Лабораторная работа №3

Математическое моделирование

Байрамгельдыев Довлетмурат

Содержание

# 1 Цель работы

* Построение простейшей математической модели боевых действий — модели Ланчестера
* Визуализация модели на языках Julia и OpenModelica
* Сравнение языков Julia и OpenModelica

# 2 Задание

* Построить график изменения численности войск армии X и армии Y на основе модели боевых действий между регулярными войсками
* Построить график изменения численности войск армии X и армии Y на основе модели боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов
* Проанализировать графики

# 3 Теоретическое введение

Модель Ланчестера является простейшей моделью для описания боевых действий. Основной характеристикой соперников являются численности сторон (если какая-то из численностей обращается в ноль при положительной численности соперника, то данная сторона считается проигравшей).

Существует три случая ведения боевых действий:

* Боевые действия между регулярными войсками
* Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов
* Боевые действия между партизанскими отрядами

В рамках нашей задачи мы будем рассматривать только первые два случая. Для описания этих случаев будут использоваться общие обозначения:

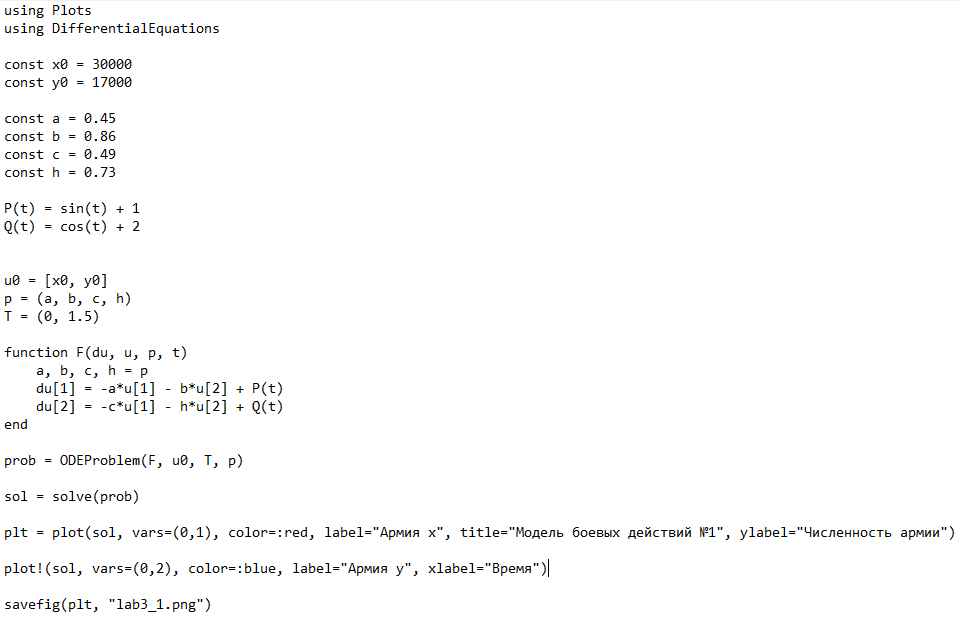
* a(t) и h(t) — коэффициенты, описывающие потери, не связанные с боевыми действиями (болезнь, дезертирство и пр.)
* b(t) и c(t) — коэффициенты, отражающие потери на поле боя
* P(t) и Q(t) — функции, учитывающие возможность подхода подкрепления к войскам

В первом случае (бой между регулярными войсками) модель имеет вид:

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 темп 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:

# 4 Выполнение лабораторной работы

Построив модель для случая боевых действий между регулярными войсками, пишем программу на языке Julia (рис. ??). Указываем начальные значения и коэффициенты, задаем функции возможности подхода подкрепления и функцию, описывающую нашу модель. С помощью библиотеки DifferentialEquations находим решение системы [**ode-solve?**] и визуализируем его средствами библиотеки Plots.



Программа на Julia для первого случая

Из полученного графика можно сделать вывод, что армия Y в заданных условиях является проигравшей стороной, так как численность ее армии доходит до нуля (рис. ??).

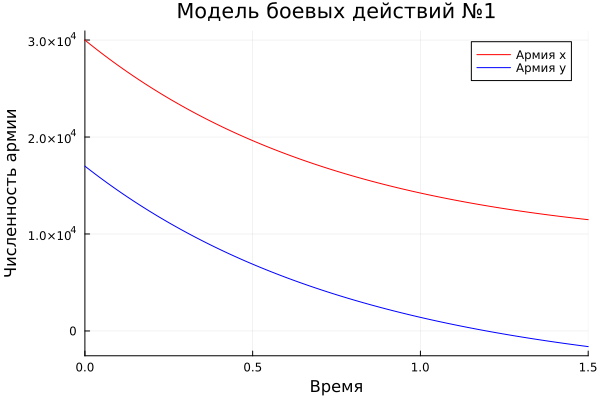
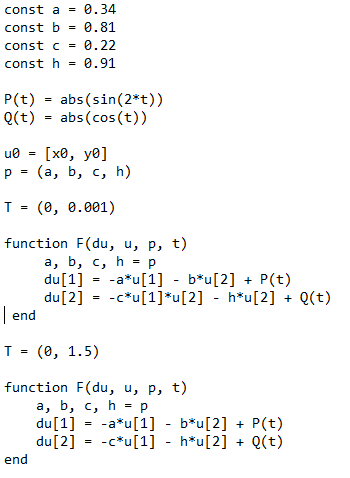


График на Julia для первого случая

Меняем значения коэффициентов и функций P(t) и Q(t), а также слегка меняем функцию, описывающую нашу модель, чтобы она соответствовала второму случаю (рис. ??).



Программа на Julia для второго случая

Из графика видно, что армия Y стремительно теряет в численности при указанных условиях и опять проигрывает (рис. ??).

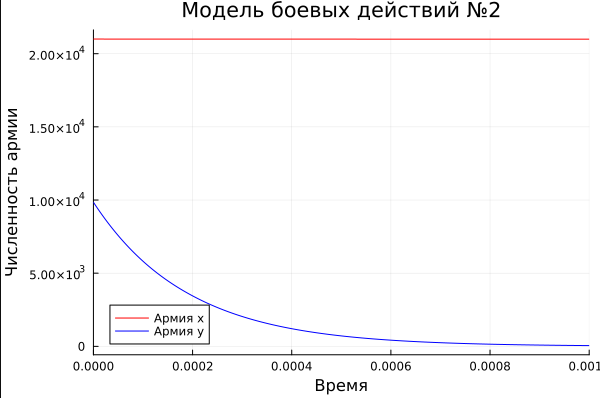
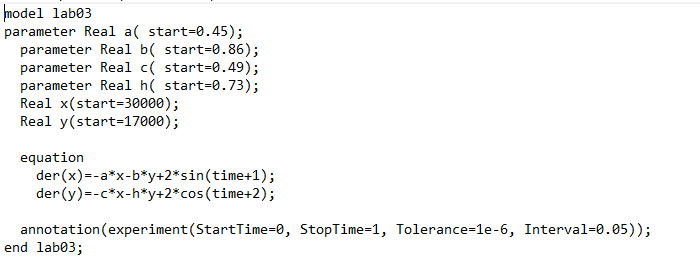


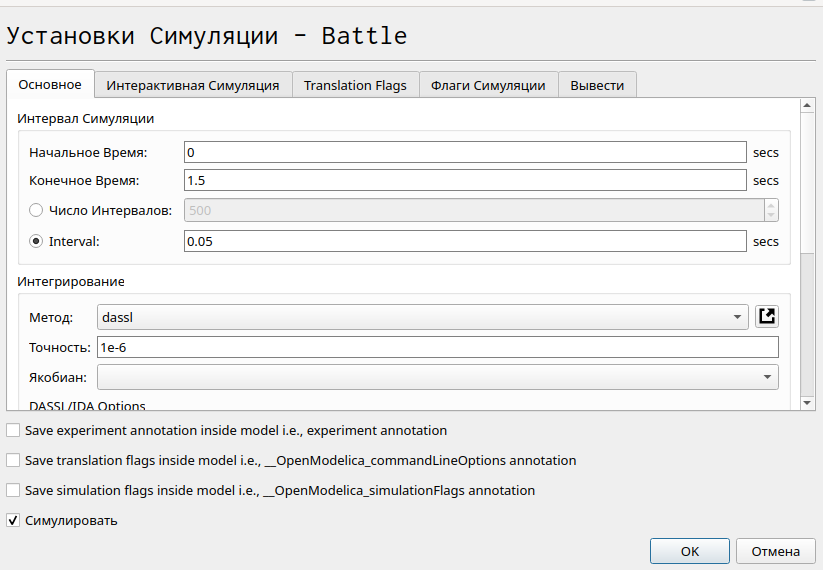
График на Julia для второго случая

Далее описываем модель для первого случая на OpenModelica (рис. ??). В параметрах указываем начальные значения и коэффициенты, в разделе equation задаем функции, описывающие модель.



Программа на OpenModelica для первого случая

В установке симуляции настроим начальное и конечное время, а также размер интервала (рис. ??).



Установка симуляции OpenModelica

Полученный график демонстрирует, что армия Y находится на проигрывающей позиции (рис. ??).

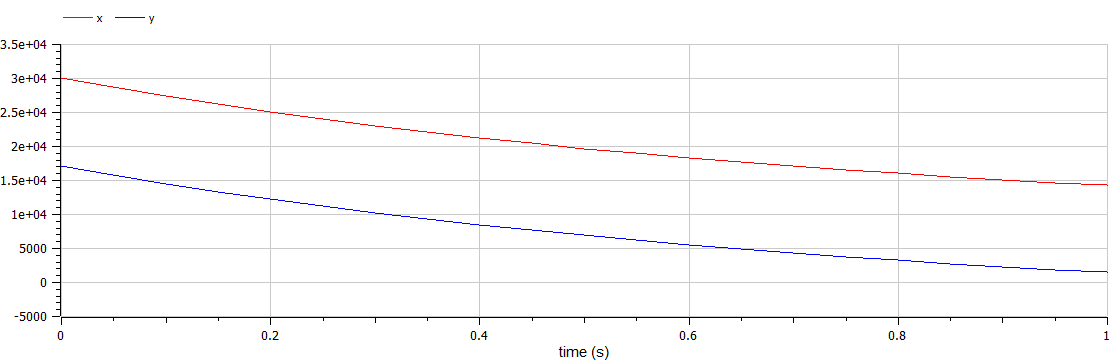
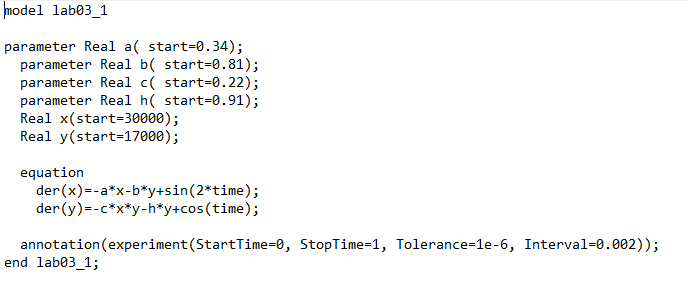


График на OpenModelica для первого случая

Для второго случая меняем значения параметров-коэффициентов (рис. ??) и функции, задающие модель (рис. ??).



Изменение параметров на OpenModelica для второго случая

График показывает, что проигрывающей стороной является армия Y, чья численность значительно упала в короткие сроки (рис. ??).

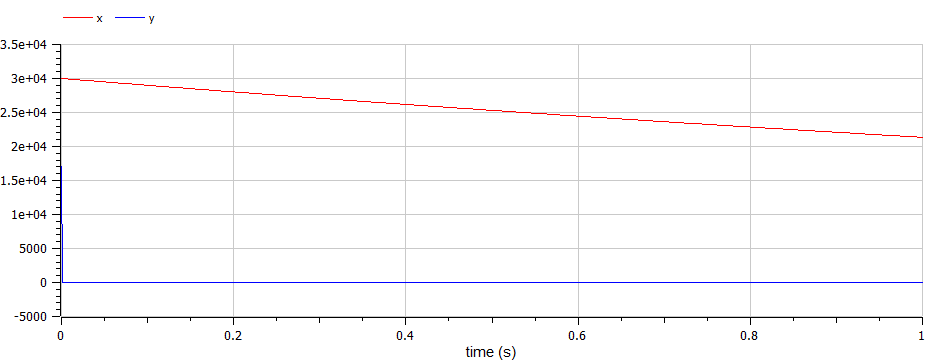


График на OpenModelica для второго случая

# 5 Выводы

В ходе работы была освоена простейшая модель боевых действий — модель Ланчестера, и были применены навыки работы с Julia и OpenModelica для визуализации модели с помощью графиков. Результатом работы стали графики, демонстрирующие изменение численности двух армий на основе двух случаев ведения боевых действий, которые позволили нам сделать выводы о том, какая сторона считается проигравшей.

Сравнивая Julia и OpenModelica, отмечу, что, на мой взгляд, OpenModelica больше подходит для решения данной задачи, так как она специализируется на работе с дифференциальными уравнениями, в то время как Julia требует применения дополнительных библиотек.

# Список литературы

<https://cyberleninka.ru/article/n/model-lanchestera-kak-diskretnaya-upravlyaemaya-sistema/viewer>

Кулябов Д. С. *Лабораторная работа №3*: <https://esystem.rudn.ru/mod/resource/view.php?id=831037>