

Лабораторная работа 3

Задача об армиях

Саттарова Вита Викторовна

Содержание

1	Цель работы	4
2	Задание	5
3	Теоретическое введение	6
4	Выполнение лабораторной работы	8
	Список литературы	14

List of Figures

3.1	Формулы 1	7
3.2	Формулы 2	7
4.1	Задача модель 1 Julia	8
4.2	Код график 1 Julia	9
4.3	график 1 Julia	9
4.4	Задача модель 2 Julia	10
4.5	Код график 2 Julia	10
4.6	график 2 Julia	11
4.7	Задача модель 1 OpenModelica	11
4.8	Код график 1 OpenModelica	12
4.9	Задача модель 2 OpenModelica	12

1 Цель работы

Построить 2 модели боевых действий: между регулярными войсками и между регулярными войсками с участием партизанских отрядов, 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 32 000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 12 000 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

$$\frac{dx}{dt} = -0,34x(t) - 0,744y(t) + |\cos(t + 5)|$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,51x(t) - 0,52y(t) + |\sin(t + 10)|$$

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

$$\frac{dx}{dt} = -0,299x(t) - 0,788y(t) + \cos(4t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,311x(t)y(t) - 0,466y(t) + \sin(0,5t)$$

Вариант 66 Задание. (рис. fig. ??)

3 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 два случая ведения боевых действий: 1. Боевые действия между регулярными войсками 1. Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов

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. fig. 3.1)

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

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

Figure 3.1: Формулы 1

Потери, не связанные с боевыми действиями, описывают члены $-a(t)x(t)$ и $-h(t)y(t)$, члены $-b(t)x(t)$ и $-c(t)y(t)$ 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. (рис. fig. 3.1) |

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

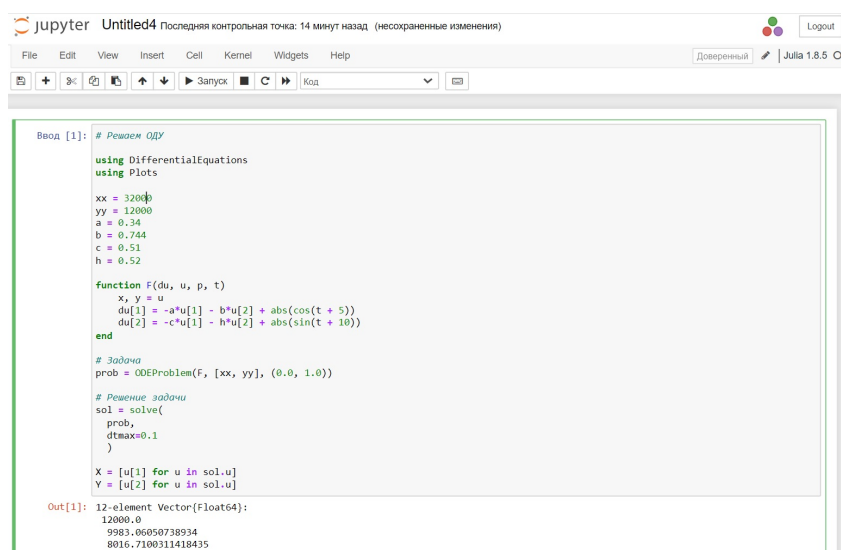
$$\frac{dy}{dt} = -c(t)x(t) - h(t)y(t) + Q(t)$$

Figure 3.2: Формулы 2

Более подробно см. в справочнике на сайте ТУИС на странице курса “Математическое моделирование” [1].

4 Выполнение лабораторной работы

1. Написала код задачи для модели 1 на Julia. (рис. fig. 4.1)



```
Ввод [1]: # Решаем ОДУ
using DifferentialEquations
using Plots

xx = 32000
yy = 12000
a = 0.34
b = 0.744
c = 0.51
h = 0.52

function F(du, u, p, t)
    x, y = u
    du[1] = -a*u[1] + b*u[2] + abs(cos(t + 5))
    du[2] = -c*u[1] - h*u[2] + abs(sin(t + 10))
end

# Задача
prob = ODEProblem(F, [xx, yy], (0.0, 1.0))

# Решение задачи
sol = solve(
    prob,
    dtmax=0.1
)

X = [u[1] for u in sol.u]
Y = [u[2] for u in sol.u]

Out[1]: 12-element Vector{Float64}:
 12000.0
 9983.96050738934
 8016.7100311418435
```

Figure 4.1: Задача модель 1 Julia

1. Создала график для модели 1. (рис. fig. 4.2)


```

Ввод [5]: plt = plot(
    dpi=300,
    title="Модель боевых действий между регулярными войсками",
    legend=true)

plot!(
    plt,
    sol.t,
    X,
    xlabel="Время",
    ylabel="Войска",
    label="Армия 1",
    color=:red)
plot!(
    plt,
    sol.t,
    Y,
    label="Армия 2",
    color=:blue)
plt

```

Figure 4.2: Код график 1 Julia

1. Сам график. (рис. fig. 4.3)

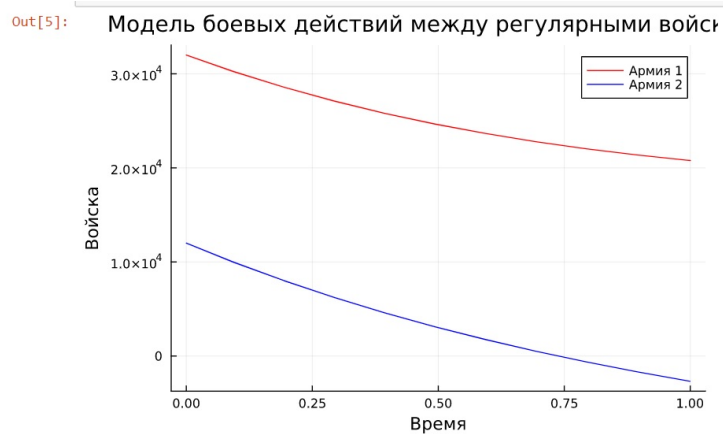


Figure 4.3: график 1 Julia

1. Написала код задачи для модели 2 на Julia. (рис. fig. 4.4)

```

Ввод [6]: # Решаем ОДУ

using DifferentialEquations
using Plots

xx = 32000
yy = 12000
a = 0.299
b = 0.788
c = 0.311
h = 0.466

function F(du, u, p, t)
    x, y = u
    du[1] = -a*u[1] - b*u[2] + cos(t * 4)
    du[2] = -c*u[1]*u[2] - h*u[2] + sin(t * 0.5)
end

# Задача
prob = ODEProblem(F, [xx, yy], (0.0, 1.0))

# Решение задачи
sol = solve(
    prob,
    dtmax=0.1
)

X = [u[1] for u in sol.u]
Y = [u[2] for u in sol.u]

Out[6]: 89-element Vector{Float64}:
 12000.0
 3983.2309529097297
2422.0693211319904
1066.1551305278413
 544.7393708255802

```

Figure 4.4: Задача модель 2 Julia

1. Создала график для модели 2. (рис. fig. 4.5)

```

Ввод [7]: plt = plot(
    dpi=300,
    title="Модель боевых действий между регулярными и партизанскими войсками",
    legend=true)

plot!(
    plt,
    sol.t,
    X,
    xlabel="Время",
    ylabel="Войска",
    label="Армия 1",
    color=:red)

plot!(
    plt,
    sol.t,
    Y,
    label="Армия 2",
    color=:blue)

plt

```

Figure 4.5: Код график 2 Julia

1. Сам график. (рис. fig. 4.6)

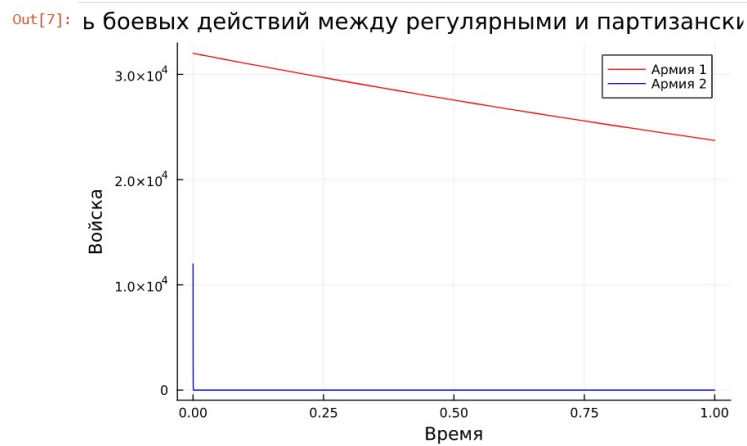


Figure 4.6: график 2 Julia

1. Написала код задачи для модели 1 на OpenModelica. (рис. fig. 4.7)

```

1 model Lab31
2 Real x;
3 Real y;
4 Real a = 0.34;
5 Real b = 0.744;
6 Real c = 0.51;
7 Real h = 0.52;
8 initial equation
9 x = 32000;
10 y = 12000;
11 equation
12 der(x) = - a*x - b*y + abs(cos(time + 5));
13 der(y) = - c*x - h*y + abs(sin(time + 10));
14 end Lab31;
15

```

Figure 4.7: Задача модель 1 OpenModelica

1. Создала график для модели 1. (рис. fig. 4.8)

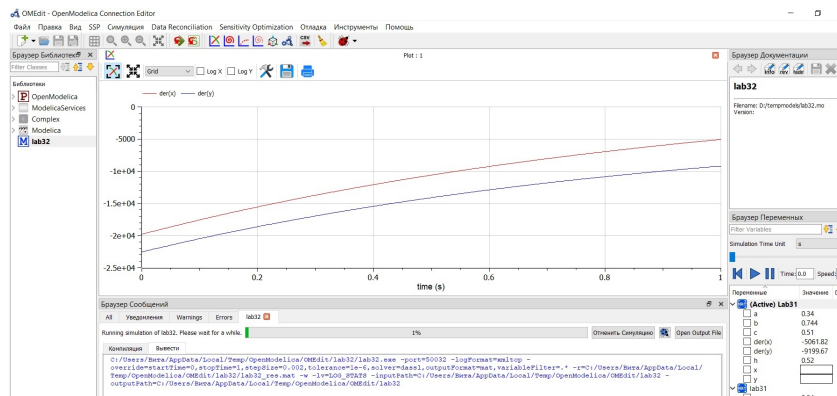


Figure 4.8: Код график 1 OpenModelica

1. Написала код задачи для модели 2 на OpenModelica. (рис. fig. 4.9)

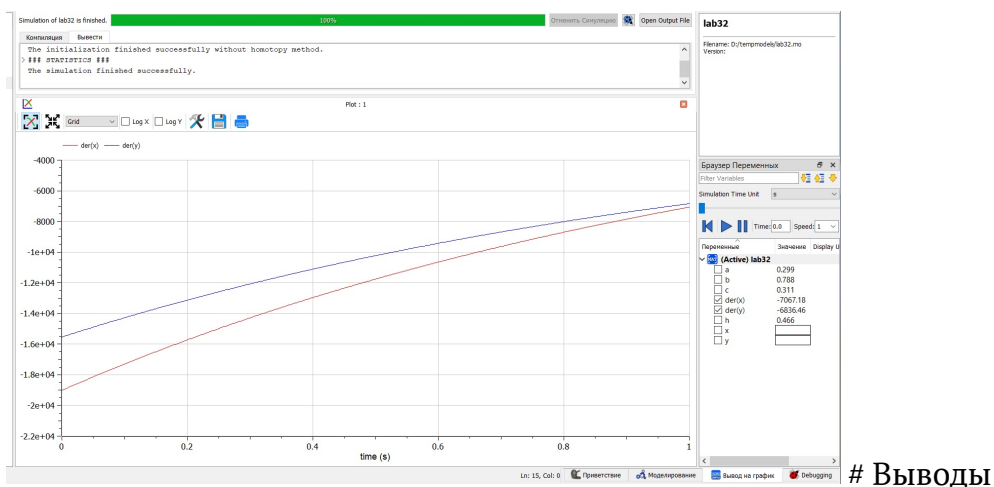
```

1 model lab32
2   Real x;
3   Real y;
4   Real a = 0.299;
5   Real b = 0.788;
6   Real c = 0.311;
7   Real h = 0.466;
8   initial equation
9     x = 32000;
10    y = 12000;
11  equation
12    der(x) = - a*x - b*y + cos(time * 4);
13    der(y) = - c*x - h*y + sin(time + 0.5);
14  end lab32;
15

```

Figure 4.9: Задача модель 2 OpenModelica

1. Создала график для модели 2. (рис. fig. ??)



Выводы

В результате работы удалось создать 2 модели боевых действий на Julia и OpenModelica, изобразить изменение количества войск на графиках.

Список литературы

[1] Справочная информация для лабораторной работы 3 в ТУИС на курсе “Математическое моделирование” URL: https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1971652/mod_resource/content/1/