

# Цель работы

---

Цель данной работы состоит в том, чтобы рассмотреть простейшие модели боевых действий – модели

Ланчестера и научиться моделировать боевые действия.

## Задание

---

(Вариант 11)

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 120 000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 90 000 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

$$\frac{dx}{dt} = -0,62x(t) - 0,68y(t) + \sin(2t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,59x(t) - 0,71y(t) + \cos(2t)$$

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

$$\frac{dx}{dt} = -0,38x(t) - 0,68y(t) + \sin(2t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,21x(t)y(t) - 0,71y(t) + \cos(2t)$$

## Теоретическое введение

---

Для определения жертв войн, действительных или потенциальных, наибольшее значение имеют следующие четыре модели.

1. Модель собственно Ланчестера (имеются только коэффициенты  $b$  и  $f$ ). В этом случае количество жертв пропорционально количеству встреч между индивидуумами противоборствующих сторон (произведение численности сторон:  $x \times y$ ). Наиболее актуально подобное взаимодействие тогда, когда две стороны располагаются на общей территории (партизанская война, репрессии, вражда двух этносов и т. д.).
2. Модель Осипова (коэффициенты  $a$  и  $e$ ). Количество жертв пропорционально численности противоположной стороны. Это может быть классическое военное взаимодействие, когда две стороны контактируют лишь на переднем крае.
3. Модель Петерсона (коэффициенты  $a$  и  $e$ ). Количество жертв определяется численностью своей стороны. Это может быть моделью холодной войны, когда чем больше своих подводных лодок несут боевое дежурство, тем больше их гибнет.
4. Модель Брекни (коэффициенты  $a$  и  $f$  либо  $b$  и  $e$ ). Жертвы одной стороны пропорциональны количеству встреч, а другой – численности ее противника. Модель была создана под впечатлением боевых действий во Вьетнаме и довольно удовлетворительно описывает конфликт, в котором одна из сторон ведет классическую войну, а вторая – партизанскую.

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).

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.

## Решение

1. Случай первый, когда война веедётся между регулярными войсками

- Программный код

```
model war1

type Time = Real(unit="days", min=0);

//начальные условия
Real a = 0.62;//константа, характеризующая степень влияния различных
факторов на потери
Real b = 0.68;//эффективность боевых действий армии y
Real c = 0.59;//эффективность боевых действий армии x
Real h = 0.71;//константа, характеризующая степень влияния различных
факторов на потери

Real p;
Real q;

Real x;
Real y;
```

```

parameter Time t;//начальный момент времени

initial equation
x = 120000;//численность первой армии
y = 90000;//численность второй армии
t = 0;

equation
p = sin(2*t);
q = cos(2*t);

der(x) = - a*x - b*y + p;//изменение численности первой армии
der(y) = - c*x - h*y + q;//изменение численности второй армии

end war1;

```

- График для случая с регулярными войсками (рис. 1)

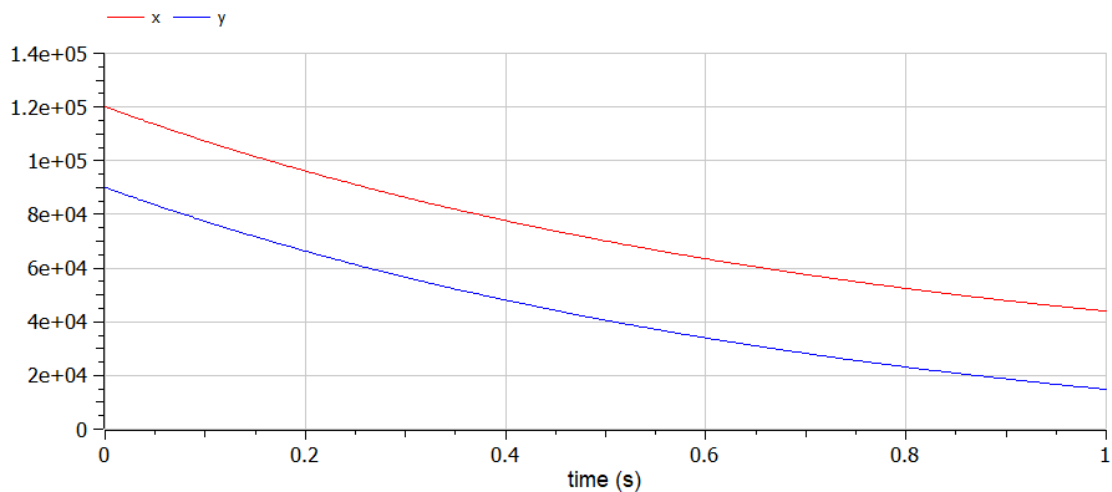


Рис. 1. График для случая с регулярными войсками

2. Случай второй, когда война ведется между регулярными войсками с участием партизанских отрядов (рис. 2)

- Программный код

```

model war2

type Time = Real(unit="days", min=0);

//начальные условия
Real a = 0.38;//константа, характеризующая степень влияния различных
факторов на потери
Real b = 0.68;//эффективность боевых действий армии y
Real c = 0.21;//эффективность боевых действий армии x
Real h = 0.71;//константа, характеризующая степень влияния различных
факторов на потери

Real p;
Real q;

Real x;
Real y;

```

```

parameter Time t;//начальный момент времени

initial equation
x = 120000;//численность первой армии
y = 90000;//численность второй армии
t = 0;

equation
p = sin(2*t);
q = cos(2*t);

der(x) = - a*x - b*y + p;//изменение численности первой армии
der(y) = - c*x*y - h*y + q;//изменение численности второй армии

end war2;

```

- График для случая с регулярными войсками и партизанскими отрядами (рис. 2)

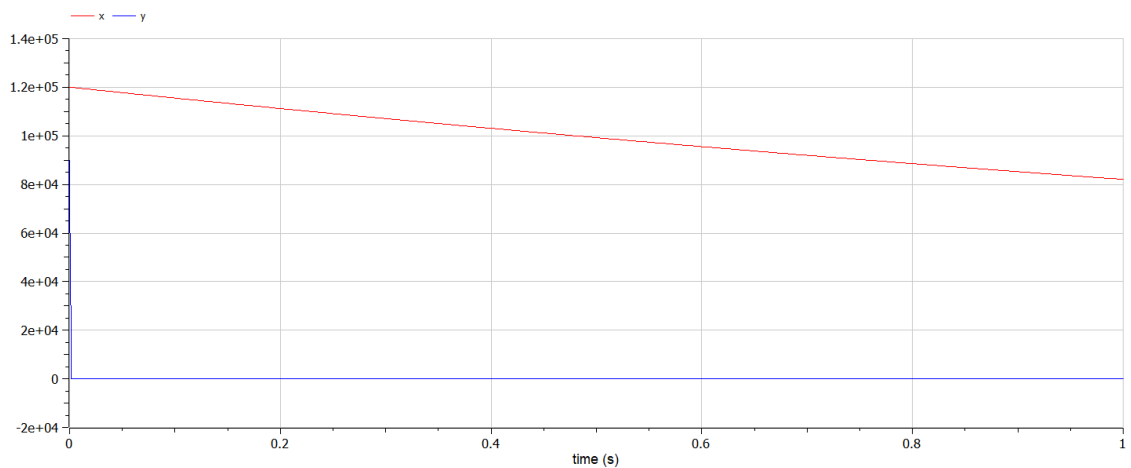


Рис. 2. График для случая с регулярными войсками и партизанскими отрядами

## Выводы

1. Познакомилась с моделью боевых действий от Ланчестера.
2. Рассмотрела два случая ведения боевых действий: между регулярными войсками, с участием регулярных войск и партизанских.
3. Построила графики изменения численности войск армии для этих случаев.
4. Познакомилась с openModelica на практике.

## Библиография

1. [Методичка по моделированию боевых действий. Кулябов Д.С.](#)
2. [Formulas in Markdown. Archer Reilly.](#)
3. [Определение жертв войн через ланчестерские модели](#)