Лабораторная работа 3

Модель боевых действий

Бешкуров Михаил Борисович

Содержание

1 Цель работы

- Рассмотреть простейшую модель боевых действий – модель Ланчестера:
  - Просчитывать возможности подходов подкреплений к армиям;
  - Составлять системы дифференциальных уравнений изменения численностей армий;
  - Строить графики для моделей боевых действий.

2 Задание

Между страной Х и страной У идет война. Численность состава войск исчисляется от начала войны, и являются временными функциями $x(t)$ и $y(t)$. В начальный момент времени страна Х имеет армию численностью 21 000 человек, а в распоряжении страны У армия численностью в 9 850 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 Х и армии У для следующих случаев:

Между регулярными войсками:

$$\frac{\partial x}{\partial t} = -0.44x(t) - 0.83y(t) + cos(t) + 1$$
$$\frac{\partial y}{\partial t} = -0.45x(t) - 0.71y(t) + sin(t) + 1$$

Между регулярными и партизанами:

$$\frac{\partial x}{\partial t} = -0.31x(t) - 0.78y(t) + |cos(2t)|$$
$$\frac{\partial y}{\partial t} = -0.25x(t)y(t) - 0.71y(t) + |sin(4t)|$$

3 Выполнение лабораторной работы

Код на python:

Коэффициенты (рис. @fig:001)

```
import numpy as np
from scipy.integrate import odeint
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
x0 = 21000  # численность армии X
y0 = 9850  # численность армии Y

# Между регулярными:
a1 = 0.44
b1 = 0.83
c1 = 0.45
h1 = 0.71

# Между регулярными и партизанами:
a2 = 0.31
b2 = 0.78
c2 = 0.25
h2 = 0.71
```

```
# Время
t0 = 0
tmax = 1
dt = 0.05
t = np.arange(t0, tmax, dt)
```

Рис. 3.1: Коэффициенты

Функции 1 (рис. @fig:002)

```
# Первый случай
def P1(t):
    p1 = np.cos(t) + 1
    return p1


def Q1(t):
    q1 = np.sin(t) + 1
    return q1


# Второй случай
def P2(t):
    p2 = abs(np.cos(2 * t))
    return p2


def Q2(t):
    q2 = abs(np.sin(4 * t))
    return q2
```

Рис. 3.2: Функции 1

Функции 2 (рис. @fig:003)

```
# Изменения численности

# Первый случай
def S1(f, t):
    s11 = -a1 * f[0] - b1 * f[1] + P1(t)
    s12 = -c1 * f[0] - h1 * f[1] + Q1(t)
    return s11, s12


# Второй случай
def S2(f, t):
    s21 = -a2 * f[0] - b2 * f[1] + P2(t)
    s22 = -c2 * f[0] * f[1] - h2 * f[1] + Q2(t)
    return s21, s22
```

Рис. 3.3: Функции 2

График первого случая (рис. @fig:004)

```
v = np.array([x0, y0])  # Вектор начальных условий

# Два решения
f1 = odeint(S1, v, t)
f2 = odeint(S2, v, t)

# Первый случай (две регулярные армии)
plt.plot(t, f1)
plt.ylabel('Численность армии')
plt.xlabel('Время')
plt.legend(['Армия X (рег)', 'Армия Y (рег)'])
```

```
<matplotlib.legend.Legend at 0x7fb1da0fe5b0>
```

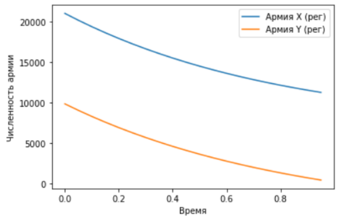

Рис. 3.4: Две регулярные армии

График второго случай (рис. @fig:005)

```
# Второй случай (регулярная армия и партизаны)
plt.plot(t, f2)
plt.ylabel('Численность армии')
plt.xlabel('Время')
plt.legend(['Армия X (рег)', 'Армия Y (парт)'])
```

```
<matplotlib.legend.Legend at 0x7fb1d981d250>
```

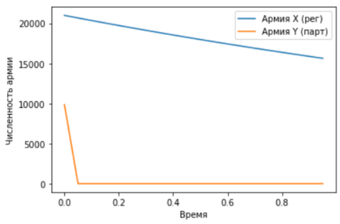

Рис. 3.5: Регулярная армия и партизаны

4 Выводы

- Рассмотрел простейшую модель боевых действий – модель Ланчестера:
  - Научился просчитывать возможности подходов подкреплений к армиям;
  - Научился оставлять системы дифференциальных уравнений изменения численностей армий;
  - Научился строить графики для моделей боевых действий.