

- [Front matter](#)
 - [i18n babel](#)
 - [Formatting pdf](#)
 - [Цель работы](#)
 - [Теоретическое введение](#)
 - [Выполнение лабораторной работы](#)
 - [Вывод](#)
 - [Список литературы](#)
-

Front matter

lang: ru-RU title: Лабораторная работа №3 subtitle: Модель боевых действий
author:

- Бабенко Артём Сергеевич, НФИбд-01-21, 1032216432 institute:
- Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

date: 22.02.2024

i18n babel

babel-lang: russian babel-otherlangs: english

Formatting pdf

toc: false toc-title: Содержание slide_level: 2 aspectratio: 169 section-titles: true
theme: metropolis header-includes:

- `\metroset{progressbar=frametitle,sectionpage=progressbar,numbering=fraction}`
 - `"\makeatletter"`
 - `"\beamer@ignorenonframefalse"`
 - `"\makeatother"`
-

Цель работы

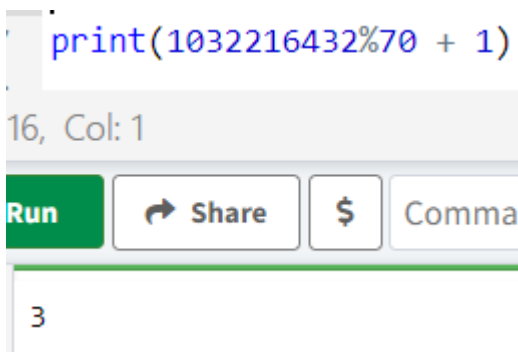
Научиться решать задачи о ведении боевых действий.

Теоретическое введение

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.

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



```
print(1032216432%70 + 1)
```

16, Col: 1

Run Share \$ Comma

3

Рассчитал свой вариант по формуле:

Вариант 3

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 22 000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 19 000 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

$$\frac{dx}{dt} = -0,29x(t) - 0,66y(t) + \sin(t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,36x(t) - 0,29y(t) + \cos(t)$$

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

$$\frac{dx}{dt} = -0,31x(t) - 0,71y(t) + \sin(0.2t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,15x(t)y(t) - 0,77y(t) + \cos(0.2t)$$

Установил OpenModelica и написал код для первого случая:

OMEdit - OpenModelica Connection Editor

ФайлПравкаВидSSPМоделированиеВыверка данныхОптимизация чувствительностиОтладкаСервисСправка

Libraries

Фильтр классов

OpenModelica

ModelicaServices

Complex

Modelica

Lab03_01

Доступный для записиModelВ виде текстаLab03_01C:/Users/Admin/Documents/2023-2024

2Real x;

3Real y;

4

5Real a = 0.29;

6Real b = 0.66;

7Real c = 0.36;

8Real h = 0.29;

9Real t = time;

10

11initial equation

12x = 22000;

13y = 19000;

14

15equation

16der(x) = -a*x - b*y + sin(t);

17der(y) = -c*x - h*y + cos(t);

18end Lab03_01;

Messages

ВсеУведомленияПредупрежденияОшибки

[1] 14:58:16 Scripting Notification

Automatically loaded package Complex 4.0.0 due to uses annotation from Modelica.

Получил следующий результат:

Plot : 1

GridLog XLog Y

x — y

2.4e+04

2.2e+04

2e+04

1.8e+04

1.6e+04

1.4e+04

1.2e+04

1e+04

8000

6000

00.20.40.60.81

time (s)

Messages

ВсеУведомленияПредупрежденияОшибкиLab03_01

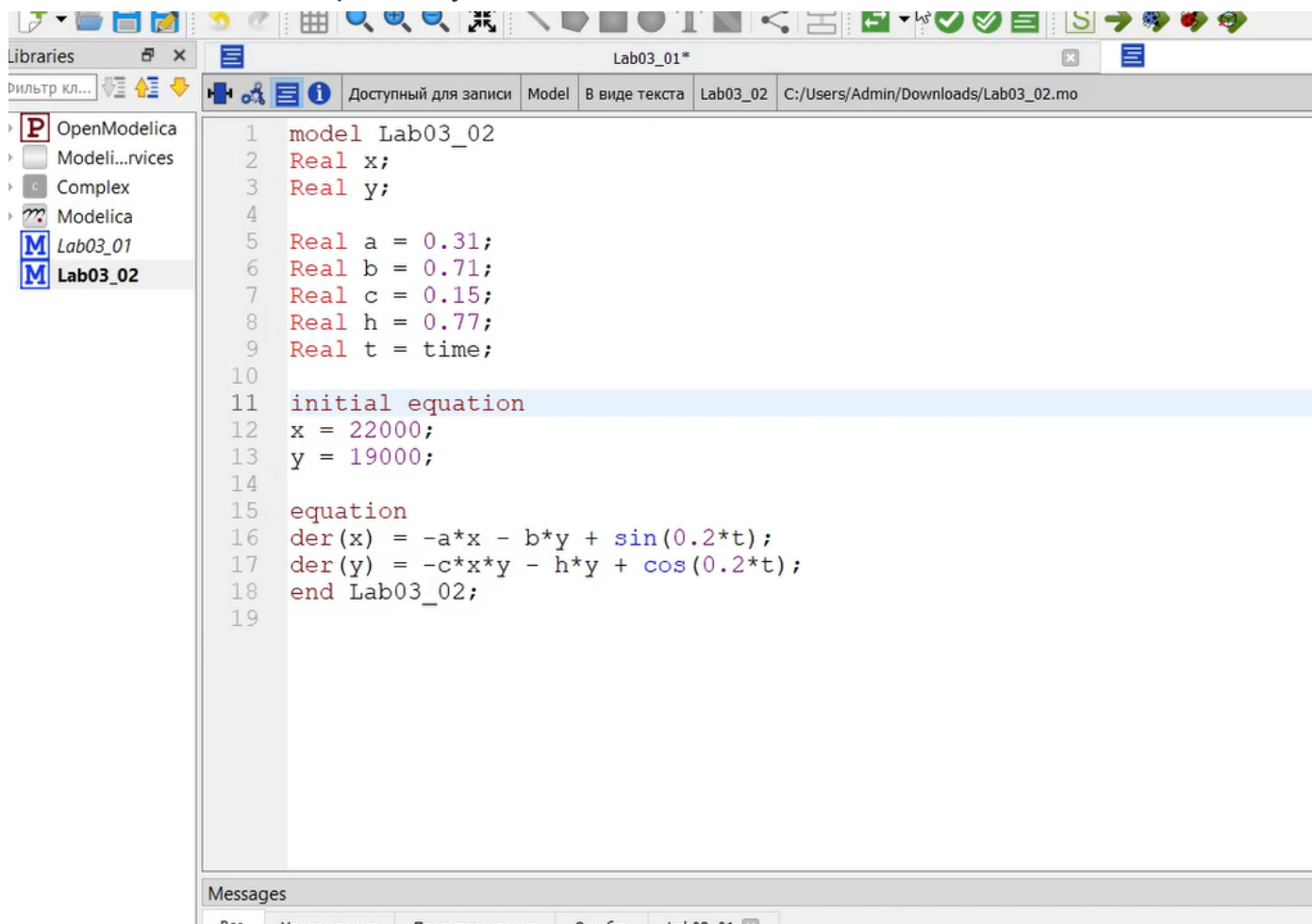
Simulation of Lab03_01 finished.

100%

Отмена моделирования

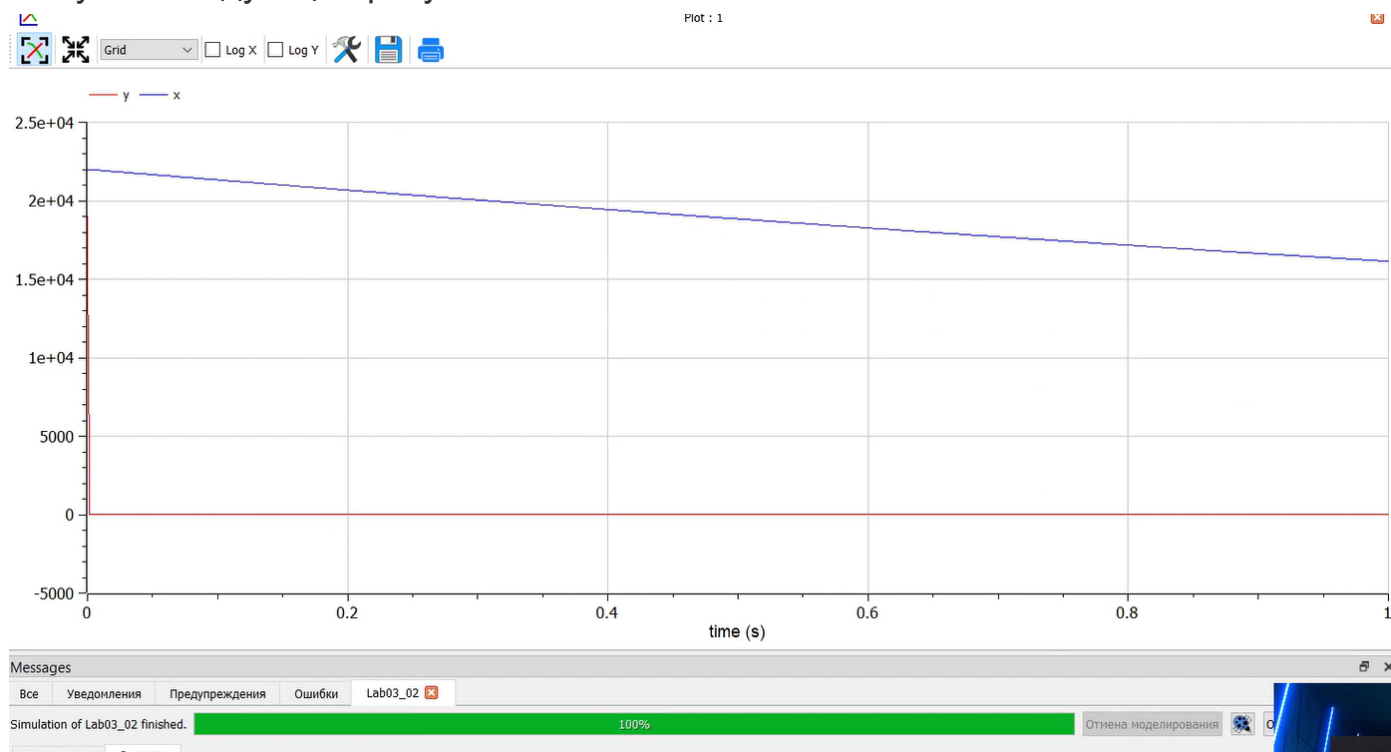
time (s)	x	y
0.0	22000	19000
0.2	18500	16500
0.4	15000	14000
0.6	11500	11500
0.8	8500	10500
1.0	8000	9500

Написал код для второго случая:



```
1 model Lab03_02
2   Real x;
3   Real y;
4
5   Real a = 0.31;
6   Real b = 0.71;
7   Real c = 0.15;
8   Real h = 0.77;
9   Real t = time;
10
11 initial equation
12   x = 22000;
13   y = 19000;
14
15 equation
16   der(x) = -a*x - b*y + sin(0.2*t);
17   der(y) = -c*x*y - h*y + cos(0.2*t);
18 end Lab03_02;
19
```

Получил следующий результат:



Далее написал код на Julia:

```
using Plots;
using DifferentialEquations;

function one(du, u, p, t)
    du[1] = - 0.29*u[1] - 0.66*u[2] + sin(t)
    du[2] = - 0.36*u[1] - 0.29*u[2] + cos(t)
end

function two(du, u, p, t)
    du[1] = - 0.31*u[1] - 0.71*u[2] + sin(0.2*t)
    du[2] = (- 0.15*u[1] - 0.77)*u[2] + cos(0.2*t)
end

const people = Float64[22000, 19000]
const prom1 = [0.0, 3.0]
const prom2 = [0.0, 0.0004]

prob1 = ODEProblem(one, people, prom1)
prob2 = ODEProblem(two, people, prom2)

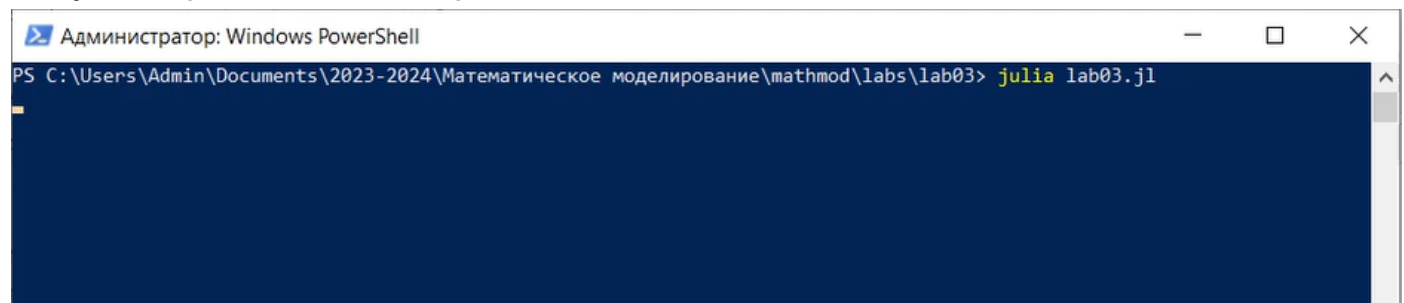
sol1 = solve(prob1, dtmax=0.1)
sol2 = solve(prob2, dtmax=0.000001)

A1 = [u[1] for u in sol1.u]
A2 = [u[2] for u in sol1.u]
T1 = [t for t in sol1.t]
A3 = [u[1] for u in sol2.u]
A4 = [u[2] for u in sol2.u]
T2 = [t for t in sol2.t]

plt1 = plot(dpi = 300, legend= true, bg =:white)
plot!(plt1, xlabel="Время", ylabel="численность", title="Модель боевых действий - случай 1", legend=:outerbottom)
plot!(plt1, T1, A1, label="численность армии X", color =:red)
plot!(plt1, T1, A2, label="численность армии Y", color =:green)
savefig(plt1, "lab03_001.png")

plt2 = plot(dpi = 1200, legend= true, bg =:white)
plot!(plt2, xlabel="Время", ylabel="численность", title="Модель боевых действий - случай 2", legend=:outerbottom)
plot!(plt2, T2, A3, label="численность армии X", color =:red)
plot!(plt2, T2, A4, label="численность армии Y", color =:green)
savefig(plt2, "lab03_002.png")
```

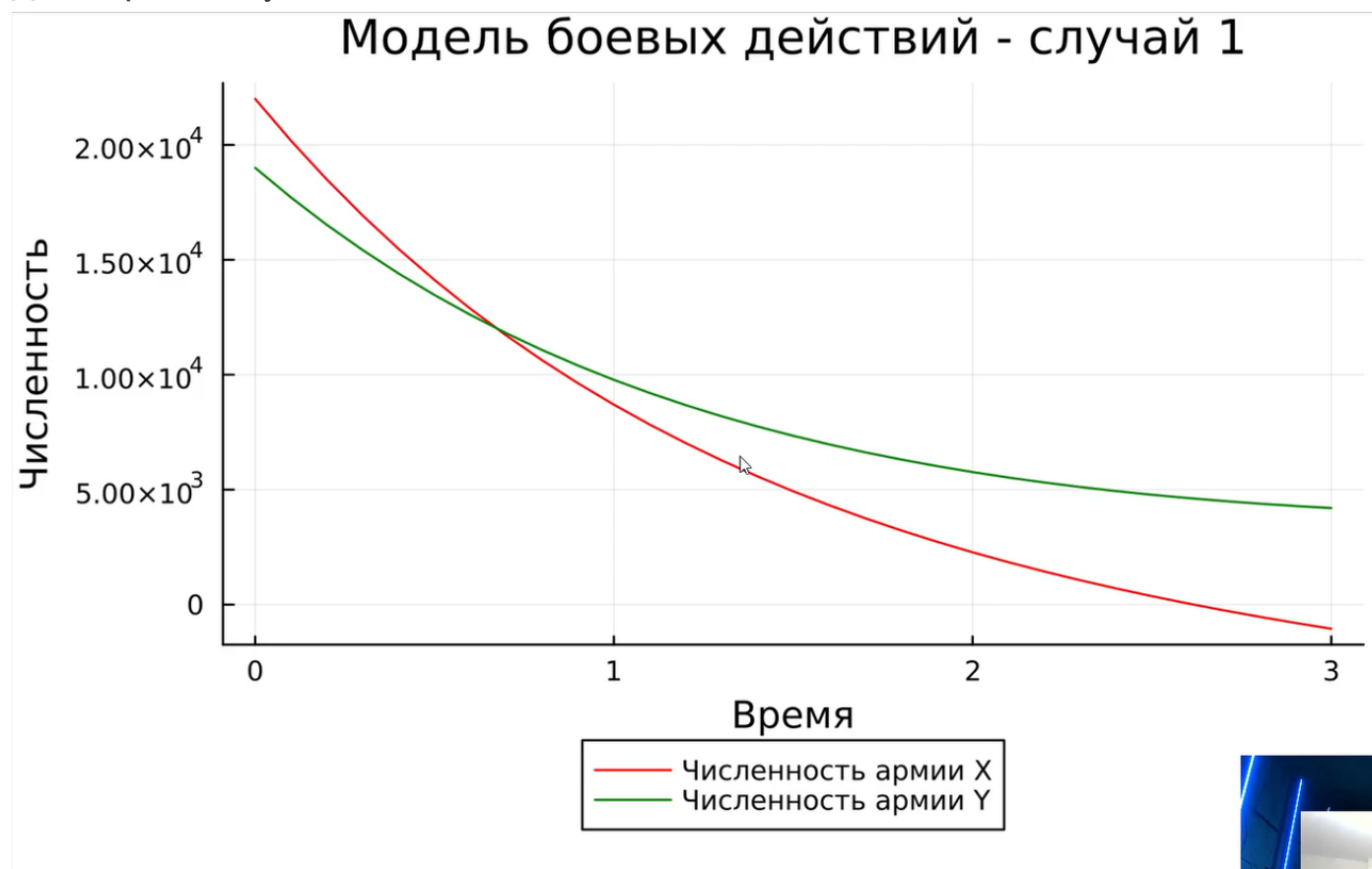
Запустил файл с кодом через Windows Powershell:



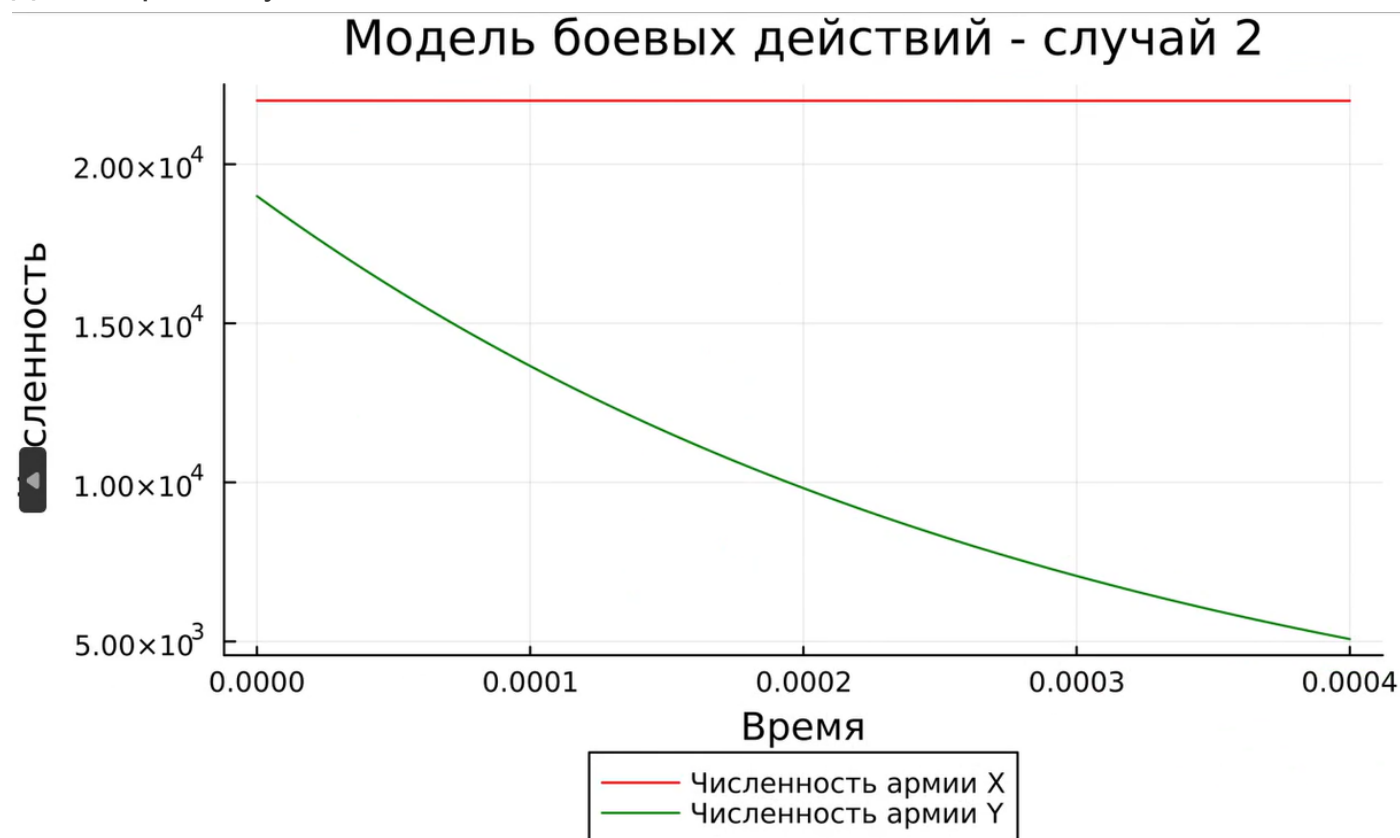
```
Администратор: Windows PowerShell
PS C:\Users\Admin\Documents\2023-2024\Математическое моделирование\mathmod\labs\lab03> julia lab03.jl
```

Программа выдала следующие результаты:

Для первого случая:



Для второго случая:



Сравнив графики, полученные с помощью OpenModellica и Julia, можно увидеть, что они совпадают.

Вывод

Я ознакомился с программой OpenModelica, её синтаксисом и научился решать задания о моделях боевых действий (моделях Ланчестера). Я построил по две модели на языках Julia и OpenModelica. В ходе проделанной работы можно сделать вывод, что построение моделей боевых действий на языке OpenModelica занимает гораздо меньше строк и времени, чем аналогичное построение на языке Julia.

Список литературы

1. Документация по OpenModelica: <https://openmodelica.org/>
2. Решение дифференциальных уравнений: <https://www.wolframalpha.com/>
3. Законы Ланчестера:
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%8B_%D0%9E%D1%81%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%E2%80%94%D0%9B%D0%B0%D0%BD%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0