

# **Лабораторная работа №3**

**Модель боевых действий. Вариант 39**

Абдуллина Ляйсан Раисовна, НПИбд-01-21

# Содержание

<b>Цель работы</b>	<b>4</b>
<b>Задачи</b>	<b>5</b>
<b>Теоретическое введение</b>	<b>6</b>
<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>7</b>
Условие варианта 39 . . . . .	7
Модель боевых действий между регулярными войсками. . . . .	7
Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов. . . . .	8
Julia . . . . .	8
OpenModelica . . . . .	10
Анализ и сравнение результатов . . . . .	11
<b>Выводы</b>	<b>13</b>

## Список иллюстраций

1	Модель боевых действий между регулярными войсками. . . . .	10
2	Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов . . . . .	10
3	Модель боевых действий между регулярными войсками. . . . .	11
4	Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов . . . . .	11

## **Цель работы**

Решить задачу о модели боевых действий.

# Задачи

Рассмотреть 2 модели боя. Проверить, как работает модель в различных ситуациях, построить графики в рассматриваемых случаях. Определить победителя, найти условие при котором та или другая сторона выигрывают бой (для каждого случая).

1. Модель боевых действий между регулярными войсками
2. Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

# Теоретическое введение

Законы Ланчестера (законы Осипова — Ланчестера) — математическая формула для расчета относительных сил пары сражающихся сторон — подразделений вооруженных сил.

Уравнения Ланчестера — это дифференциальные уравнения, описывающие зависимость между силами сражающихся сторон  $A$  и  $D$  как функцию от времени, причем функция зависит только от  $A$  и  $D$ .

# Выполнение лабораторной работы

## Условие варианта 39

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 21 050 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 8 900 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

$$dx/dt = -0.32x(t) - 0.74y(t) + 2 |\sin(t)|$$

$$dy/dt = -0.44x(t) - 0.52y(t) + 2 |\cos(t)|$$

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

$$dx/dt = -0.39x(t) - 0.84y(t) + |\sin(2t)|$$

$$dy/dt = -0.42x(t)y(t) - 0.49y(t) + |\cos(2t)|$$

## Модель боевых действий между регулярными войсками.

Зададим коэффициент смертности, не связанный с боевыми действиями у первой армии 0,32, у второй 0,44. Коэффициенты эффективности первой и второй армии 0,74 и

0,52 соответственно. Функция, описывающая подход подкрепление первой армии,  $P(t) = \sin(t)$ , подкрепление второй армии описывается функцией  $Q(t) = \cos(t)$ . Тогда получим следующую систему, описывающую противостояние между регулярными войсками  $X$  и  $Y$ :

$$dx/dt = -0.32x(t) - 0.74y(t) + 2 * |\sin(t)|$$

$$dy/dt = -0.44x(t) - 0.52y(t) + 2 * |\cos(t)|$$

Зададим начальные условия:  $x_0 = 21050$

$$y_0 = 8900$$

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

Зададим коэффициент смертности, не связанный с боевыми действиями у первой армии 0,32, у второй 0,44. Коэффициенты эффективности первой и второй армии 0,74 и 0,52 соответственно. Функция, описывающая подход подкрепление первой армии,  $P(t) = \sin(2t)$ , подкрепление второй армии описывается функцией  $Q(t) = \cos(2t)$ . Тогда получим следующую систему, описывающую противостояние между регулярными войсками  $X$  и  $Y$ :

$$dx/dt = -0.39x(t) - 0.84y(t) + |\sin(2t)|$$

$$dy/dt = -0.42x(t) - 0.49y(t) + |\cos(2t)|$$

Зададим начальные условия:

$$x_0 = 21050$$

$$y_0 = 8900$$

## **Julia**

Построим численное решение задачи:

using Plots using DifferentialEquations



```

function one(du, u, p, t) du[1] = - 0.32u[1] - 0.74u[2] + 2sin(t) du[2] = - 0.44u[1] - 0.52u[2]
+ 2cos(t) end
function two(du, u, p, t) du[1] = - 0.39u[1] - 0.84u[2] + sin(2t) du[2] = (- 0.42u[1] - 0.49)u[2]
+ cos(2t) end
const people = Float64[21050, 8900] const prom1 = [0.0, 3.0] const prom2 = [0.0, 0.0007]
problem1 = ODEProblem(one, people, prom1) problem2 = ODEProblem(two, people, prom2)
sol1 = solve(problem1, dtmax=0.1) sol2 = solve(problem2, dtmax=0.000001)
A1 = [u[1] for u in sol1.u] A2 = [u[2] for u in sol1.u] A3 = [u[1] for u in sol2.u] A4 = [u[2]
for u in sol2.u] T1 = [t for t in sol1.t] T2 = [t for t in sol2.t]
plt1 = plot(dpi = 300, legend = true, bg =:white) plot!(plt1, xlabel="Время", ylabel="Числен-
ность", title="Модель боевых действий случай 1") plot!(plt1, T1, A1, label="Численность
армии X", color =:red) plot!(plt1, T1, A2, label="Численность армии Y", color =:green)
savefig(plt1, "lab3_1.png")
plt2 = plot(dpi = 1200, legend = true, bg =:white) plot!(plt2, xlabel="Время", ylabel="Чис-
ленность", title="Модель боевых действий случай 2") plot!(plt2, T2, A3, label="Числен-
ность армии X", color =:red) plot!(plt2, T2, A4, label="Численность армии Y", color =:green)
savefig(plt2, "lab3_2.png")

```

Получим следующие графики (Рис.1-2):

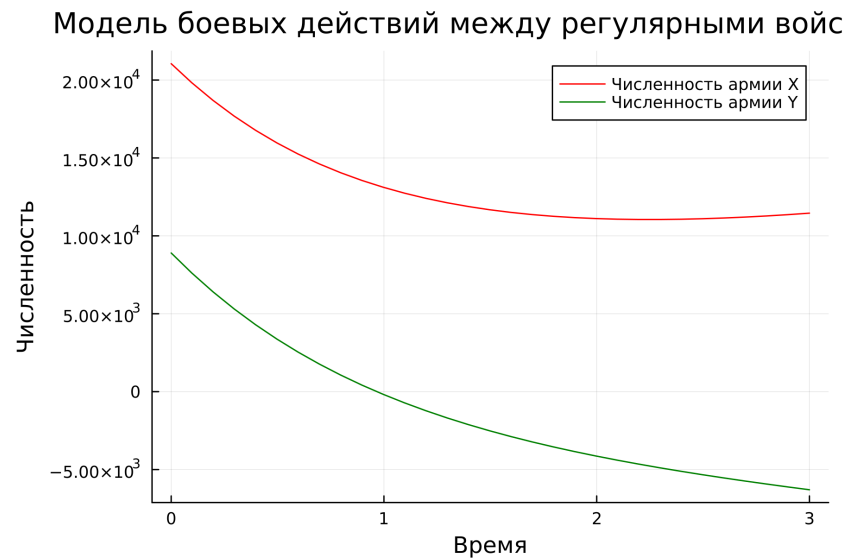


Рис. 1: Модель боевых действий между регулярными войсками.

еовых действий с участием регулярных войск и парти:

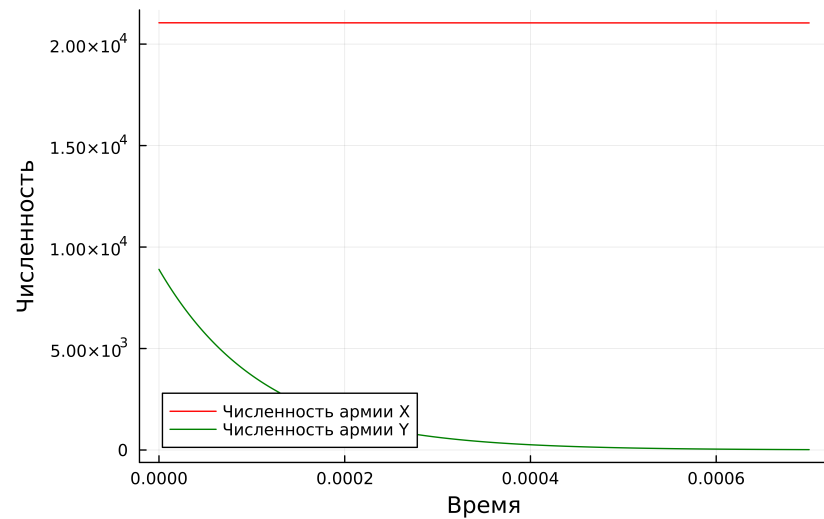


Рис. 2: Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

## OpenModelica

Построим численное решение задачи, случай 1:

```

model lab3open_1 Real x; Real y; Real a = 0.32; Real b = 0.74; Real c = 0.44; Real d = 0.54;
Real t = time; initial equation x = 21050; y = 8900; equation der(x) = -ax - by + 2(abs(sin(t)));
der(y) = -cx - dy + 2(abs(cos(t))); end lab3open_1;

```

Построим численное решение задачи, случай 2:

```

model lab3open_2 Real x; Real y; Real a = 0.39; Real b = 0.84; Real c = 0.42; Real d = 0.49;
Real t = time; initial equation x = 21050; y = 8900; equation der(x) = -ax - by + abs(sin(2t));
der(y) = -cxy - dy + abs(cos(2*t)); end lab3open_2;

```

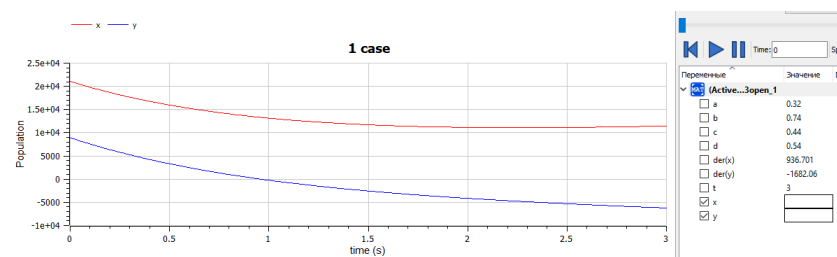


Рис. 3: Модель боевых действий между регулярными войсками.

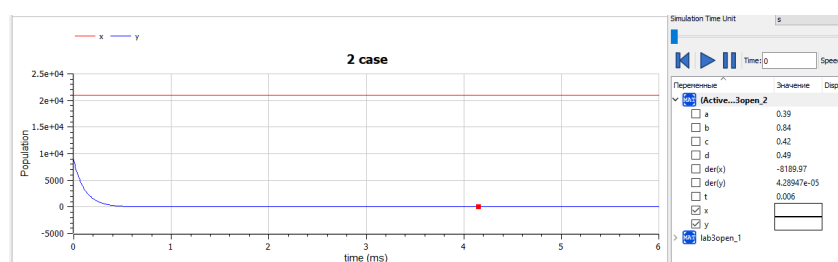


Рис. 4: Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

## Анализ и сравнение результатов

Как можно заметить по графикам для первой модели, графики на Julia и OpenModelica идентичны (с поправкой на использование разных графических ресурсов, разный масштаб и т.д.).

Аналогичная ситуация верна и для графиков противостояния регулярной армии армии партизанов, которые рассматривались во второй модели.

Армия X одерживает победу в обоих случаях.

## **Выводы**

Мы смогли решить задачу о модели боевых действий, а также выполнены все поставленные задачи.