Отчет по лабораторной работе №3

Построение моделей Ланчестера

Евсеева Дарья Олеговна

25 февраля, 2022

Содержание

# Цель работы

Целью данной работы является построение моделей Ланчестера — простейших моделей боевых действий — в среде OpenModelica.

# Задание

Даны условия задачи (вариант №21):

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 20 500 человек, а в распоряжении страны армия численностью в 21 500 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты , , , постоянны. Также считаем и непрерывные функции.

Необходимо построить графики изменения численности войск армии и армии для следующих случаев:

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

# Теоретическое введение

OpenModelica — свободное открытое программное обеспечение для моделирования, симуляции, оптимизации и анализа сложных динамических систем. Основано на языке Modelica.

Рассмотрим некоторые простейшие модели боевых действий — модели Ланчестера. В противоборстве могут принимать участие как регулярные войска, так и партизанские отряды. В общем случае главной характеристикой соперников являются численности сторон. Если в какой-то момент времени одна из численностей обращается в нуль, то данная сторона считается проигравшей (при условии, что численность другой стороны в данный момент положительна).

Рассмотрим три случая ведения боевых действий:

1. Боевые действия между регулярными войсками
2. Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов
3. Боевые действия между партизанскими отрядами

В первом случае численность регулярных войск определяется тремя факторами:

* скорость уменьшения численности войск из-за причин, не связанных с боевыми действиями (болезни, травмы, дезертирство);
* cкорость потерь, обусловленных боевыми действиями противоборствующих сторон (что связанно с качеством стратегии, уровнем вооружения, профессионализмом солдат и т.п.);
* cкорость поступления подкрепления (задаётся некоторой функцией от времени).

В этом случае модель боевых действий между регулярными войсками описывается следующим образом:

Потери, не связанные с боевыми действиями, описывают члены и , члены и отражают потери на поле боя.

Коэффициенты и указывают на эффективность боевых действий со стороны и соответственно, , - величины, характеризующие степень влияния различных факторов на потери. Функции , учитывают возможность подхода подкрепления к войскам и в течение одного дня.

Во втором случае в борьбу добавляются партизанские отряды. Нерегулярные войска, в отличие 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:

В этой системе все величины имеют тот же смысл, что и в системе в первом случае.

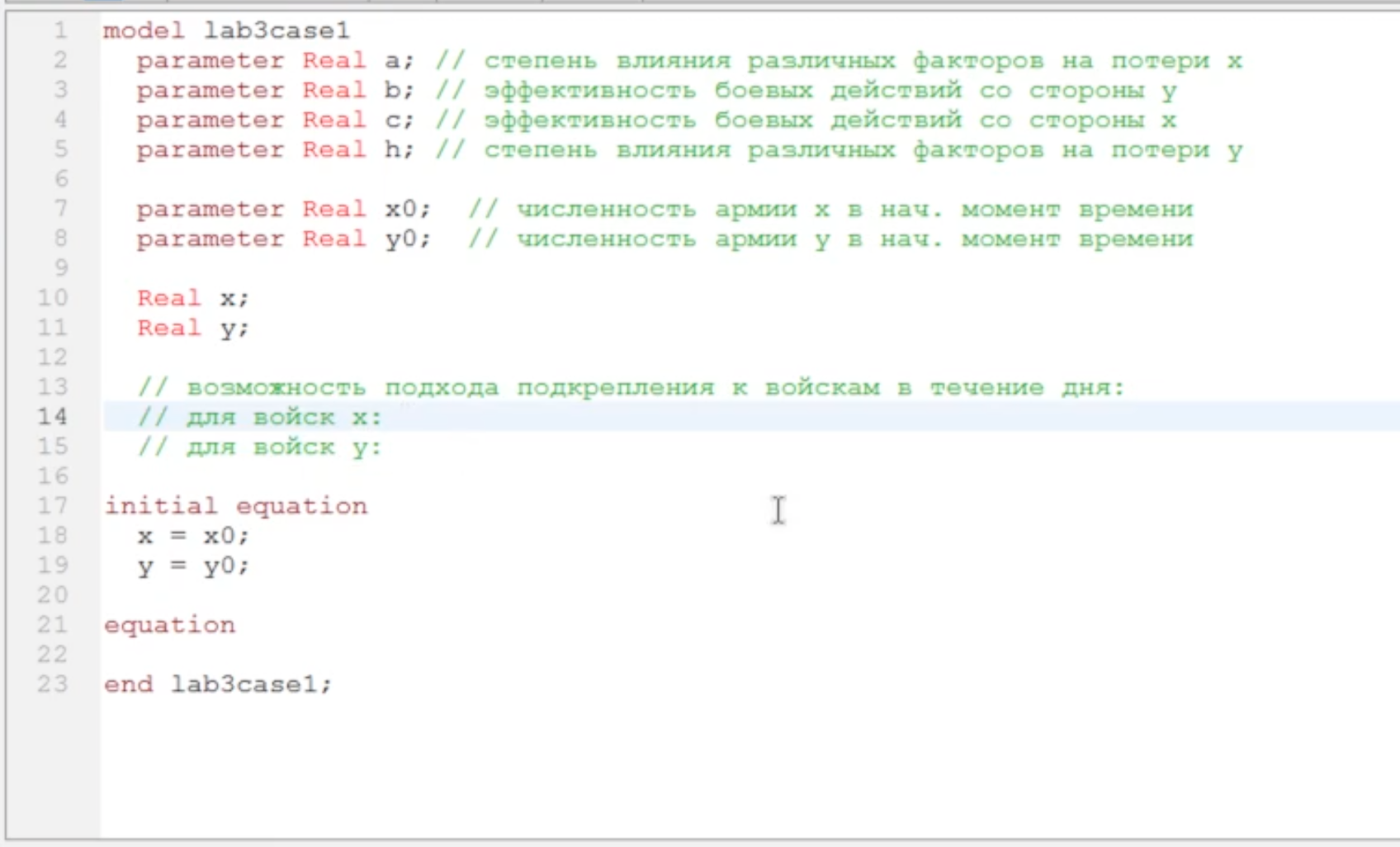
Модель ведения боевых действий между партизанскими отрядами с учетом предположений, сделанных в предыдущем случаем, имеет вид:

# Выполнение лабораторной работы

## 1. Написание заготовки для построения моделей

Напишем основу программы для построения требуемых моделей. Работу будем выполнять в среде OpenModelica.

Определим необходимые переменные и параметры и обозначим начальные условия.

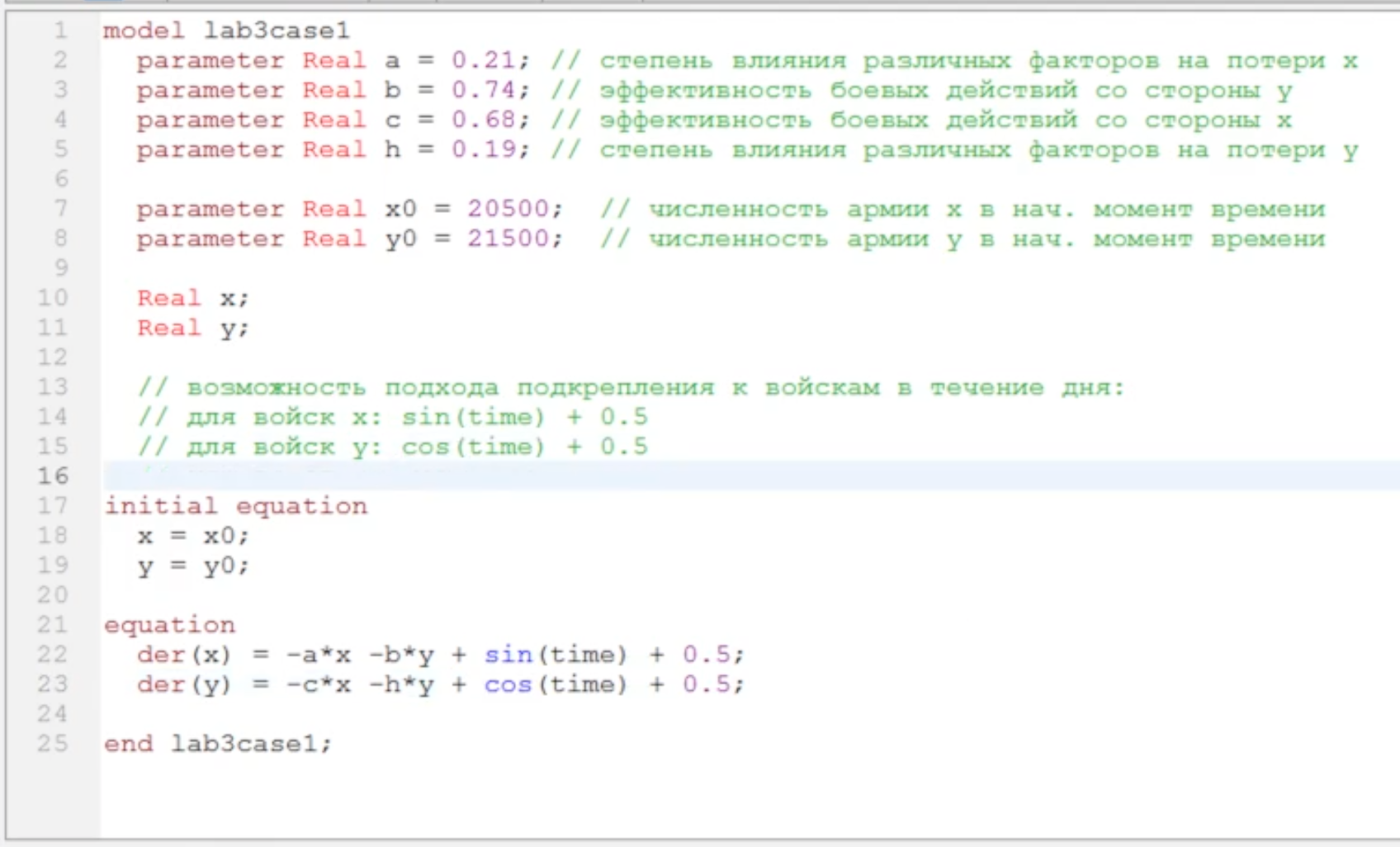


Основа программы для построения моделей

## 2. Построение модели боевых действий между регулярными войсками

Дополним код заготовки программы в соответствии с данными задачи для того, чтобы построить модель боевых действий между регулярными войсками.

Зададим уравнения и значения для коэффициентов и начальных данных.



Программа для первой битвы

Запустим симуляцию и отобразим на графике значения переменных и .

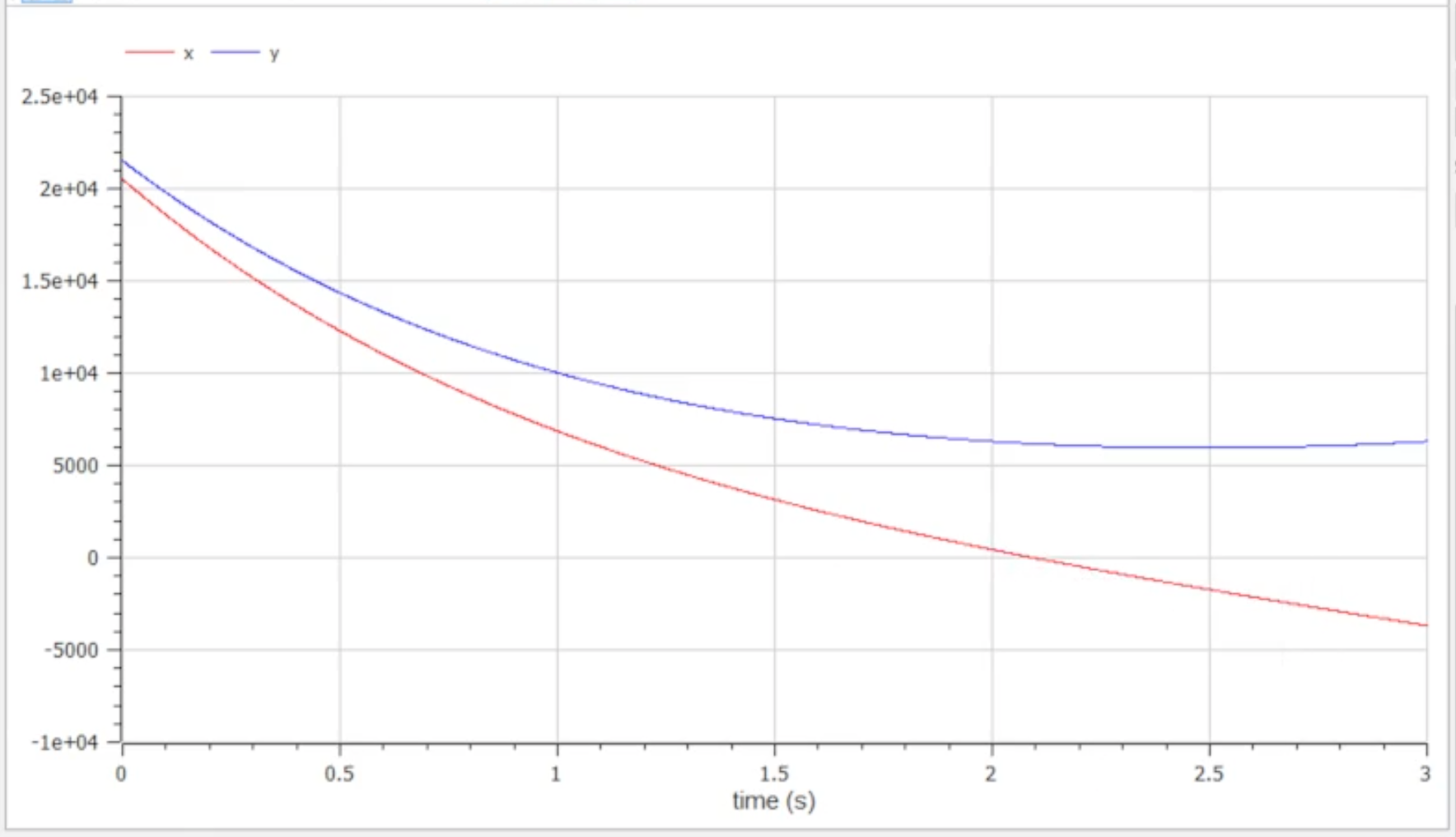
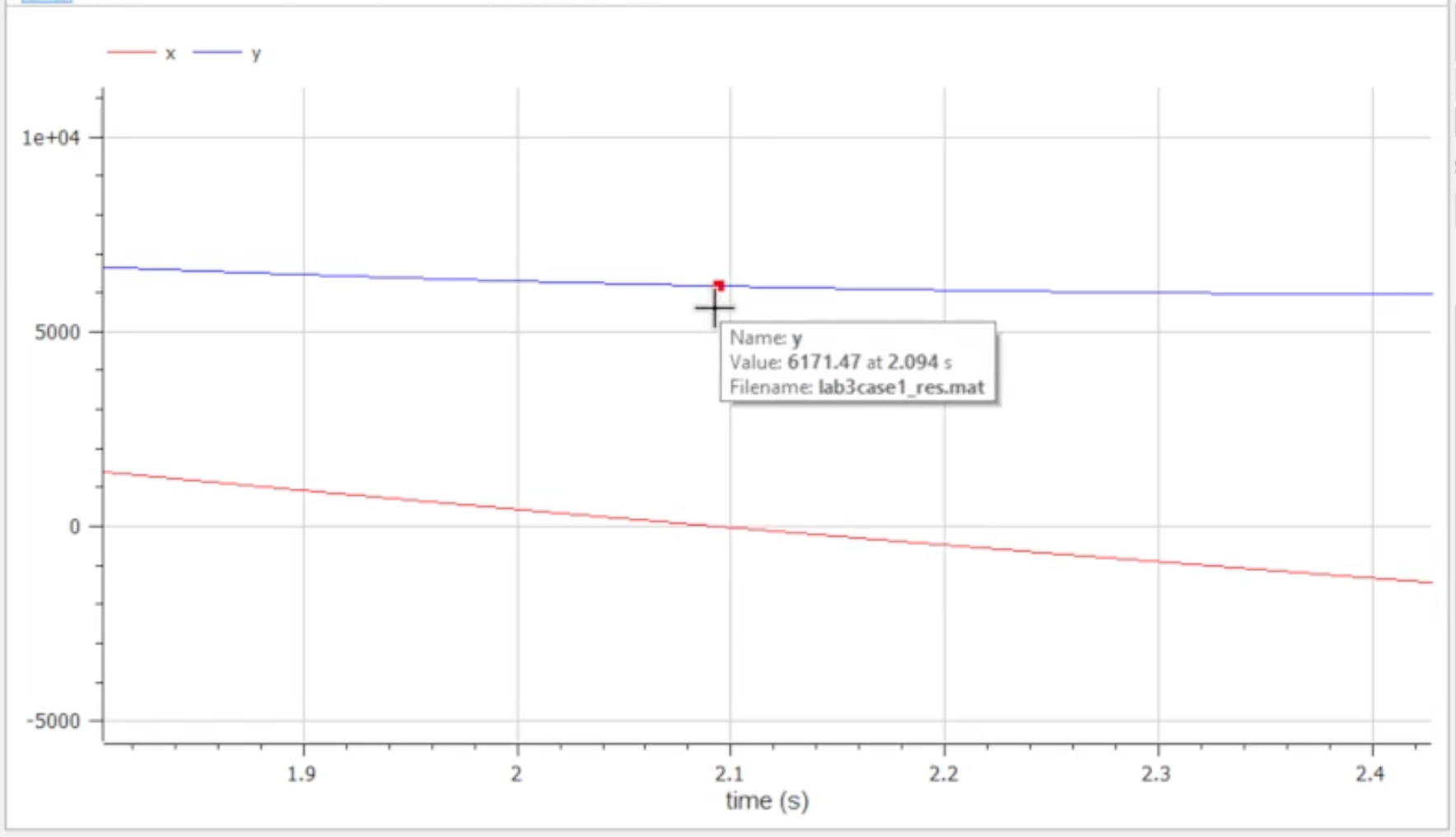


График с результатами первой битвы

Из графика можно видеть, что победителем битвы станет армия .

Приблизим часть графика, в которой численность армии достигает , и посмотрим на примерное значение численности армии победителя .

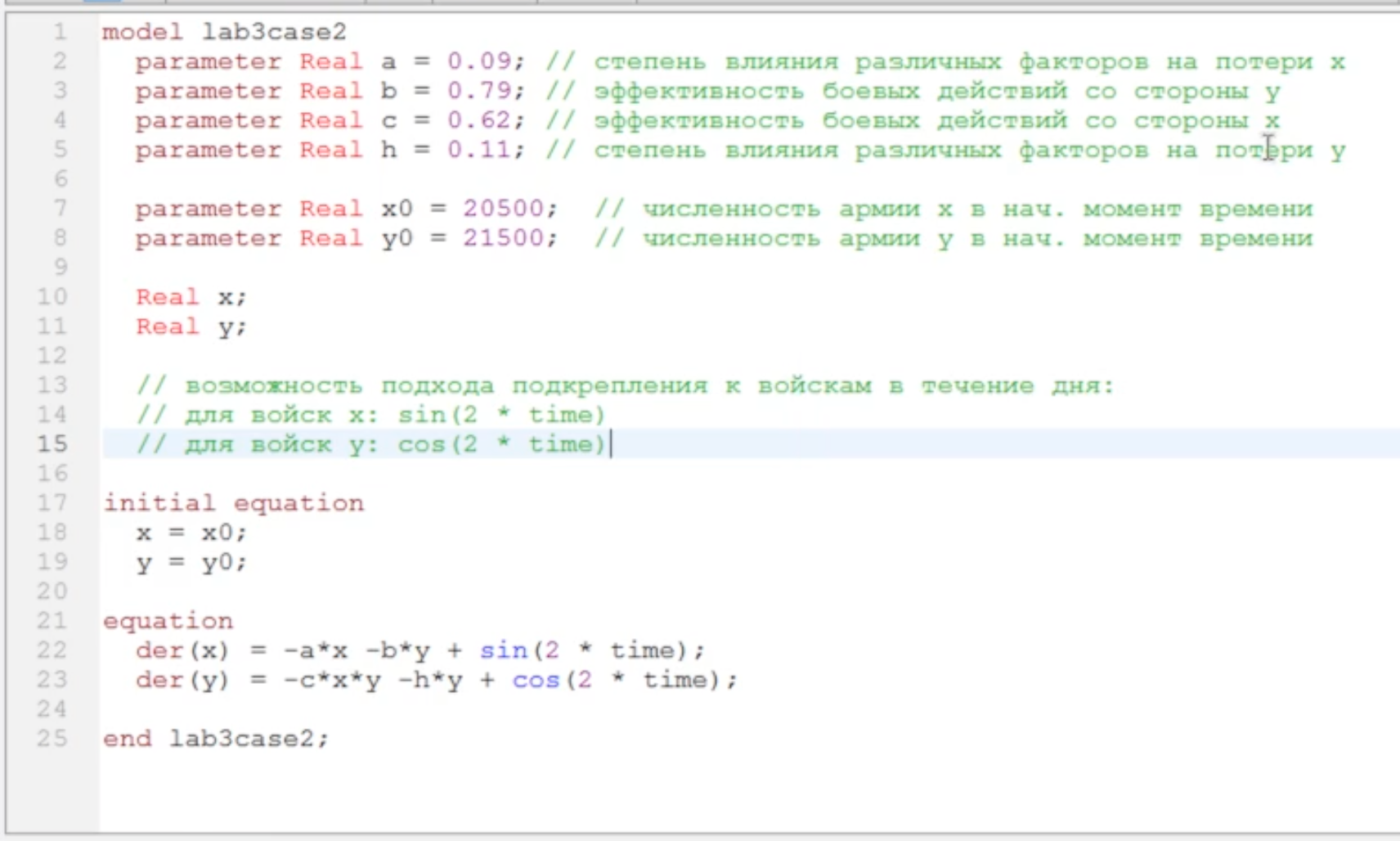


Численность армии победителя первой битвы

## 3. Построение модели боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

Теперь дополним код заготовки программы в соответствии с данными задачи для того, чтобы построить модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов.

Зададим уравнения и значения для коэффициентов и начальных данных.



Программа для второй битвы

Запустим симуляцию и отобразим на графике значения переменных и .

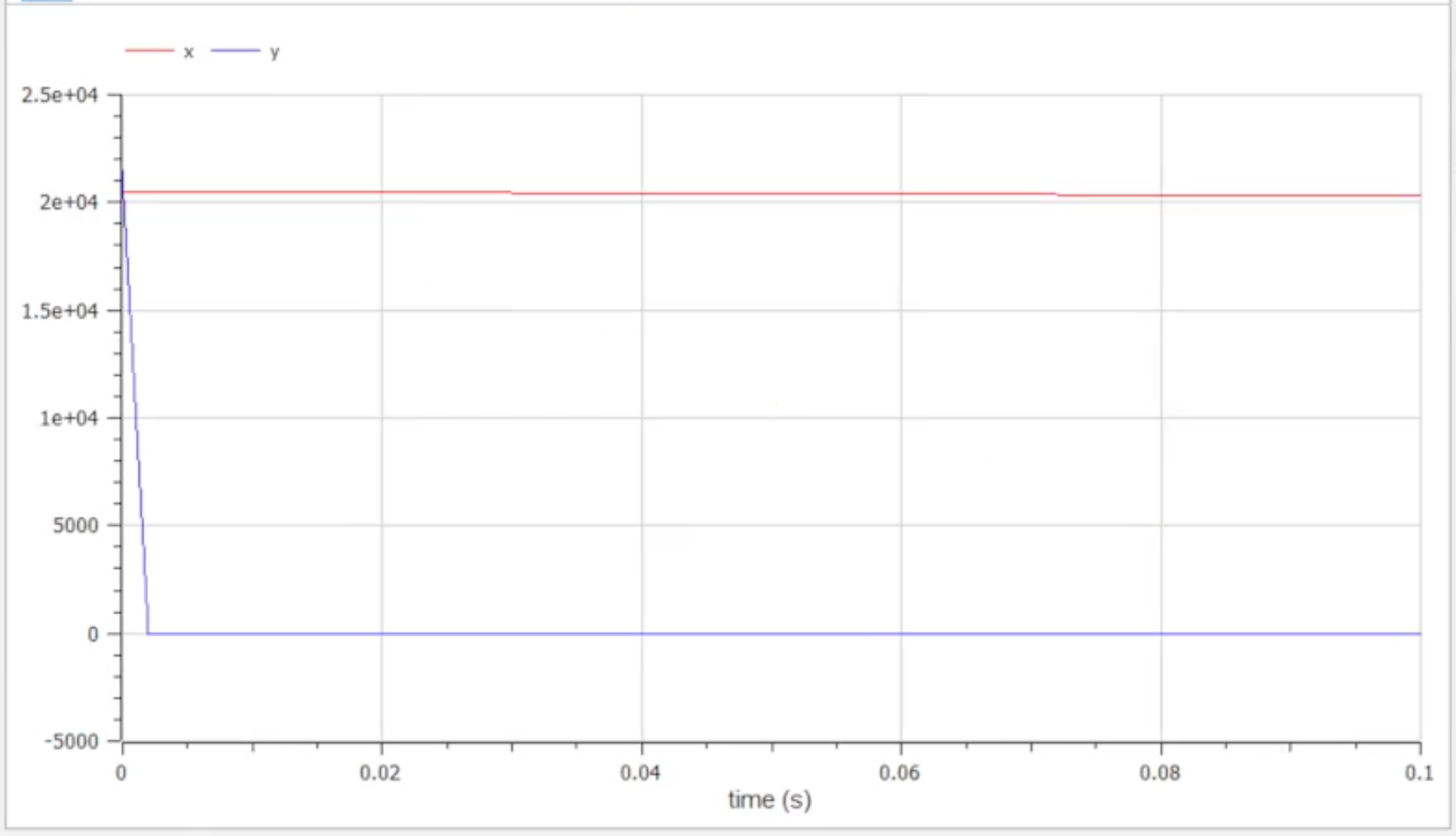
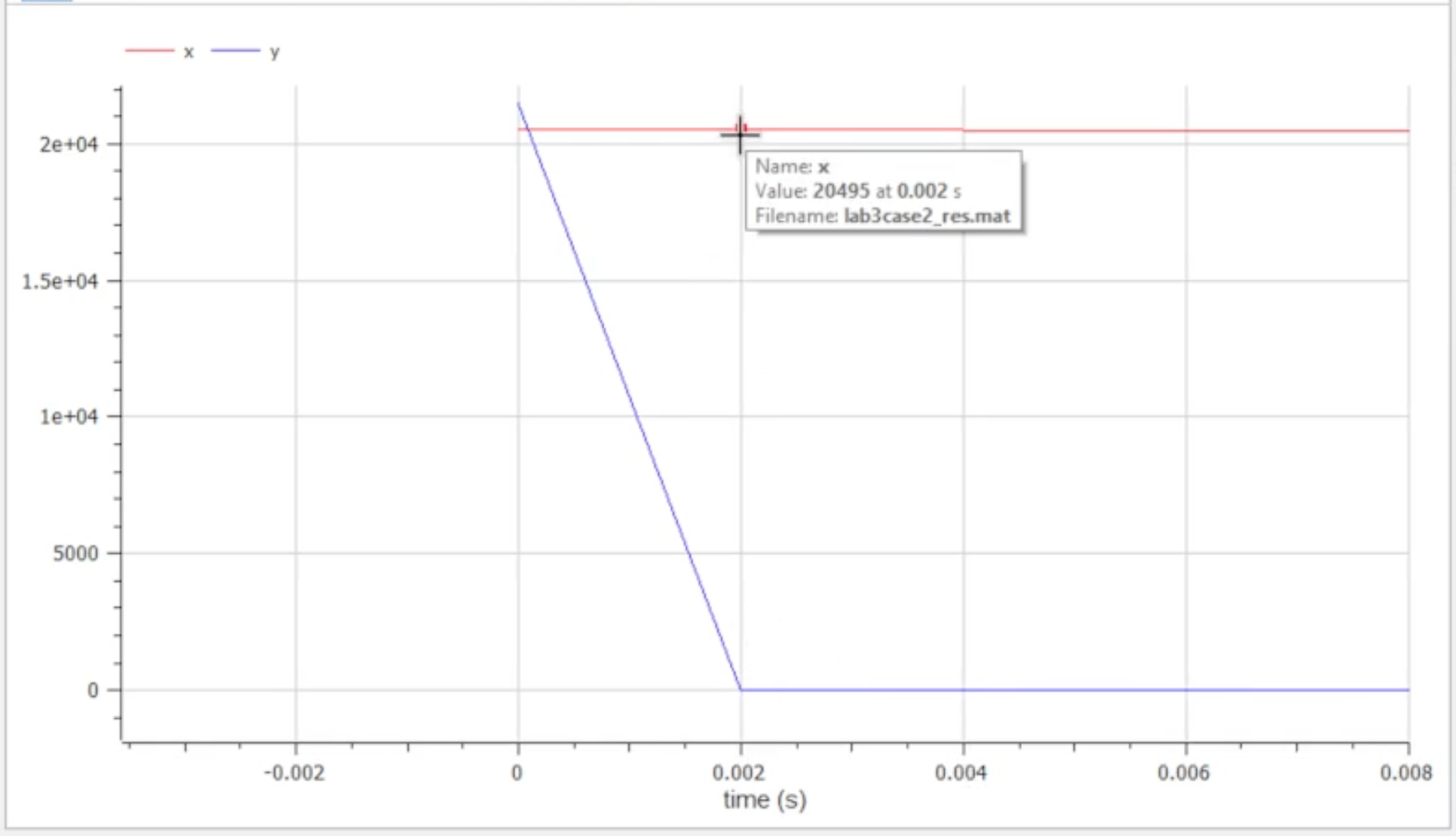


График с результатами второй битвы

Из графика можно видеть, что победителем битвы станет армия .

Приблизим часть графика, в которой численность армии достигает , и посмотрим на примерное значение численности армии победителя .



Численность армии победителя второй битвы

# Выводы

В результате проделанной работы мы научились строить математические модели Ланчестера с использованием среды OpenModelica.

# Список литературы

* Методические материалы к лабораторной работе, представленные на сайте “ТУИС РУДН” https://esystem.rudn.ru/
* Документация OpenModelica https://www.openmodelica.org/doc/OpenModelicaUsersGuide/latest/