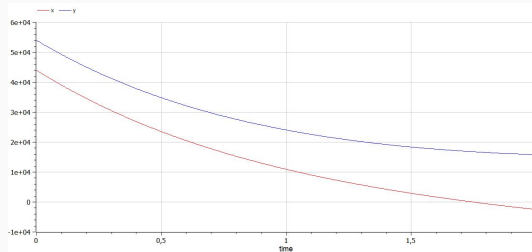


Рис. 3: График 3 OpenModelica


```
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;
```

График для модели lab3_(рис. (fig:004?)).

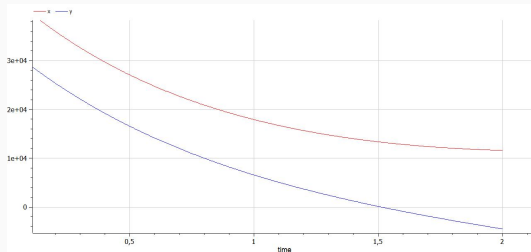


Рис. 4: График 4 OpenModelica

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

1. Корепанов В.О., Чхартишвили А.Г., Шумов В.В. Базовые модели боевых действий.