

Лабораторная работа №3. Модель боевых действий

с/б 1032186063 | НФИбд-01-18

Доборщук Владимир Владимирович

27 февраля 2021

RUDN University, Moscow, Russian Federation

Цели и задачи

Изучить модель боевых действий, её интерпретации, а также реализовать её в виде программного кода.

- изучить теорию о модели боевых действий
 - только между регулярными войсками
 - между регулярными войсками и партизанскими отрядами
 - только между партизанскими отрядами
- реализовать программный код на Python
 - модель ведения боевых действий между регулярными войсками
 - модель ведения боевых действий между регулярными войсками и партизанскими отрядами

Ход выполнения лабораторной работы

Вариант 14: $1032186063 \bmod 70 + 1 = 14$

$x_0 = 200000$ - численность армии X

$y_0 = 119000$ - численность армии Y

Формируем начальные значения:

```
1  x0 = 200000
2  y0 = 119000
3  t0 = 0
4
5  tmax = 1
6  dt = 0.05
7
8  t = np.arange(t0, tmax, dt)
9
10 v0 = np.array([x0, y0])
```

Программная реализация

Также предварительно определим функцию для построения графиков:

```
1  def army_model(time, data, num):
2      title = 'Combat Model #' + num
3      plt.plot(time, data[0], 'steelblue', label='
        Армия X')
4      plt.plot(time, data[1], 'firebrick', label='
        Армия Y')
5      plt.title(title)
6      plt.xlabel('Time')
7      plt.ylabel('Army size')
8      plt.ylim(0, None)
9      plt.legend()
10     plt.grid(True)
11     plt.margins(0.05)
12     plt.subplots_adjust(left=0, bottom=0, right
        =0.8, top=1)
```


Ведение боевых действий между регулярными войсками

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

$a = 0.5, h = 0.8$ - потери от побочных факторов (болезнь, дезертирство и т.д.)

$b = 0.8, c = 0.7$ - потери во время хода боевых действий

$P(t) = \sin t + 5 + 1, \quad Q(t) = \cos t + 3 + 1$ - функции, определяющие подход подкрепления

Программная реализация (первая модель)

Введём необходимые коэффициенты для модели боевых действий между регулярными войсками.

$$1 \quad a = 0.5$$

$$2 \quad b = 0.8$$

$$3 \quad c = 0.7$$

$$4 \quad h = 0.8$$

Программная реализация (первая модель)

Далее, необходимо определить функции $P(t)$ и $Q(t)$, а также необходимую нам функцию для СДУ.

```
1  # possibility of reinforcement approach for X
2  def P1(t):
3      p = sin(t+5) + 1
4      return p
5
6  # possibility of reinforcement approach for Y
7  def Q1(t):
8      q = cos(t+3) + 1
9      return q
10
11 # system of differential equations function
12 def dy1(y,t):
13     dy_1 = -a*y[0] - b*y[1] + P1(t)
14     dy_2 = -c*y[0] - h*y[1] + Q1(t)
15     return [dy_1, dy_2]
```

Программная реализация (первая модель)

Далее, решим систему дифференциальных уравнений с помощью функции `odeint` и построим модель графически.

```
1 y = odeint(dy1, v0, t)
2 army_data = [[elem[0] for elem in y], [elem[1]
    for elem in y]]
3
4 army_model(t, army_data, str(1))
```

График первой модели

Можем наблюдать параллельное и равномерное снижение численности обеих армий (рис. 1).

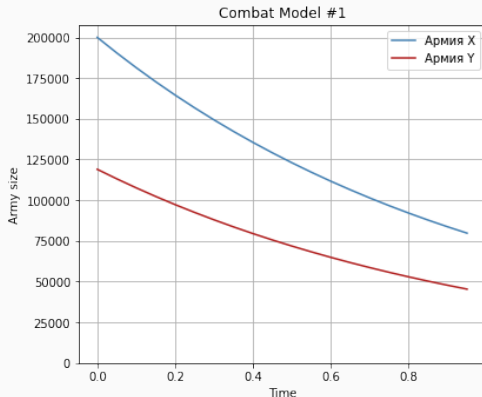


Рис. 1: Первая модель

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

$$a = 0.5, h = 0.5$$

$$b = 0.8, c = 0.3$$

$$P(t) = \sin 10t, \quad Q(t) = \cos 10t$$

Переопределим коэффициенты для модели ведения боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов.

- | | |
|---|-----------|
| 1 | $a = 0.5$ |
| 2 | $b = 0.8$ |
| 3 | $c = 0.3$ |
| 4 | $h = 0.5$ |

Программная реализация (вторая модель)

Также переопределим функции $P(t)$ и $Q(t)$,
модифицируем для данной модели СДУ.

```
1 # possibility of reinforcement approach for X
2 def P2(t):
3     p = sin(10*t)
4     return p
5
6 # possibility of reinforcement approach for Y
7 def Q2(t):
8     q = cos(10*t)
9     return q
10
11 # system of differential equations function
12 def dy2(y,t):
13     dy_1 = -a*y[0] - b*y[1] + P2(t)
14     dy_2 = -c*y[0]*y[1] - h*y[1] + Q2(t)
15     return [dy_1, dy_2]
```


Программная реализация (вторая модель)

Повторно решим нашу СДУ при новых условиях.

```
1 y = odeint(dy2, v0, t)
2 army_data = [[elem[0] for elem in y], [elem[1]
    for elem in y]]
3
4 army_model(t, army_data, str(2))
```

График второй модели

Полученный результат говорит о стремительных потерях армией Y при реализации данной интерпретации модели боевых действий (рис.2).

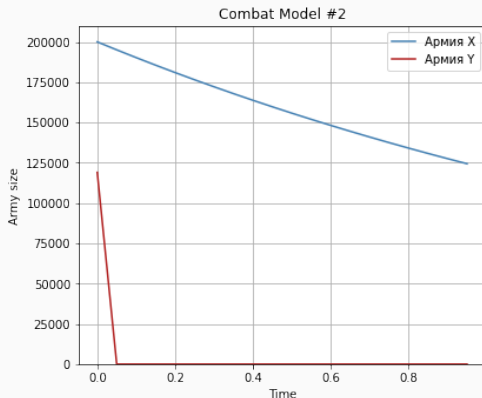


Рис. 2: Вторая модель

Выводы

Была изучена модель боевых действий, её интерпретации, а также её реализация в виде программного кода.

По построенным моделям можно судить, что при участии партизанских отрядов, армия Y будет иметь намного меньше возможностей для сдерживания армии X , но и при их отсутствии она будет сокрушена за отведенный промежуток времени или ранее.