

# Лабораторная работа №3

Автор: Новосельцев Данила Сергеевич.

Студенческий Билет: 1032206559

---

## Теория

### Модель боевых действий

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 три случая ведения боевых действий:

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

В первом случае численность регулярных войск определяется тремя факторами:

1. скорость уменьшения численности войск из-за причин, не связанных с боевыми действиями (болезни, травмы, дезертирство);
2. скорость потерь, обусловленных боевыми действиями противоборствующих сторон (что связано с качеством стратегии, уровнем вооружения, профессионализмом солдат и т.п.);
3. 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.

---

# Задача

## Вариант 70

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 80 000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 60 000 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты  $a$   $b$  с  $h$  постоянны. Также считаем  $P(t)$  и  $Q(t)$  непрерывные функции.

## Решение

```
1 using OrdinaryDiffEq
2 using Plots
3
4 #Исходные условия
5 x0 = 80000 #численность первой армии
6 y0 = 60000 #численность второй армии
7 a = 0.21 #коэффициент, характеризующий степень влияния различных факторов на потерю
8 b = 0.855 #эффективность боевых действий армии y
9 c = 0.455 #эффективность боевых действий армии x
10 h = 0.52 #коэффициент, характеризующий степень влияния различных факторов на потерю
11 tspan = (0.0, 3.5)
12
13 #Система дифференциальных уравнений
14 function f(dy, y, p, t)
15     P = sin(t) + 2
16     Q = cos(t) + 2
17     dy[1] = - a*y[1] - b*y[2] + P #изменение численности первой армии
18     dy[2] = - c*y[1] - h*y[2] + Q #изменение численности второй армии
19 end
20
21 v0 = [x0;y0] #вектор начальных условий
22
23
24 #Решение системы
25 prob = ODEProblem(f, v0, tspan)
26 sol = solve(prob, Tsit5())
27 #Построение графика решения
28 plot(sol, linewidth=2, title="Сражение",
29      xaxis="Время", yaxis="Численность армии", label="Армия") # legend=false
```

```
1 using OrdinaryDiffEq
2 using Plots
3
4 #Исходные условия
5 x0 = 80000 #численность первой армии
6 y0 = 60000 #численность второй армии
7 a = 0.227 #коэффициент, характеризующий степень влияния различных факторов на потерю
8 b = 0.687 #эффективность боевых действий армии y
9 c = 0.349 #эффективность боевых действий армии x
10 h = 0.491 #коэффициент, характеризующий степень влияния различных факторов на потерю
11 tspan = (0.0, 10)
12
13
14
15 #Система дифференциальных уравнений
16 function f(dy, y, p, t)
17     P = sin(2t)
18     Q = cos(t)
19     dy[1] = - a*y[1] - b*y[2] + abs(P) #изменение численности первой армии
20     dy[2] = - c*y[2] - h*y[2] + 2*abs(Q) #изменение численности второй армии
21 end
22
23
24 v0 = [x0;y0] #вектор начальных условий
25
26 #Решение системы
27 prob = ODEProblem(f, v0, tspan)
28 sol = solve(prob, Tsit5())
29
30 #Построение графика решения
```

