
Front matter

Generic options

lang: ru-RU toc-title: "Содержание"

Bibliography

bibliography: bib/cite.bib csl: pandoc/csl/gost-r-7-0-5-2008-numeric.csl

Pdf output format

toc: true # Table of contents toc_depth: 2 lof: true # List of figures lot: true # List of tables fontsize: 12pt
linestretch: 1.5 papersize: a4 documentclass: scrreprt

l18n

polyglossia-lang: name: russian options: - spelling=modern - babelshorthands=true polyglossia-otherlangs:
name: english

Fonts

mainfont: PT Serif romanfont: PT Serif sansfont: PT Sans monofont: PT Mono mainfontoptions: Ligatures=TeX
romanfontoptions: Ligatures=TeX sansfontoptions: Ligatures=TeX,Scale=MatchLowercase monofontoptions:
Scale=MatchLowercase,Scale=0.9

Biblatex

biblatex: true biblio-style: "gost-numeric" biblatexoptions:

- parenttracker=true
- backend=biber
- hyperref=auto
- language=auto
- autolang=other*
- citestyle=gost-numeric

Misc options

indent: true header-includes:

- \linepenalty=10 # the penalty added to the badness of each line within a paragraph (no associated penalty node) Increasing the value makes tex try to have fewer lines in the paragraph.
- \interlinepenalty=0 # value of the penalty (node) added after each line of a paragraph.
- \hyphenpenalty=50 # the penalty for line breaking at an automatically inserted hyphen

- `\exhyphenpenalty=50` # the penalty for line breaking at an explicit hyphen
 - `\binoppenalty=700` # the penalty for breaking a line at a binary operator
 - `\relpenalty=500` # the penalty for breaking a line at a relation
 - `\clubpenalty=150` # extra penalty for breaking after first line of a paragraph
 - `\widowpenalty=150` # extra penalty for breaking before last line of a paragraph
 - `\displaywidowpenalty=50` # extra penalty for breaking before last line before a display math
 - `\brokenpenalty=100` # extra penalty for page breaking after a hyphenated line
 - `\predisplaypenalty=10000` # penalty for breaking before a display
 - `\postdisplaypenalty=0` # penalty for breaking after a display
 - `\floatingpenalty = 20000` # penalty for splitting an insertion (can only be split footnote in standard LaTeX)
 - `\raggedbottom` # or `\flushbottom`
 - `\usepackage{float}` # keep figures where there are in the text
 - `\floatplacement{figure}{H}` # keep figures where there are in the text
-

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных
наук

Кафедра прикладной информатики и теории
вероятностей

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3

Дисциплина: Математическое моделирование

Преподаватель: Кулябов Дмитрий Сергеевич

Студент: Попова Юлия Дмитриевна

Группа: НФИбд-03-19

МОСКВА

2022 г.

Цель работы

Рассмотреть простейшие модели боевых действий - модели Ланчестера.

Задание работы

Вариант 37

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 895 000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 577 000 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты a, b, c, h постоянны. Также считаем $P(t)$ и $Q(t)$ непрерывные функции.

Построить графики изменения численности войск армии X и армии Y для случаев:

- Модель боевых действий между регулярными войсками: $\frac{dx}{dt} = -0.34x(t) - 0.93y(t) + 2\sin(t)$
 $\frac{dy}{dt} = -0.54x(t) - 0.29y(t) + \cos(t) + 3$
- Модель ведения боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов:
 $\frac{dx}{dt} = -0.31x(t) - 0.88y(t) + 2\sin(2t)$
 $\frac{dy}{dt} = -0.41x(t)y(t) - 0.41y(t) + \cos(t) + 3$

Теоретическое введение

Законы Ланчестера - математическая формула для расчета относительных сил пары сражающихся сторон (подразделений вооруженных сил).

Выполнение лабораторной работы

Постановка задачи

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).

Рассмотри два случая ведения боевых действий:

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

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: $\frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t)$ $\frac{dy}{dt} = -c(t)x(t) - h(t)y(t) + Q(t)$

Потери, не связанные с боевыми действиями, описывают члены $-a(t)x(t)$ и $-h(t)y(t)$, члены $-b(t)x(t)$ и $-c(t)y(t)$ отражают потери на поле боя. Коэффициенты $b(t)$ и $c(t)$ указывают на эффективность боевых действий со стороны y и x соответственно, $a(t)$ и $h(t)$ - величины, характеризующие степень влияния различных факторов на потери. Функции $P(t)$ и $Q(t)$ 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 неизбежно, 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: $\frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t)$ $\frac{dy}{dt} = -c(t)x(t)y(t) - h(t)y(t) + Q(t)$

В этой системе все величины имеют тот же смысл, что и в системе модели боевых действий между регулярными войсками.

Решение поставленной задачи

Модель боевых действий между регулярными войсками $\frac{dx}{dt} = -0.34x(t) - 0.93y(t) + 2\sin(t)$ $\frac{dy}{dt} = -0.54x(t) - 0.29y(t) + \cos(t) + 3$

Тогда начальные условия:

$x_0 = 895\,000$ - численность войска страны X

$y_0 = 577\,000$ - численность войска страны Y

$a = 0.34$ - коэффициент потери численности войска у страны X

$c = 0.93$ - эффециент боевых действий у страны X

$P(t) = 2\sin(t)$ - возможность подкрепления у страны X

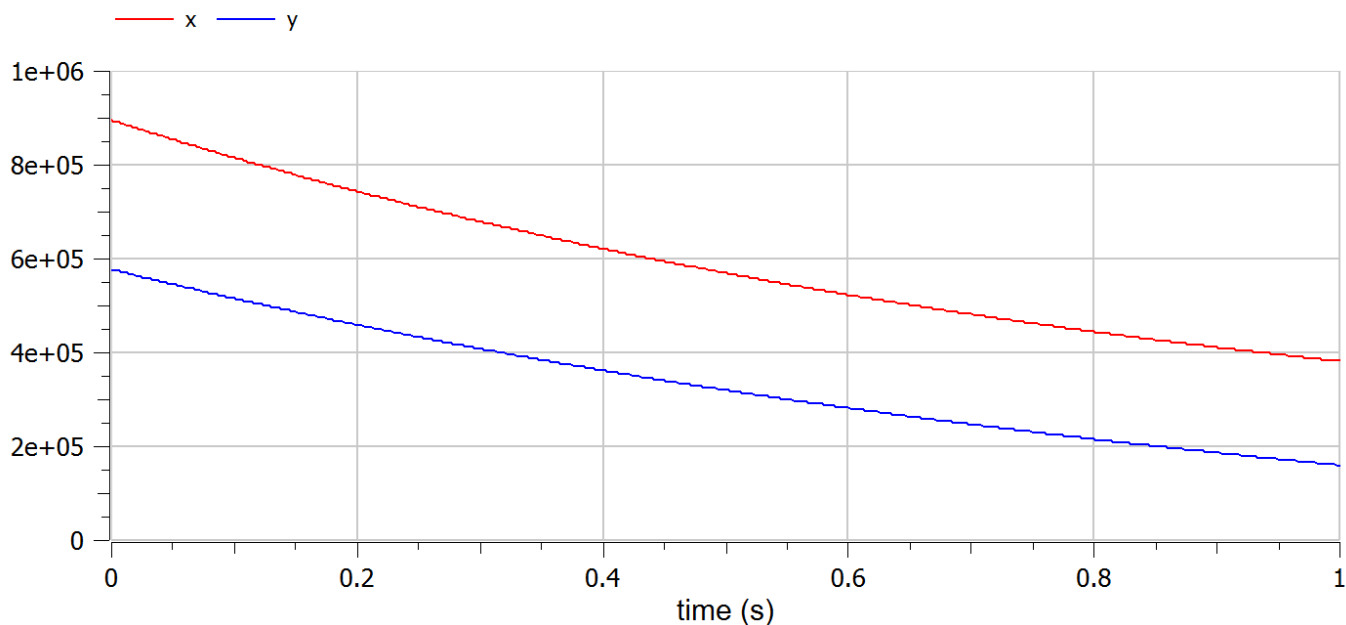
$b = 0.54$ - эффециент боевых действий у страны Y

$h = 0.29$ - коэффициент потери численности войска у страны Y

$Q(t) = \cos(t) + 3$ - возможность подкрепления у страны X

Реализация в OpenModelica

В результате выполнения программы получаем график изменения численности войск.



Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов $\frac{dx}{dt} = -0.31x(t) - 0.88y(t) + 2\sin(2t)$ $\frac{dy}{dt} = -0.41x(t)y(t) - 0.41y(t) + \cos(t) + 3$

Тогда начальные условия:

$x_0 = 895\,000$ - численность войска страны X

$y_0 = 577\,000$ - численность войска страны Y

$a = 0.31$ - коэффициент потери численности войска у страны X

$c = 0.88$ - эффециент боевых действий у страны X

$P(t) = 2\sin(2t)$ - возможность подкрепления у страны X

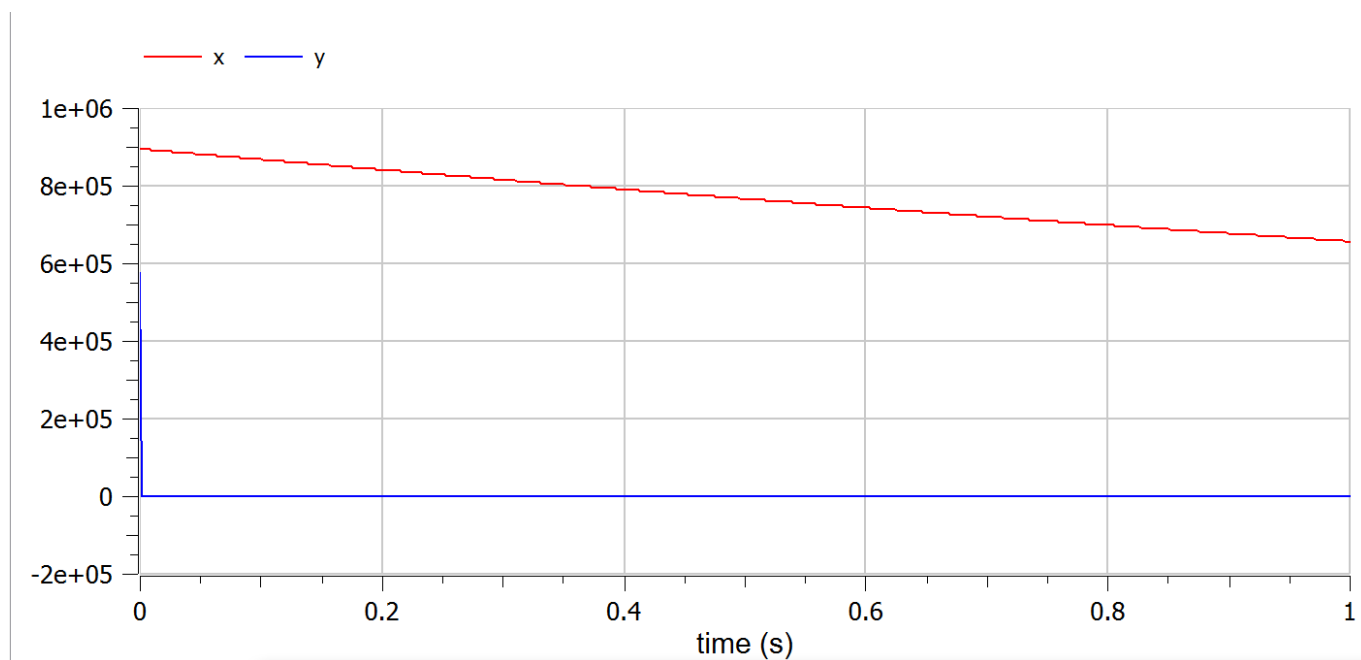
$b = 0.41$ - эффециент боевых действий у страны Y

$h = 0.41$ - коэффициент потери численности войска у страны Y

$Q(t) = \cos(t) + 3$ - возможность подкрепления у страны X

Реализация в OpenModelica

В результате выполнения программы получаем график изменения численности войск.



Вывод

Мы рассмотрели простейшие модели боевых действий - модели Ланчестера.

Библиография

1. Законы Ланчестера - http://wp.wiki-wiki.ru/wp/index.php/%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