

Цель работы

Научиться работать в OpenModelica. Рассмотреть простейшую модель боевых действий – модель Ланчестера. Научиться строить графики для данной модели.

Теоретическая справка

Modelica — объектно-ориентированный, декларативный, мультидоменный язык моделирования для компонентно-ориентированного моделирования сложных систем, в частности, систем, содержащих механические, электрические, электронные, гидравлические, тепловые, энергетические компоненты, а также компоненты управления и компоненты, ориентированные на отдельные процессы.

Модель Ланчестера. В противостоянии 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).

Ход работы

1. Постановка задачи

Вариант 45. 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 22 222 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 11 111 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

$$dx/dt = -0,22x(t) - 0,77y(t) + \sin(0,5t) + 2; dy/dt = -0,66x(t) - 0,11y(t) + \cos(0,5t) + 2.$$

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

$$dx/dt = -0,31x(t) - 0,79y(t) + \sin(2,5t) + 2; dy/dt = -0,59x(t)y(t) - 0,21y(t) + \cos(2t) + 2.$$

2. Решение

Рассмотри 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);

скорость потерь, обусловленных боевыми действиями противоборствующих сторон (что связано с качеством стратегии, уровнем вооружения, профессионализмом солдат и т.п.);

скорость поступления подкрепления (задаётся некоторой функцией от времени).

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

$$dx/dt = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t); dy/dt = -c(t)x(t) - h(t)y(t) + Q(t)$$

Потери, не связанные с боевыми действиями, описывают члены $-a(t)x(t)$ и $-h(t)y(t)$, члены $-b(t)y(t)$ и $-c(t)x(t)$ отражают потери на поле боя. Коэффициенты $b(t)$ и $c(t)$ указывают на эффективность боевых действий со стороны y и x соответственно, $a(t)$, $h(t)$ - величины, характеризующие степень влияния различных факторов на потери. Функции $P(t)$, $Q(t)$ учитывают возможность подхода подкрепления к войскам X и Y в течение одного дня.

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):

$$dx/dt = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t); dy/dt = -c(t)x(t)y(t) - h(t)y(t) + Q(t)$$

2.1 Случай 1

model zadacha01

// Случай 1: Модель боевых действий регулярных войск

parameter Real t; //время

constant Real a=0.22; //константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери

constant Real b=0.77; //эффективность боевых действий для армии y

constant Real c=0.66; //эффективность боевых действий для армии x

constant Real h=0.11; //константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери

Real p;

Real q;

Real x;

Real y;

initial equation

x=22222; //численность армии в X

y=11111; //численность армии в Y

t=0;

equation

p= sin(0.5t) + 2; //возможность подхода подкрепления к войскам X

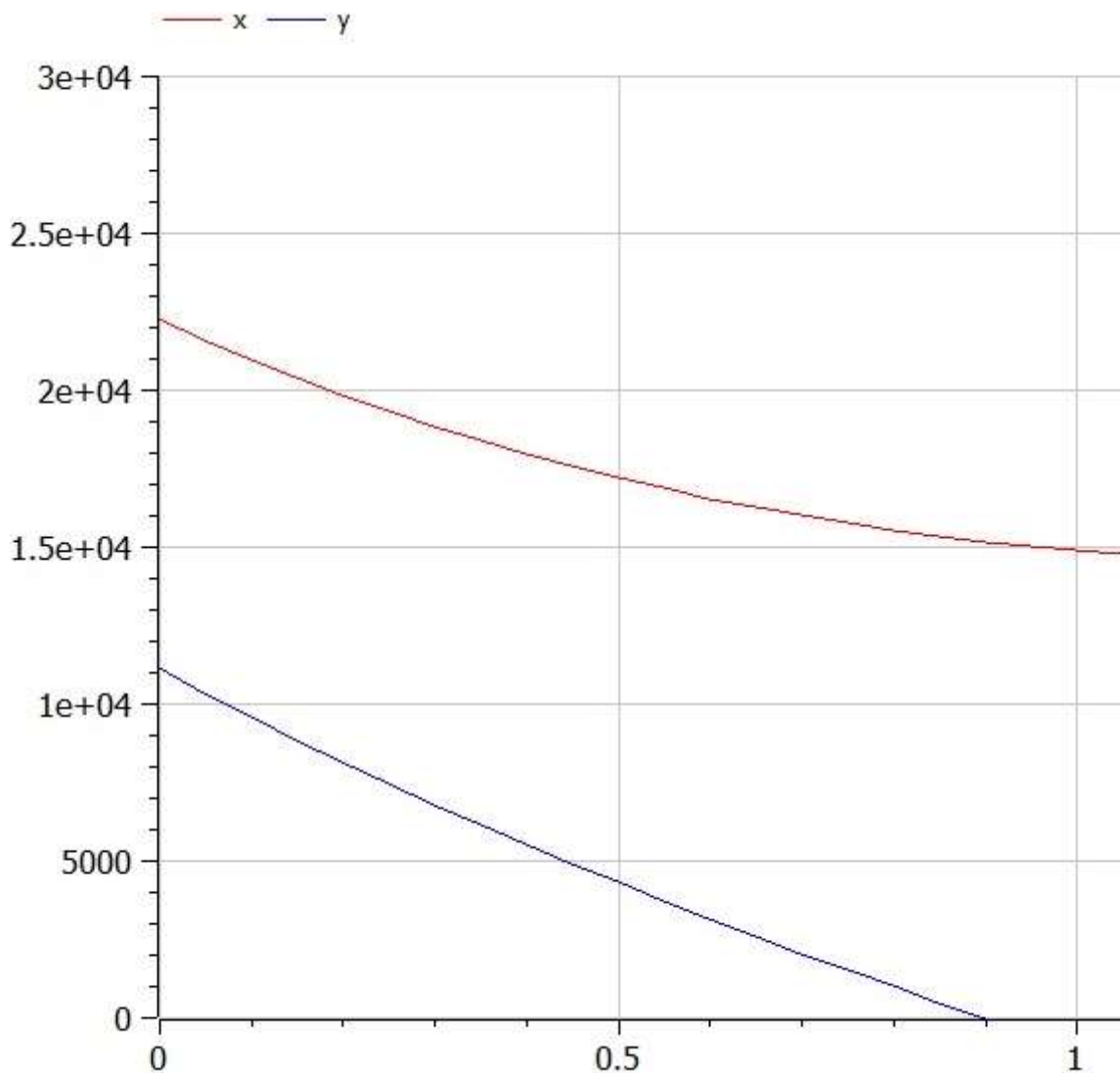
q= cos(0.5t) + 2; //возможность подхода подкрепления к войскам Y

der(x)=-ax-by+p;

der(y)=-cx-hy+q;

end zadacha01;

Получили график для первого случая (рис.1):



2.2 Случай 2

model zadacha02

// Случай 2: Модель боевых действий регулярных войск и партизанских отрядов

parameter Real t; //время

constant Real a=0.31; //константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери

constant Real b=0.79; //эффективность боевых действий для армии y

constant Real c=0.59; //эффективность боевых действий для армии x

constant Real h=0.21; //константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери

Real p;

Real q;

Real x;

Real y;

initial equation

x=22222; //численность армии в X

y=11111; //численность армии в Y

t=0;

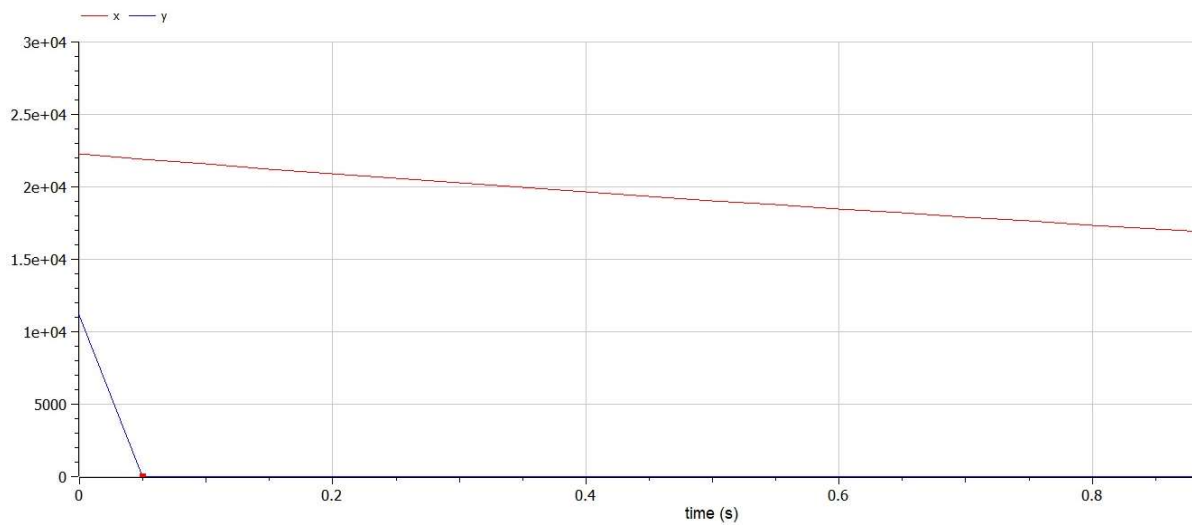
equation

p= sin(2.5t) + 1; //возможность подхода подкрепления к войскам X

q= cos(2t) + 2; //возможность подхода подкрепления к войскам Y

```
der(x)=-ax-by+p;  
der(y)=-cxy-h*y+q;  
  
end zadacha02;
```

Получили график для второго случая (рис.2):



Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы я освоила OpenModelica, рассмотрела простейшую модель боевых действий – модель Ланчестера, научилась строить графики для данной модели.

Список литературы

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