

# РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Габриэль Тьерри

МОСКВА 2023 г.

## Содержание

Цель работы .....	1
Задание .....	1
Теоретическое введение .....	2
Выполнение лабораторной работы .....	2
Реализация на Julia .....	2
Выводы .....	7

## Цель работы

Изучить и отработать навыки работы с языками программирования Julia и Openmodelica. Освоить основные библиотеки данных языков для решения дифференциальных уравнений и построения графиков. Закрепить на практике полученные знания. Решить математическую задачу моделирования боевых действий.

## 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 **80000**, а в распоряжении страны  $Y$  армия численностью **60000** 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.

$$\frac{dx}{dt} = -0.21x(t) - 0.855y(t) + \sin(t) + 2$$

$$\frac{dy}{dt} = -0.455x(t) - 0.32y(t) + \cos(t) + 2$$

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

$$\frac{dx}{dt} = -0.267x(t) - 0.687y(t) + \text{abs}(\sin(2t))$$
$$\frac{dy}{dt} = -0.349x(t)y(t) - 0.49y(t) + 2\text{abs}(\cos(t))$$

## Теоретическое введение

**Julia** — высокоуровневый высокопроизводительный свободный язык программирования с динамической типизацией, созданный для математических вычислений. Эффективен также и для написания программ общего назначения. Синтаксис языка схож с синтаксисом других математических языков (например, MATLAB и Octave), однако имеет некоторые существенные отличия. Julia написан на Си, С++ и Scheme. Имеет встроенную поддержку многопоточности и распределённых вычислений, реализованные в том числе в стандартных конструкциях.[1]

**Законы Ланчестера (законы Осипова — Ланчестера)** — математическая формула для расчета относительных сил пары сражающихся сторон — подразделений вооруженных сил. В статье «Влияние численности сражающихся сторон на их потери», опубликованной журналом «Военный сборник» в 1915 году, генерал-майор Корпуса военных топографов М. П. Осипов описал математическую модель глобального вооружённого противостояния, практически применяемую в военном деле при описании убыли сражающихся сторон с течением времени и, входящую в математическую теорию исследования операций, на год опередив английского математика Ф. У. Ланчестера. Мировая война, две революции в России не позволили новой власти заявить в установленном в научной среде порядке об открытии царского офицера.

## Выполнение лабораторной работы

Для моделирования данной задачи используем языки Julia и пакеты DifferentialEquations, Plots.

### Реализация на Julia

```
begin
    import Pkg
    Pkg.add("LaTeXStrings")
    Pkg.activate()
    using DifferentialEquations
    using LaTeXStrings
    import Plots
end
```

```

begin
    X0 = 80000.0
    Y0 = 60000.0
    a = 0.21
    b = 0.855
    c = 0.455
    h = 0.32
end

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

begin
    U0 = [X0, Y0]
    T = [0.0, 2.0]
    prob = ODEProblem(F!, U0, T)
end

sol = solve(prob, saveat = 0.05)

begin
    Time = sol.t
    const X = Float64[]
    const Y = Float64[]
    for u in sol.u
        x, y = u
        push!(X, x)
        push!(Y, y)
    end
    X, Y
end

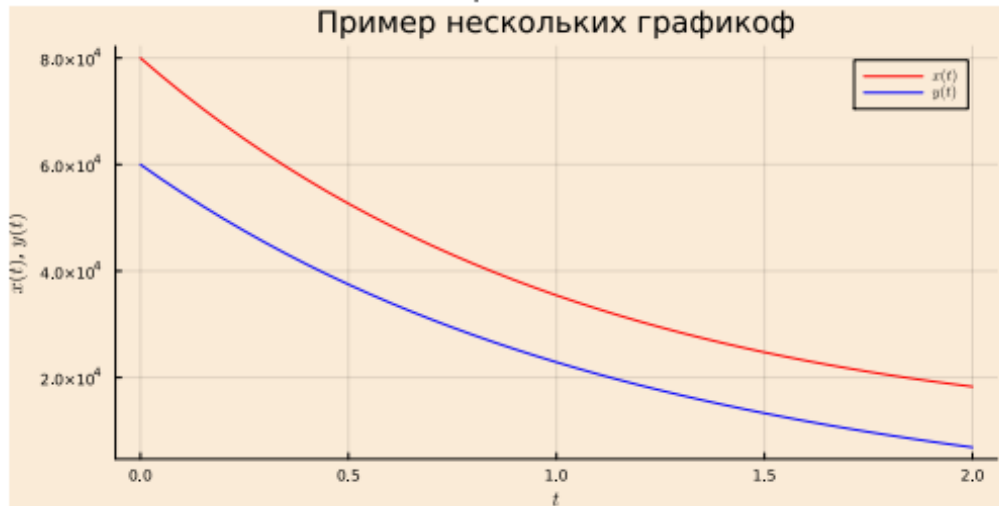
begin
    #проста заготовка для будущих графиков
    fig = Plots.plot(
        layout = (1, 1),
        dpi = 150,
        grid = :xy,
        gridcolor = :black,
        gridwidth = 1,
        background_color = :antiquewhite,
        # aspect_ratio=: equal,
        size = (800, 400),
        plot_title = "график",
    )
    Plots.plot!(

```

```

fig[1],
Time,
[X Y],
xlabel = L"$t$",
ylabel = L"$x(t)$, $y(t)$",
color = [ :red :blue ],
label = [L"$x(t)$" L"$y(t)$"]
)
end

```



```

1 begin
2   #проста заготовка для будущих графиков
3   fig = Plots.plot(
4     layout = (1, 1),
5     dpi = 150,
6     grid = :xy,
7     gridcolor = :black,
8     gridwidth = 1,
9     background_color = :antiquewhite,
10    # aspect_ratio = :equal,
11    size = (800, 400),
12    plot_title = "Пример нескольких графиков",
13  )
14  Plots.plot!(
15    fig[1],
16    Time,
17    [X Y],
18    xlabel = L"$t$",
19    ylabel = L"$x(t)$, $y(t)$",
20    color = [ :red :blue ],
21    label = [L"$x(t)$" L"$y(t)$"]
22  )
23 end

```

Модель боевых действий #1(Julia)

```

begin
import Pkg
Pkg.add("LaTeXStrings")
Pkg.activate()

```

```

using DifferentialEquations
using LaTeXStrings
import Plots
end

begin
    X0 = 80000.0
    Y0 = 60000.0
    a = 0.267
    b = 0.687
    c = 0.349
    h = 0.491
end

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

begin
    U0 = [X0, Y0]
    T = [0.0, 2.0]
    prob = ODEProblem(F!, U0, T)
end

sol = solve(prob, saveat = 0.05)

begin
    Time = sol.t
    const X = Float64[]
    const Y = Float64[]
    for u in sol.u
        x, y = u
        push!(X, x)
        push!(Y, y)
    end
    X, Y
end

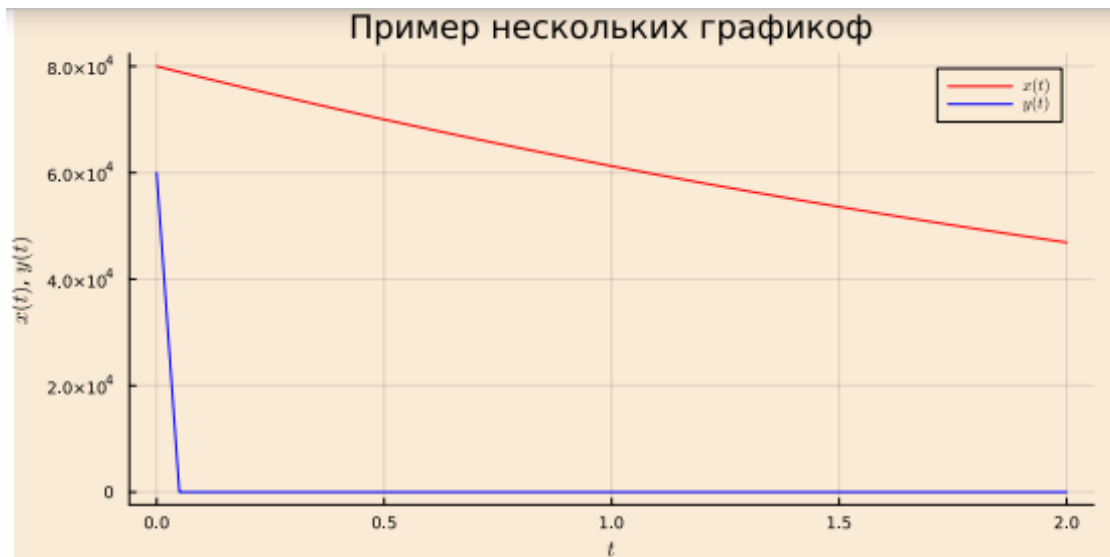
begin
    #проста заготовка для будущих графиков
    fig = Plots.plot(
        layout = (1, 1),
        dpi = 150,
        grid = :xy,
        gridcolor = :black,
        gridwidth = 1,
        background_color=:antiquewhite,
    )
end

```

```

    # aspect_ratio=: equal,
    size = (800, 400),
    plot_title="график",
)
Plots.plot!(
    fig[1],
    Time,
    [X Y],
    xlabel = L"$t$",
    ylabel = L"$x(t)$, $y(t)$",
    color = [ :red :blue ],
    label = [L"$x(t)$" L"$y(t)$"]
)
end

```



```

1 begin
2     #проста заготовка для будущих графиков
3     fig = Plots.plot(
4         layout = (1, 1),
5         dpi = 150,
6         grid = :xy,
7         gridcolor = :black,
8         gridwidth = 1,
9         background_color = :antiquewhite,
10        # aspect_ratio = :equal,
11        size = (800, 400),
12        plot_title = "Пример нескольких графиков",
13    )
14    Plots.plot!(
15        fig[1],
16        Time,
17        [X Y],
18        xlabel = L"$t$",
19        ylabel = L"$x(t)$, $y(t)$",
20        color = [ :red :blue ],
21        label = [ L"$x(t)$" L"$y(t)$" ]
22    )
23 end

```

Модель боевых действий #2(Julia)

## Выводы

Произведено численное моделирование модели боевых действий для двух случаев: без партизан и с партизанским движением. Для этого были применены языки программирования Julia и пакеты DifferentialEquations, Plots. Отработали навыки работы с вышеназванными языками программирования.