

Лабораторная работа № 3

Модель боевых действий (Вариант 9)

Сулицкий Богдан Романович НФИбд-02-20

Содержание

Цели работы	4
Задание[1]	5
Теоретическое введение [2]	6
Выполнение лабораторной работы	7
Код на Julia	7
Код на OpenModelica	13
Вывод	17
Список литературы	18

Список иллюстраций

1	Подключение библиотек и создание переменных	7
2	Функции уравнение	8
3	Функция визуализации	8
4	Решение ОДУ и построение мат. моделей	9
5	Математическая модель - I случай	10
6	Математическая модель - I случай(парам.)	11
7	Математическая модель - II случай	12
8	Математическая модель - II случай(парам.)	13
9	OpenModelica - I случай	14
10	OpenModelica - II случай	14
11	Математическая модель - I случай	15
12	Математическая модель - I случай(парам.)	15
13	Математическая модель - II случай	16
14	Математическая модель - II случай(парам.)	16

Цели работы

Целью данной работы является построение математической модели военных действий.

Задание[1]

1. Построить модель боевых действий между регулярный войсками;
2. Построить модель ведения боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов.

Теоретическое введение [2]

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 120000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 90000 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты a, b, c, h постоянны. Также считаем $P(t)$ и $Q(t)$ непрерывные функции. Построим графики изменения численности войск армии X и армии Y для следующих случаев:

1. Модель боевых действий между регулярными войсками:

$$\frac{dx}{dt} = -0,35x(t) - 0,75y(t) + \sin(t) + 1$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,29x(t) - 0,65y(t) + \cos(t) + 1$$

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

$$\frac{dx}{dt} = -0,24x(t) - 0,61y(t) + \sin(2t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,3x(t) - 0,71y(t) + \cos(3t)$$

Выполнение лабораторной работы

Код на Julia

Подключаем нужные библиотеки и создаем переменные.(1)

```
using PyPlot
using DifferentialEquations

const X = 120000
const Y = 90000
range = (0, 10)
```

Рис. 1: Подключение библиотек и создание переменных

С помощью Differential Equations[3] создадим функции уравнения и визуализации.(2-3)

```

function f1(du, u, p, t)
    du[1] = -0.35*u[1] -0.75*u[2] + sin(t) + 1
    du[2] = -0.29*u[1] -0.65*u[2] + cos(t) + 1
end

function f2(du, u, p, t)
    du[1] = -0.24*u[1] -0.61*u[2] + sin(2t)
    du[2] = -0.3*u[1]*u[2] -0.71*u[2] + cos(3t)
end

```

Рис. 2: Функции уравнение

```

function draw(p)
    PyPlot.axes() # Параметрические координаты
    plot(x, y, color="red")
    show()
    clf()
    PyPlot.axes() # линейные координаты
    plot(time, x, color="blue")
    plot(time, y, color="green")
    show()
end

```

Рис. 3: Функция визуализации

Решаем ОДУ для обоих случаев и создаем математические модели.(4)


```
ode = ODEProblem(f1, [X,Y], range)
sol = solve(ode, dtmax=0.001)
x = [u[1] for u in sol.u]
y = [u[2] for u in sol.u]
time = [t for t in sol.t]
draw("Армия из регулярными войсками")

ode = ODEProblem(f2, [X,Y], range)
sol = solve(ode, dtmax=0.001)
x = [u[1] for u in sol.u]
y = [u[2] for u in sol.u]
time = [t for t in sol.t]
draw("Армия с партизанскими отрядами")
```

Рис. 4: Решение ОДУ и построение мат. моделей

Результаты:(5-8)

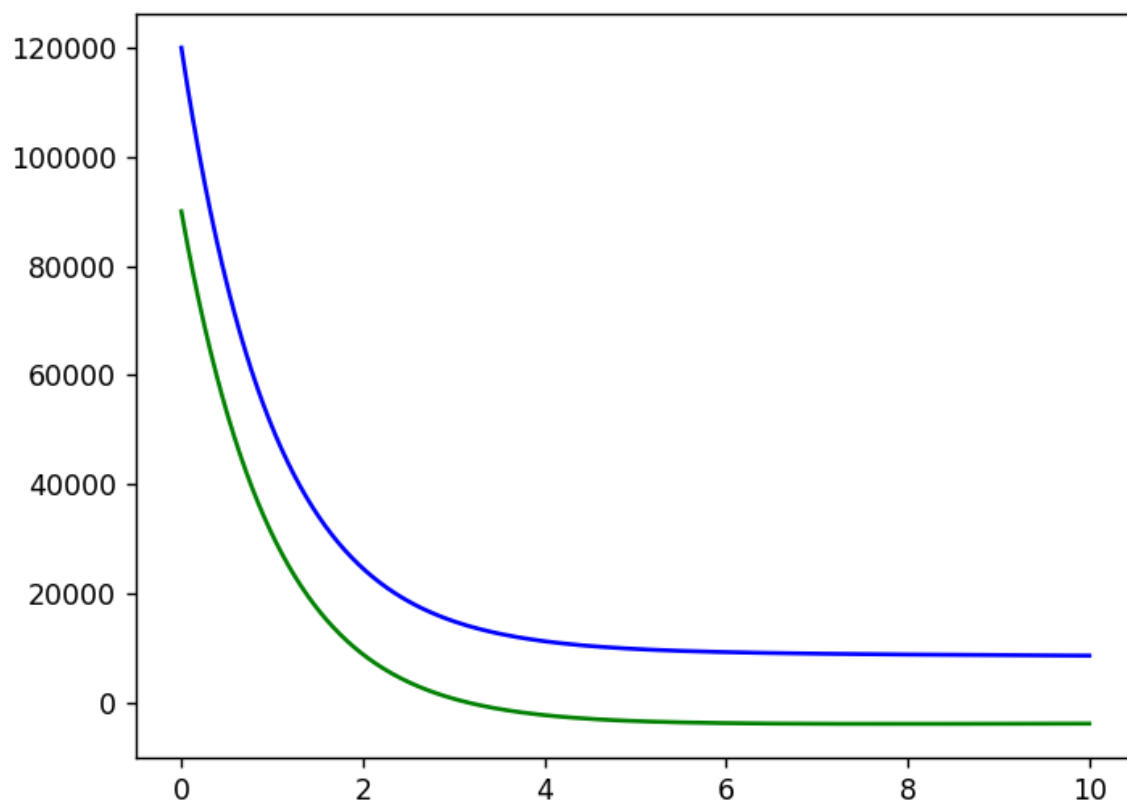


Рис. 5: Математическая модель - I случай

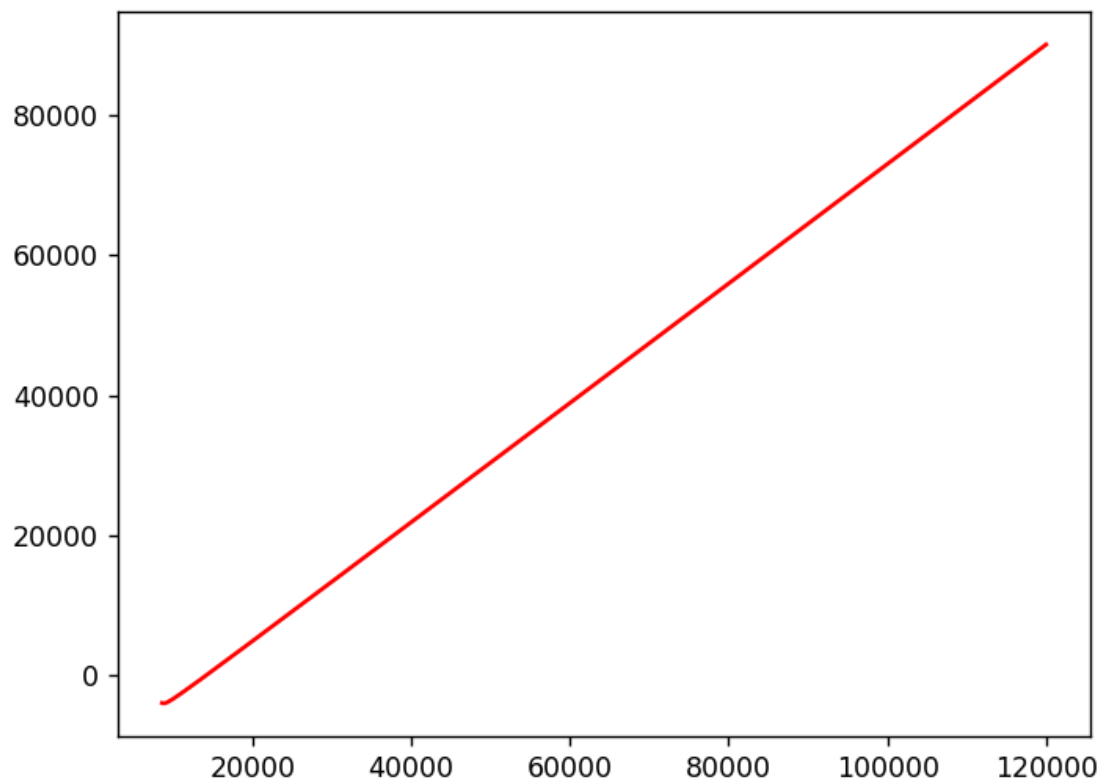


Рис. 6: Математическая модель - I случай(парам.)

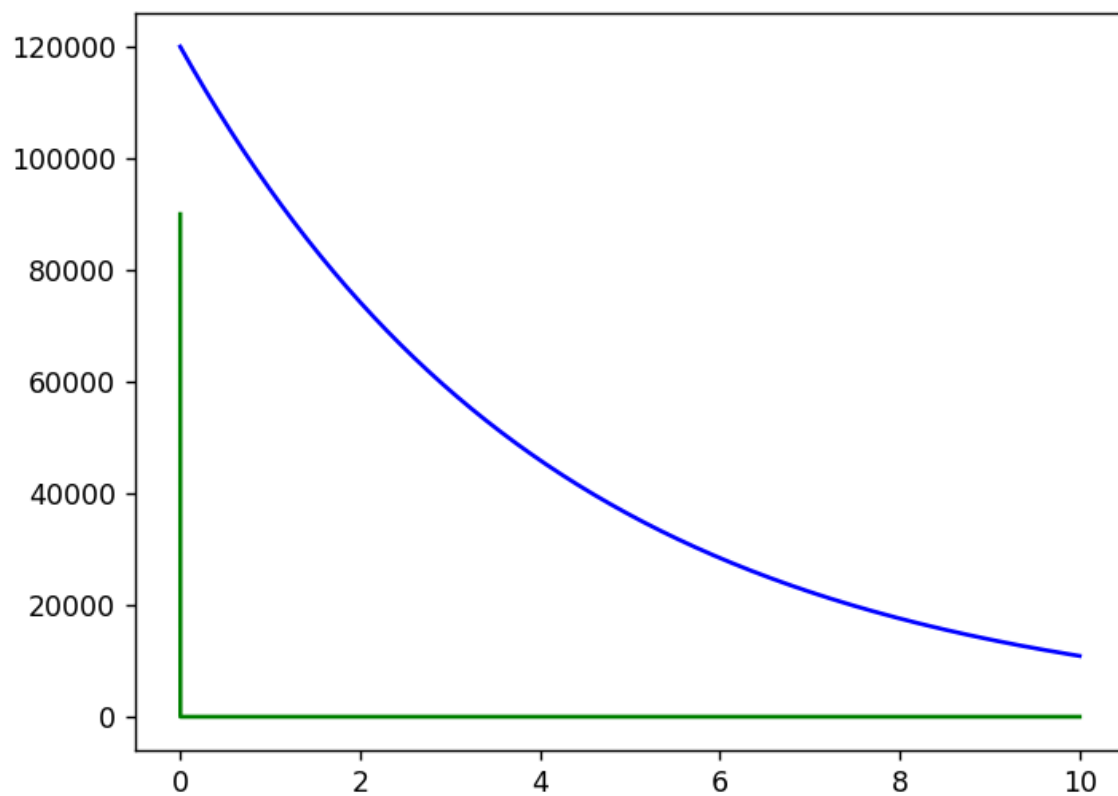


Рис. 7: Математическая модель - II случай

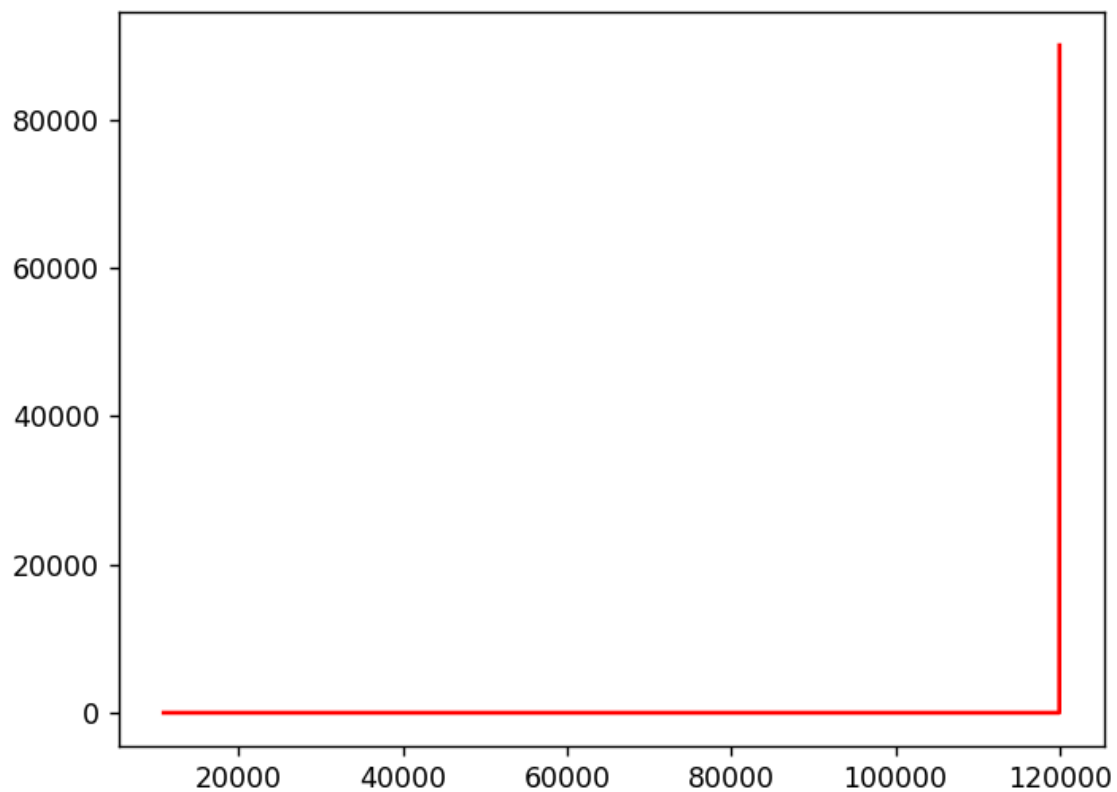


Рис. 8: Математическая модель - II случай(парам.)

Код на OpenModelica

Реализуем код на OpenModelica, указав начальные значения переменных. Далее запишем ОДУ, а также укажем интервалы.(9-10)

```

model model_1
  parameter Real a( start=0.35);
  parameter Real b( start=0.75);
  parameter Real c( start=0.29);
  parameter Real h( start=0.65);
  Real x(start=120000);
  Real y(start=90000);

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

  annotation(experiment(StartTime=0, StopTime=10, Tolerance=1e-6, Interval=0.05));
end model_1;

```

Рис. 9: OpenModelica - I случай

```

model model_2
  parameter Real a( start=0.24);
  parameter Real b( start=0.61);
  parameter Real c( start=0.3);
  parameter Real h( start=0.71);
  Real x(start=120000);
  Real y(start=90000);

  equation
    der(x)=-a*x-b*y+sin(2*time);
    der(y)=-c*x-h*y+cos(3*time);

  annotation(experiment(StartTime=0, StopTime=10, Tolerance=1e-6, Interval=0.05));
end model_2;

```

Рис. 10: OpenModelica - II случай

Результаты:(11-14)

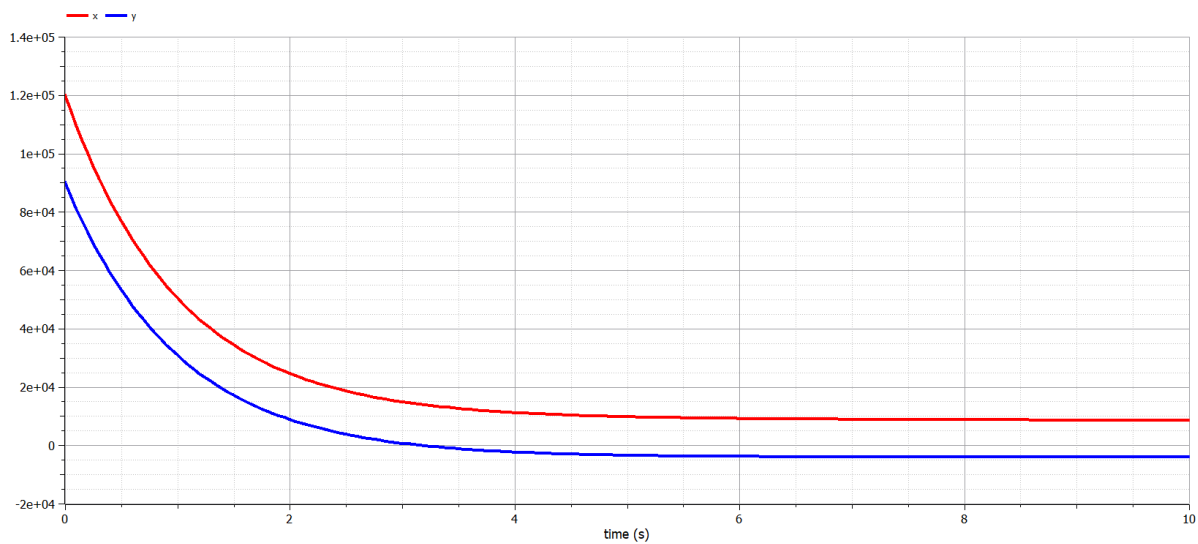


Рис. 11: Математическая модель - I случай

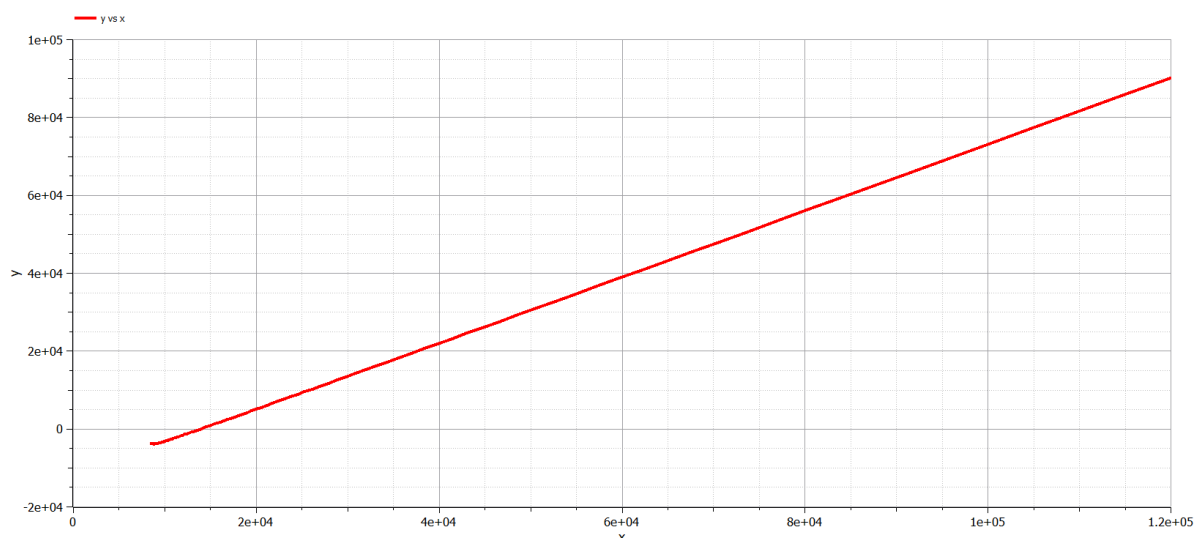


Рис. 12: Математическая модель - I случай(парам.)

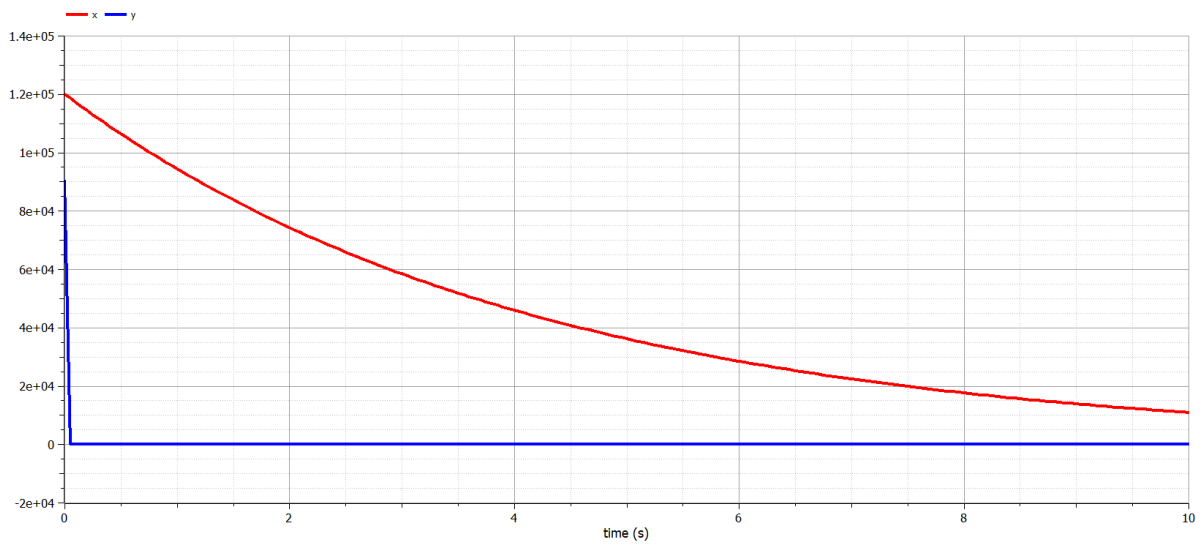


Рис. 13: Математическая модель - II случай

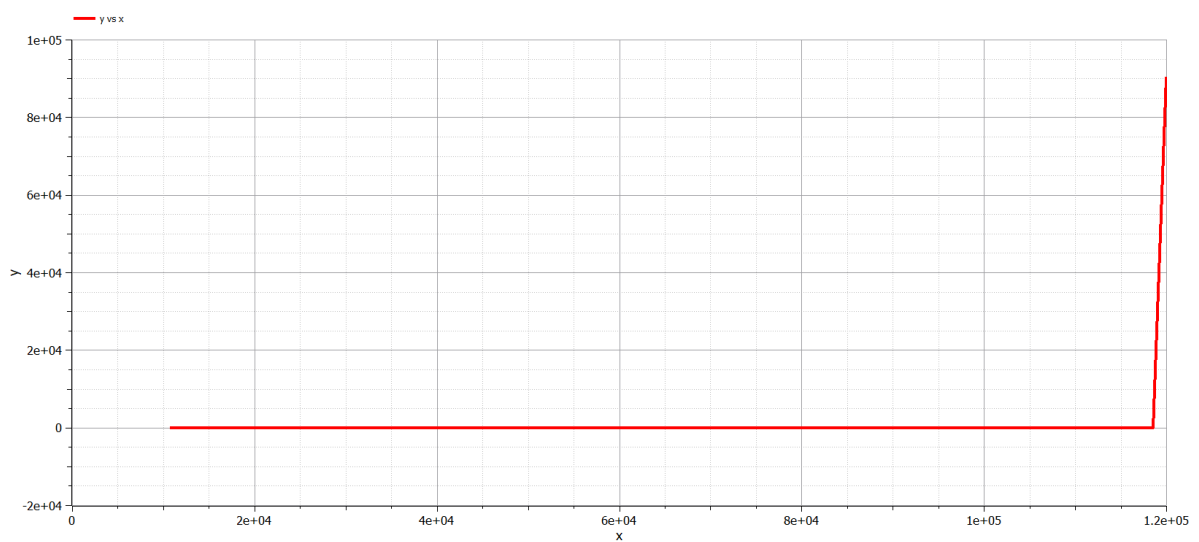


Рис. 14: Математическая модель - II случай(парам.)

Вывод

В ходе проделанной работы были изучены модели Ланчестера для моделирования ведения боевых действий, а также были построены математические модели боевых действий между регулярными войсками и ведения боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов на языке программирования Julia и OpenModelica

Список литературы

1. Задания к лабораторной работе №3 (по вариантам) [Электронный ресурс]. RUDN, 2023. URL: https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1971653/mod_resource/content/2/Лабораторная%20работа%20№%204.pdf.
2. Лабораторная работа №3 [Электронный ресурс]. RUDN, 2023. URL: https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1971652/mod_resource/content/2/Лабораторная%20работа%20№%202.pdf.
3. DifferentialEquations.jl: Efficient Differential Equation Solving in Julia [Электронный ресурс]. 2023. URL: <https://docs.sciml.ai/DiffEqDocs/stable/>.