
Лабораторная работа №3. Модель боевых действий

с/б 1032186063 | НФИбд-01-18

Доборщук Владимир Владимирович

27 февраля 2021

Содержание

Цели и задачи	4
Теоретическая справка	5
Боевые действия между регулярными войсками	5
Боевые действия между регулярными войсками и партизанскими отрядами	5
Боевые действия партизанских отрядов	5
Использование постоянных коэффициентов	6
Программная реализация	7
Инициализация начальных данных	7
Реализация моделей	8
Модель боевых действий №1	8
Модель боевых действий №2	9
Выводы	12

Список иллюстраций

1	Модель боевых действий №1	9
2	Модель боевых действий №2	11

Цели и задачи

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

Задачи:

- 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

Теоретическая справка

Боевые действия между регулярными войсками

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

где $a(t)$ и $h(t)$ описывают влияние дополнительных факторов на потери (болезнь, дезертирство и тому подобное), а $b(t)$ и $c(t)$ - коэффициенты эффективности ведения боевых действий соответственно для войск Y и X .

Боевые действия между регулярными войсками и партизанскими отрядами

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 темп потерь партизан, проводящих свои операции в разных местах на некоторой известной территории, пропорционален не только численности армейских соединений, но и численности самих партизан.

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

Боевые действия партизанских отрядов

С учётом вышеописанного, полная модель при участии партизанских отрядов будет иметь следующий вид:

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

Использование постоянных коэффициентов

Коэффициенты $a(t)$, $b(t)$, $c(t)$, $h(t)$ будут постоянными при выполнении лабораторной работы, так как в альтернативном случае задача моделирования подобного процесса значительно усложняется.

Программная реализация

Инициализация начальных данных

Все данные соответствуют варианту 14 ($1032186063 \bmod 70 + 1 = 14$)

Инициализация библиотек

```
1 import numpy as np
2 from math import cos, sin
3 from scipy.integrate import odeint
4 import matplotlib.pyplot as plt
```

Начальные данные

```
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])
```

Функция 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)
```

Реализация моделей

Модель боевых действий №1

Введём необходимые коэффициенты для модели боевых действий между регулярными войсками.

```
1 a = 0.5
2 b = 0.8
3 c = 0.7
4 h = 0.8
```

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

```
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]
```

Далее, решим систему дифференциальных уравнений с помощью функции `odeint` и построим модель графически (рис. 1).

```
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))
```

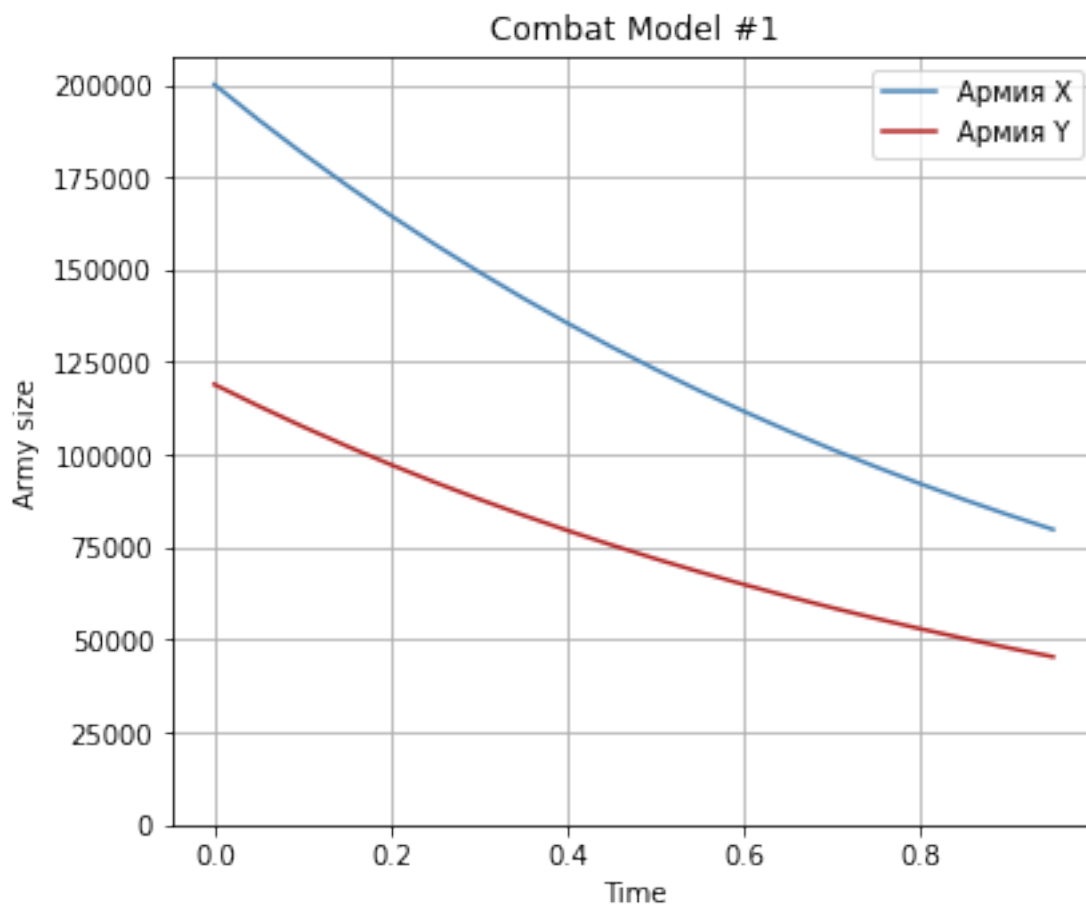



Рис. 1: Модель боевых действий №1

Модель боевых действий №2

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 $h = 0.5$

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]
```

Повторно решим нашу СДУ при новых условиях (рис. 2).

```
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))
```

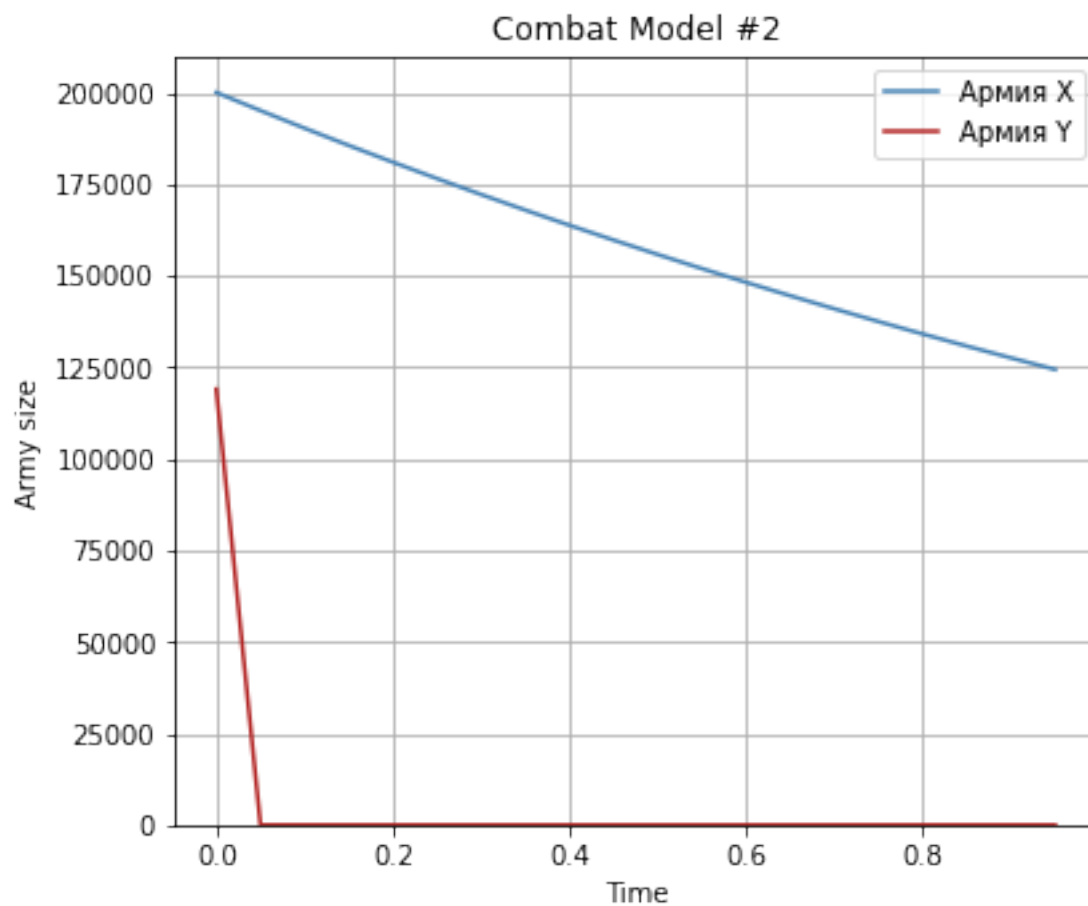


Рис. 2: Модель боевых действий №2

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.