Отчет по лабораторной работе №

Математическое моделирование

Амуничников Антон, НПИбд-01-22

Содержание

Список иллюстраций

# 1 Цель работы

Построить математическую модель боевых действий.

# 2 Теоретическое введение

Моделирование боевых действий - метод военно-теоретического или военно-технического исследования объектов (систем, явлений, событий, процессов), участвующих (происходящих) в ходе боевых действий, путём создания и изучения их моделей (аналогов) в целях получения знаний о физич., информац. и иных процессах вооруж. борьбы, а также для сравнения вариантов решений командующих (командиров), планов и прогнозов ведения боевых действий, оценки влияния на них различных факторов.

В зависимости от целей создания и предназначения модели подразделяют на исследовательское, управленч., штабное (адм.), обучающее (учебное). По масштабу моделирование бывает стратегическим, оперативным и тактическим. По природе используемых моделей и сфере их применения различают моделирование материальное (предметное) и идеальное.

Моделирование боевых действий наиболее широко применяется в интересах обоснования принимаемых решений в области управления войсками (силами) при подготовке и ведении боевых действий, строительстве вооруженных сил, разработке программ развития вооружений, а также при оценке эффективности использования новых образцов оружия, оперативной подготовке штабов и др. [**enc?**].

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.

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 [**wiki?**].

# 3 Задание

## 3.1 Определение варианта

Использую формулу для определения варианта задания (рис. 1).

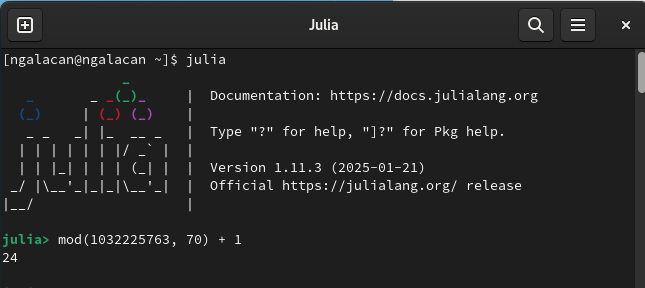


Рис. 1: Определение варианта

## 3.2 Задание

**Вариант 24**

Между страной и страной идет война. Численность состава войск исчисляется от начала войны, и являются временными функциями и . В начальный момент времени страна имеет армию численностью 400 000 человек, а в распоряжении страны армия численностью в 100 000 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты постоянны. Также считаем и непрерывные функции.

Построить графики изменения численности войск армии и армии для следующих случаев:

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

# 4 Выполнение лабораторной работы

## 4.1 Модель боевых действий между регулярными войсками

Модель описывается уравнениями:

Потери, не связанные с боевыми действиями, описывают члены и (коэффиценты при и - это величины, характеризующие степень влияния различных факторов на потери), члены и отражают потери на поле боя (коэффиценты при и указывают на эффективность боевых действий со стороны у и х соответственно). Функции P(t) = sin(3t), Q(t) = cos(4t)+2 учитывают возможность подхода подкрепления к войскам Х и У в течение одного дня.

Построим эту модель на Julia. Подключим библиотеки:

using DifferentialEquations, Plots

Составим функцию для создания системы уравнений:

function sys\_reg(u, p, t)  
 x, y = u  
 a, b, c, h = p  
 dx = -a\*x - b\*y + sin(3\*t)  
 dy = -c\*x -h\*y + cos(4\*t) + 2  
 return [dx, dy]  
 end

Введем параметры:

u0 = [400000, 100000]  
p = [0.31, 0.76, 0.8, 0.21]  
tspan = (0,1)

Обозначим и решим задачу:

problem1 = ODEProblem(sys\_reg, u0, tspan, p)  
  
sol1 = solve(problem1)

Построим график (рис. 2):

plot(sol1, title = "Модель боевых действий №1", label = ["Армия X" "Армия Y"],  
 xaxis = "Время", yaxis = "Численность войск")

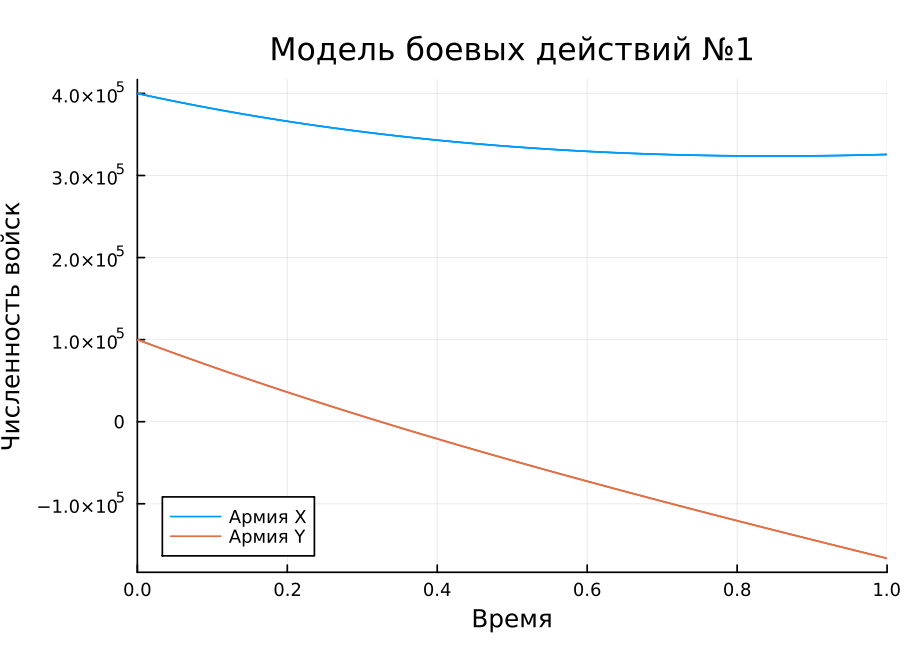


Рис. 2: Модель боевых действий между регулярными войсками на Julia

Из графика видно, что численность армии Y стала нулевой, что означает победу армии Х. Несмотря на это, после победы численность армии Х продолжает сокращаться, однако с меньшей интенсивностью. Это обусловливается наличием не связанных с боевыми действиями факторов (болезни, травмы, дезертирство).

Смоделируем то же самое на OpenModelica:

model lab3\_1  
 parameter Real a = 0.31;  
 parameter Real b = 0.76;  
 parameter Real c = 0.8;  
 parameter Real h = 0.21;  
 parameter Real x0 = 400000;  
 parameter Real y0 = 100000;  
 Real x(start=x0);  
 Real y(start=y0);  
   
equation  
 der(x) = -a\*x - b\*y+sin(3\*time);  
 der(y) = -c\*x -h\*y+cos(4\*time)+2;  
   
end lab3\_1;

Получим схожий график изменения численности армий (рис. 3):

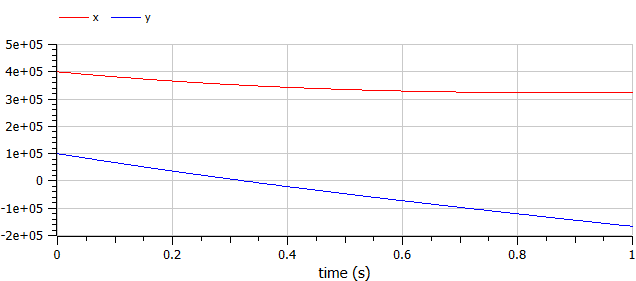


Рис. 3: Модель боевых действий между регулярными войсками на OpenModelica

Выводы аналогичны: победу одержала армия Х.

## 4.2 Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

Во втором случае в борьбу добавляются партизанские отряды. Нерегулярные войска в отличии от постоянной армии менее уязвимы, так как действуют скрытно, в этом случае сопернику приходится действовать неизбирательно, по площадям, занимаемым партизанами. Поэтому считается, что тем потерь партизан, проводящих свои операции в разных местах на некоторой известной территории, пропорционален не только численности армейских соединений, но и численности самих партизан. В результате модель принимает вид:

В этой системе все величины имеют тот же смысл, что и в первой модели.

Построим эту модель на Julia. Составим функцию для создания системы уравнений:

function sys\_reg\_part(u, p, t)  
 x, y = u  
 a, b, c, h = p  
 dx = -a\*x - b\*y + sin(10\*t)  
 dy = -c\*x\*y - h\*y + cos(10\*t)  
 return[dx, dy]  
 end

Введем параметры:

u1 = [400000, 100000]  
p = [0.21, 0.7, 0.56, 0.15]  
tspan = (0, 1)

Обозначим и решим задачу:

problem2 = ODEProblem(sys\_reg\_part, u1, tspan, p)  
  
sol2 = solve(problem2)

Построим график (рис. 4):

plot(sol2, title = "Модель боевых действий №2", label = ["Армия X" "Армия Y"],   
 xaxis = "Время", yaxis = "Численность войск", legend = :topright)

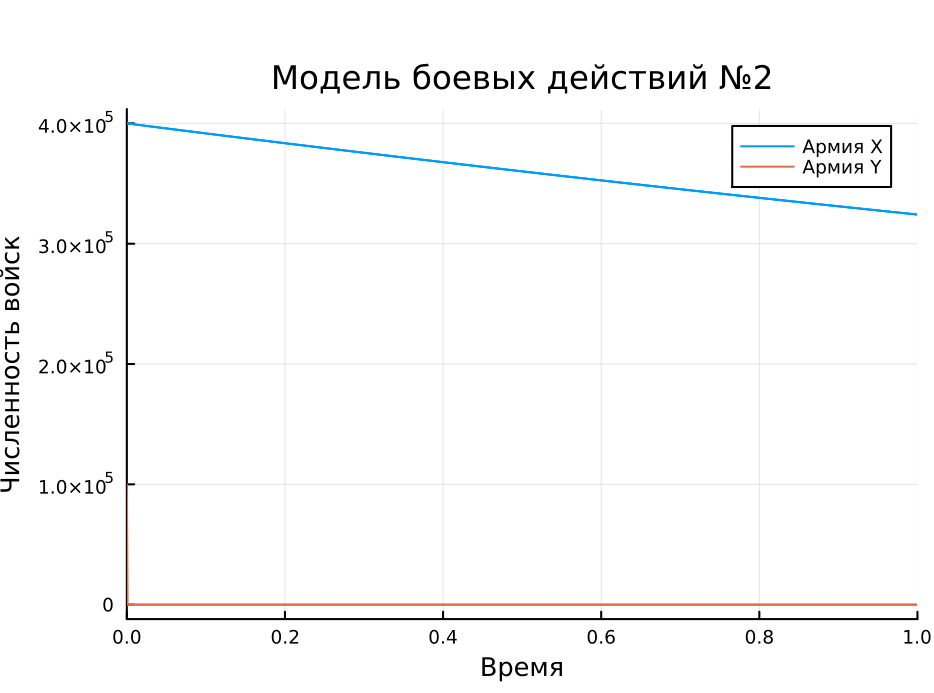


Рис. 4: Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов на Julia

Победу одерживает армия X, причем численность армии Y уменьшается до нуля за очень короткий интервал. Армия Х после поражения У так же продолжает терять людей всилу факторов, не зависящих от военных действий. Для более детального отслеживания изменения численности армии У сократим временной интервал:

tspan = (0, 0.001)

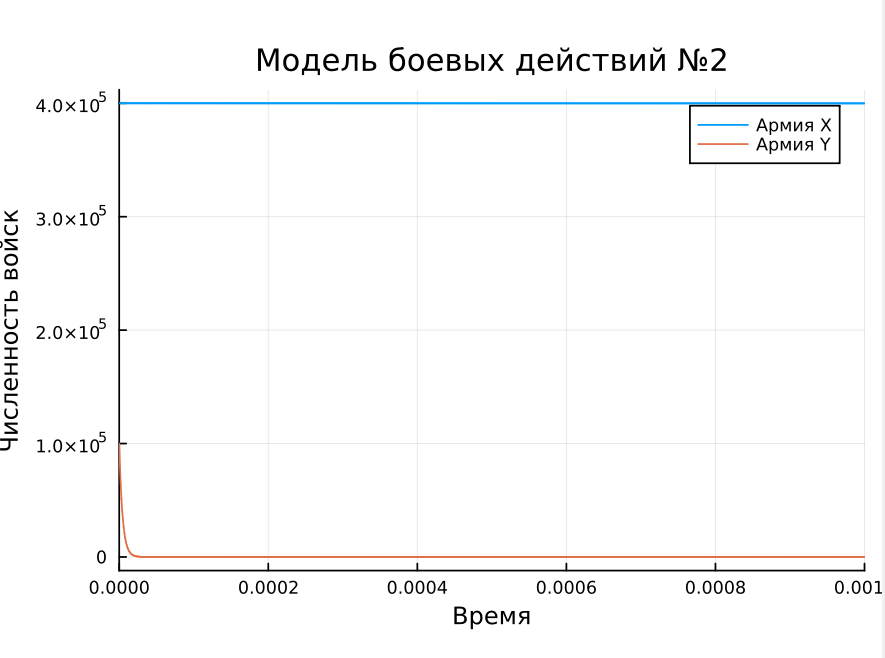


Рис. 5: Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов c меньшим интервалом на Julia

За время, когда армия У вымерла, численность армии Х почти не изменилась.

Cмоделируем то же самое на OpenModelica:

model lab3\_2  
 parameter Real a = 0.21;  
 parameter Real b = 0.7;  
 parameter Real c = 0.56;  
 parameter Real h = 0.15;  
 parameter Real x0 = 400000;  
 parameter Real y0 = 100000;  
 Real x(start=x0);  
 Real y(start=y0);  
   
equation  
 der(x) = -a\*x - b\*y+sin(10\*time);  
 der(y) = -c\*x\*y -h\*y+cos(10\*time);  
   
end lab3\_2;

Получим схожий график изменения численности армий (рис. 6).

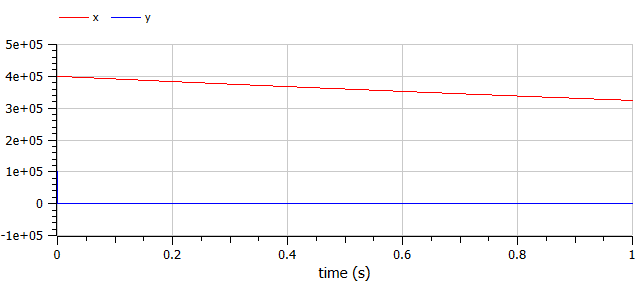


Рис. 6: Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов на OpenModelica

Для более детального отслеживания изменения численности армии У рассмотрим приближенный график (рис. 7).

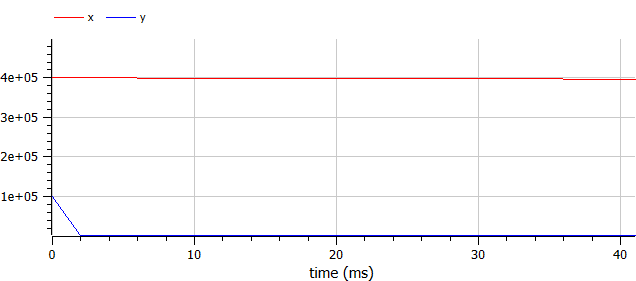


Рис. 7: Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов с приближением на OpenModelica

На графике теперь видно, как происходит вымирание людей в армии Y. За этот интервал армия X почти не потеряла людей.

Сравнивая графики на Julia и OpenModelica можно заметить, что линии в Julia более плавные. Это связано с точностью вычислений: в Julia она выше.

# 5 Выводы

В результате выполнения работы построена математическая модель боевых действий с использованием Julia и OpenModelica.

# Список литературы