

# Лабораторная Работа №3. Модель боевых действий

Математическое моделирование

---

Исаев Б.А.

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

- Исаев Булат Абубакарович
- НПИБд-01-22
- Российский университет дружбы народов
- [1132227131@pfur.ru]

Между страной X и страной Y идет война. Численность состава войск исчисляется от начала войны, и являются временными функциями  $x(t)$  и  $y(t)$ . Для упрощения модели считаем, что коэффициенты  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $h$  постоянны. Также считаем  $P(t)$  и  $Q(t)$  непрерывные функции. Рассмотрите 3 модели боя.

1. Модель боевых действий между регулярными войсками  $dx/dt = -ax(t) - by(t) + P(t)$   
 $dy/dt = -cx(t) - hy(t) + Q(t)$
2. Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов  $dx/dt = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t)$   
 $dy/dt = -c(t)x(t)y(t) - h(t)y(t) + Q(t)$
3. Модель боевых действий между партизанскими отрядами  $dx/dt = -a(t)x(t) - b(t)x(t)y(t) + P(t)$   
 $dy/dt = -h(t)y(t) - c(t)h(t)y(t) + Q(t)$

Проверьте, как работает модель в различных ситуациях, постройте графики

```
PS C:\Windows\system32> 1132227131 % 70 + 1  
22
```

**Figure 1:** Узнаём наш вариант по формуле (“Номер Студенческого” % “Количество вариантов” + 1)

## Вариант 22

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 24 000 человек, а в распоряжении страны  $Y$  армия численностью в 54 000 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

$$\frac{dx}{dt} = -0,4x(t) - 0,64y(t) + \sin(t + 5) + 1$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,77x(t) - 0,3y(t) + \cos(t + 5) + 1$$

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

$$\frac{dx}{dt} = -0,35x(t) - 0,67y(t) + \sin(2t) + 2$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,77x(t)y(t) - 0,45y(t) + \cos(t) + 1$$

## Пример 3.2

### Пример 3.2.

1. Модель боевых действий между регулярными войсками.

Зададим коэффициент смертности, не связанный с боевыми действиями у первой армии  $0,4$ , у второй  $0,7$ . Коэффициенты эффективности первой и второй армии  $0,5$  и  $0,8$  соответственно. Функция, описывающая подход подкрепление первой армии,  $P(t) = \sin t + 1$ . полкпепление втопой армии описывается функцией  $O(t) = \cos t + 1$ . Тогда получим следующую систему, описывающую противостояние между регулярными войсками  $X$  и  $Y$ :

$$\frac{dx}{dt} = -0,4x(t) - 0,8y(t) + \sin t + 1$$

$$\frac{dy}{dt} = -0,5x(t) - 0,7y(t) + \cos t + 1$$

Зададим начальные условия:

$$x_0 = 20000$$

$$y_0 = 9000$$

Построим численное решение задачи.

*Код в среде Scilab*

# Задача лабораторной

## Лабораторная работа № 2

### Задача

Между страной  $X$  и страной  $Y$  идет война. Численность состава войск исчисляется от начала войны, и являются временными функциями  $x(t)$  и  $y(t)$ . Для упрощения модели считаем, что коэффициенты  $a, b, c, h$  постоянны. Также считаем  $P(t)$  и  $Q(t)$  непрерывные функции.

Рассмотрите 3 модели боя.

1. Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\frac{dx}{dt} = -ax(t) - by(t) + P(t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -cx(t) - hy(t) + Q(t)$$

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

$$\frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -c(t)x(t)y(t) - h(t)y(t) + Q(t)$$

3. Модель боевых действий между партизанскими отрядами

$$\frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)x(t)y(t) + P(t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -h(t)y(t) - c(t)x(t)y(t) + Q(t)$$

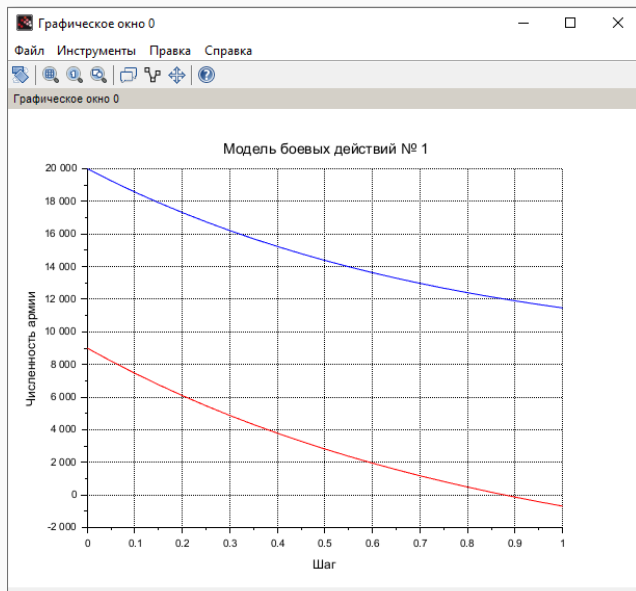
Проверьте, как работает модель в различных ситуациях, постройте графики  $y(t)$  и  $x(t)$  в рассматриваемых случаях. Определите победителя, найдите условие, при котором та или другая сторона выигрывают бой (для каждого случая).

**Примечание:** коэффициенты  $a, b, c, h$ , начальные условия и функции  $P(t), Q(t)$  задайте самостоятельно.

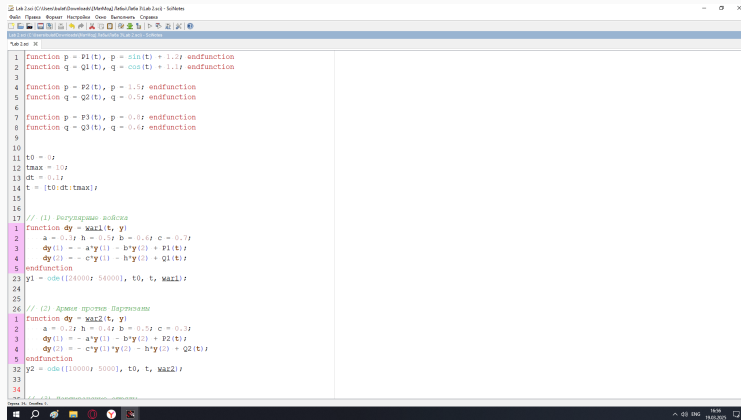
# Код лабораторной (Scilab)

```
Безымянный документ 1 - SciNotes
Файл Правка Формат Настройки Окно Выполнить Справка
Безымянный документ 1 - SciNotes
*Lab 2.scd * Безымянный документ 1
1 //начальные условия
2 x0 = 20000; //численность первой армии
3 y0 = 9000; //численность второй армии
4 t0 = 0; //начальный момент времени
5 a = 0.4; //константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери
6 b = 0.8; //эффективность боевых действий армии y
7 c = 0.5; //эффективность боевых действий армии x
8 h = 0.7; //константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери
9 tmax = 1; //предельный момент времени
10 dt = 0.05; //шаг изменения времени
11 t = [t0:dt:tmax];
12
13 function p = P(t) //возможность подхода подкрепления к армии x
14 p = sin(t) + 1;
15 endfunction
16
17 function q = Q(t) //возможность подхода подкрепления к армии y
18 q = cos(t) + 1;
19 endfunction
20
21 //Система дифференциальных уравнений
22 function dy = syst(t, y)
23 dy(1) = - a*y(1) - b*y(2) + P(t); //изменение численности первой армии
24 dy(2) = - c*y(1) - h*y(2) + Q(t); //изменение численности второй армии
25 endfunction
26
27 v0 = [x0;y0]; //Вектор начальных условий
28 //Решение системы
29 y = ode(v0,t0,t,syst);
30 //Построение графиков решений
31 scf(0);
32 plot2d(t,y(1,:),style=2); //График изменения численности армии x (синий)
33 xtitle('Модель боевых действий № 1', 'Шаг', 'Численность армии');
34 plot2d(t,y(2,:), style = 5); //График изменения численности армии y (красный)
35 xqrid();
```





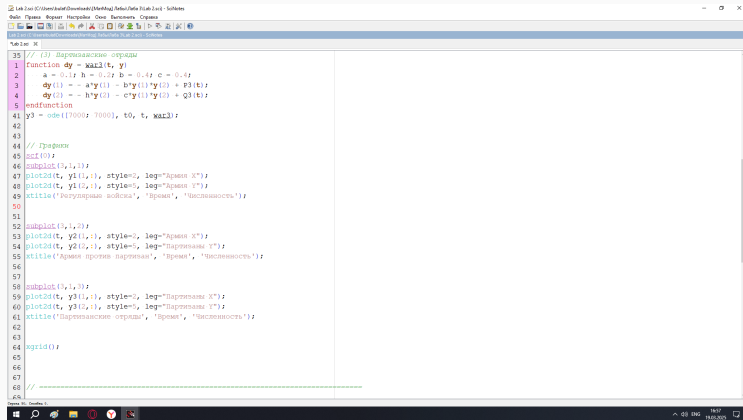
# Выполнение задачи (Часть 1)



```
1 function p = P1(t), p = sin(t) + 1.2; endfunction
2 function q = Q1(t), q = cos(t) + 1.1; endfunction
3
4 function p = P2(t), p = 1.5; endfunction
5 function q = Q2(t), q = 0.5; endfunction
6
7 function p = P3(t), p = 0.8; endfunction
8 function q = Q3(t), q = 0.6; endfunction
9
10
11 t0 = 0;
12 tmax = 10;
13 dt = 0.1;
14 t = [t0:dt:tmax];
15
16
17 // (1) Регуляризи войска
18 function dy = war1(t, y)
19     a = 0.3; h = 0.5; b = 0.6; c = 0.7;
20     dy(1) = -a*y(1) - b*y(2) + P1(t);
21     dy(2) = -c*y(1) - h*y(2) + Q1(t);
22 endfunction
23 y1 = ode([24000; 54000], t0, t, war1);
24
25
26 // (2) Армия против Паранзавы
27 function dy = war2(t, y)
28     a = 0.2; h = 0.4; b = 0.5; c = 0.3;
29     dy(1) = -a*y(1) - b*y(2) + P2(t);
30     dy(2) = -c*y(1)*y(2) - h*y(2) + Q2(t);
31 endfunction
32 y2 = ode([10000; 5000], t0, t, war2);
33
34
```

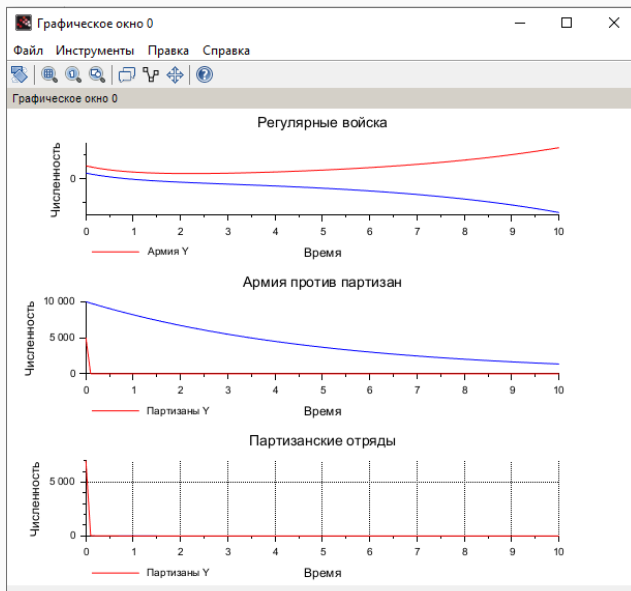
Figure 7: Выполняем нашу задачу на Scilab (Часть 1)

## Выполнение задачи (Часть 2)



```
Lab 2.scilab
// (3) Партизанские отряды
1 function dy = war3(t, y)
2   a = 0.1; h = 0.2; b = 0.4; c = 0.4;
3   dy(1) = -a*y(1) - b*y(1)*y(2) + P3(t);
4   dy(2) = -h*y(2) - c*y(1)*y(2) + Q3(t);
5 endfunction
41 y3 = ode([7000; 7000], t0, t, war3);
42
43
44 // График
45 clf(0);
46 subplot(3,1,1);
47 plot2d(t, y1(1,:), style=2, leg="Армия X");
48 plot2d(t, y1(2,:), style=5, leg="Армия Y");
49 xtitle('Регулярные войска', 'Время', 'Численность');
50
51
52 subplot(3,1,2);
53 plot2d(t, y2(1,:), style=2, leg="Партизаны X");
54 plot2d(t, y2(2,:), style=5, leg="Партизаны Y");
55 xtitle('Армия против партизан', 'Время', 'Численность');
56
57
58 subplot(3,1,3);
59 plot2d(t, y3(1,:), style=2, leg="Партизаны X");
60 plot2d(t, y3(2,:), style=5, leg="Партизаны Y");
61 xtitle('Партизанские отряды', 'Время', 'Численность');
62
63
64 xgrid();
65
66
67
68 //
```

Figure 8: Выполняем нашу задачу на Scilab (Часть 2)



Мы научились работать с моделью боевых действий