

Отчёт по лабораторной работе №3

дисциплина: Математическое моделирование

Ерёменко Артём Геннадьевич, НПИбд-01-18

Содержание

Цель работы	5
Задание	6
Выполнение лабораторной работы	7
Выводы	14

Список таблиц

Список иллюстраций

0.1	Боевые действия между регулярными войсками	13
0.2	Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов	13

Цель работы

Построить упрощенную модель боевых действий с помощью Julia.

Задание

Вариант 4 Между страной \tilde{O} и страной \acute{O} идет война. Численности состава войск исчисляются от начала войны и являются временными функциями $x(t)$ и $y(t)$. В начальный момент времени страна \tilde{O} имеет армию численностью 35 000 человек, а в распоряжении страны \acute{O} армия численностью в 49 000 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты a, b, c, h постоянны. Также считаем $P(t)$ и $Q(t)$ непрерывными функциями.

Постройте графики изменения численности войск армии \tilde{O} и армии \acute{O} для следующих случаев:

1. Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\frac{\partial x}{\partial t} = -0,55x(t) - 0,9y(t) + 2|\sin(t)|$$

$$\frac{\partial y}{\partial t} = -0,8x(t) - 0,63y(t) + \cos(13t) + 1$$

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

$$\frac{\partial x}{\partial t} = -0,35x(t) - 0,46y(t) + 1,5|\sin(2t)|$$

$$\frac{\partial y}{\partial t} = -0,2x(t)y(t) - 0,6y(t) + |\cos(0,5t)| + 1$$

Выполнение лабораторной работы

1. Боевые действия между регулярными войсками

1.1. Изучил начальные условия. Коэффициент смертности, не связанный с боевыми действиями, у первой армии 0,55, а у второй – 0,63. Коэффициент эффективности первой и второй армии 0,9 и 0,8 соответственно. Функция, описывающая подход подкрепление первой армии, $P(t) = 2|\sin(t)|$, подкрепление второй армии описывается функцией $Q(t) = \cos(13t) + 1$. $x_0 = 35000$ – численность 1-ой армии, $y_0 = 49000$ – численность 2-ой армии.

1.2. Оформил начальные условия в код на Julia:

```
x0 = 35000 #численность первой армии
```

```
y0 = 49000 #численность второй армии
```

```
a = 0.55 #константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери
```

```
b = 0.9 #эффективность боевых действий армии y
```

```
c = 0.8 #эффективность боевых действий армии x
```

```
h = 0.63 #константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери
```

```
par = [a,b,c,h] #массив коэффициентов
```

```
function P(t) #возможность подхода подкрепления к армии x
```

```
    return (2*abs(sin(t)))
```

```
end
```

```
function Q(t) #возможность подхода подкрепления к армии y
```

```

    return (cos(13*t) + 1)
end

```

1.3. Для времени задал следующие условия: $t_0 = 0$ – начальный момент времени, $t_{max} = 1$ – предельный момент времени.

1.4. Добавил в программу условия, описывающие время:

```

t0 = 0.0 #начальный момент времени
tmax = 1.0 #предельный момент времени
t = (t0,tmax)

```

1.5. Запрограммировал заданную систему дифференциальных уравнений, описывающих изменение численности армий:

```

#Система дифференциальных уравнений
function NO_PARTIZANS(du,u,p,t)
    a,b,c,h = p
    y1,y2 = u
    du[1] = - a.*y1 - b.*y2 + P(t) #изменение численности первой армии
    du[2] = - c.*y1 - h.*y2 + Q(t) #изменение численности второй армии
end

```

1.6. Создал вектор начальной численности армий:

```

v0 = [x0,y0] #Вектор начальных условий

```

1.7. Запрограммировал решение системы уравнений:

```

prob = ODEProblem(NO_PARTIZANS,v0,t,par)
sol = solve(prob)

```

1.8. Описал построение графика изменения численности армий:

```

#Построение графиков решений
plot(sol,xlabel = "Время", title = "Регулярные войска", label = ["Страна X" "Страна Y"])

```


2. Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов

2.1. Изучил начальные условия. Коэффициент смертности, не связанный с боевыми действиями, у первой армии 0,35, а у второй – 0,6. Коэффициент эффективности первой и второй армии 0,46 и 0,2 соответственно. Функция, описывающая подход подкрепление первой армии, $P(t) = 1,5|\sin(2t)|$, подкрепление второй армии описывается функцией $Q(t) = |\cos(0,5t)| + 1$. Изначальная численность армий такая же, как и в п. 1.1.

2.2. Дополнил начальные условия в коде на Python:

```
a_p = 0.35 #константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери
b_p = 0.46 #эффективность боевых действий армии y
c_p = 0.2 #эффективность боевых действий армии x
h_p = 0.6 #константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери
par_p = [a_p,b_p,c_p,h_p] #массив коэффициентов
```

```
function P_p(t) #возможность подхода подкрепления к армии x
    return (1.5*abs(sin(2*t)))
end
```

```
function Q_p(t) #возможность подхода подкрепления к армии y
    return (cos(0.5*t) + 1)
end
```

2.3. Условия для времени оставил такие же, как и в п. 1.3, соответственно, не дублировал их в программе.

2.4. Запрограммировал заданную систему дифференциальных уравнений, описывающих изменение численности армий:

```
#Система дифференциальных уравнений
function PARTIZANS(du,u,p,t)
    a,b,c,h = p
```

```

y1,y2 = u
du[1] = - a*y1 - b*y2 + P_p(t) #изменение численности первой армии
du[2] = - c*y1*y2 - h*y2 + Q_p(t) #изменение численности второй армии
end

```

2.5. Т. к. начальная численность армий не изменилась, вектор начальных условий тоже не менял.

2.6. Запрограммировал решение системы уравнений:

```

#Решение системы
prob_p = ODEProblem(PARTIZANS,v0,(0.0,0.001),par_p)
sol_p = solve(prob_p)

```

2.7. Описал построение графика изменения численности армий:

```

#Построение графиков решений
plot(sol_p, title = "Регулярные войска + партизаны", label = ["Страна X" "Страна Y"])

```

3. Сборка программы

3.1. Собрал код программы воедино и получила следующий код:

```

using DifferentialEquations, Plots

```

```

x0 = 35000 #численность первой армии
y0 = 49000 #численность второй армии

```

```

a = 0.55 #константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери
b = 0.9 #эффективность боевых действий армии y
c = 0.8 #эффективность боевых действий армии x
h = 0.63 #константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери
par = [a,b,c,h] #массив коэффициентов

```

```

function P(t) #возможность подхода подкрепления к армии x
    return (2*abs(sin(t)))
end

function Q(t) #возможность подхода подкрепления к армии y
    return (cos(13*t) + 1)
end

t0 = 0.0 #начальный момент времени
tmax = 1.0 #предельный момент времени
t = (t0,tmax)

#Система дифференциальных уравнений
function NO_PARTIZANS(du,u,p,t)
    a,b,c,h = p
    y1,y2 = u
    du[1] = - a.*y1 - b*y2 + P(t) #изменение численности первой армии
    du[2] = - c.*y1 - h*y2 + Q(t) #изменение численности второй армии
end

v0 = [x0,y0] #Вектор начальных условий

#Решение системы
prob = ODEProblem(NO_PARTIZANS,v0,t,par)
sol = solve(prob)

#Построение графиков решений
plot(sol,xlabel = "Время", title = "Регулярные войска", label = ["Страна X" "Страна Y"])

a_p = 0.35 #константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери

```

```

b_p = 0.46 #эффективность боевых действий армии y
c_p = 0.2 #эффективность боевых действий армии x
h_p = 0.6 #константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери
par_p = [a_p,b_p,c_p,h_p] #массив коэффициентов

function P_p(t) #возможность подхода подкрепления к армии x
    return (1.5*abs(sin(2*t)))
end

function Q_p(t) #возможность подхода подкрепления к армии y
    return (cos(0.5*t) + 1)
end

#Система дифференциальных уравнений
function PARTIZANS(du,u,p,t)
    a,b,c,h = p
    y1,y2 = u
    du[1] = - a*y1 - b*y2 + P_p(t) #изменение численности первой армии
    du[2] = - c*y1*y2 - h*y2 + Q_p(t) #изменение численности второй армии
end

#Решение системы
prob_p = ODEProblem(PARTIZANS,v0,(0.0,0.001),par_p)
sol_p = solve(prob_p)

#Построение графиков решений
plot(sol_p, title = "Регулярные войска + партизаны", label = ["Страна X" "Страна Y"])

```

3.2. Получил графики изменения численностей армий (см. рис. @fig:001 и @fig:002):

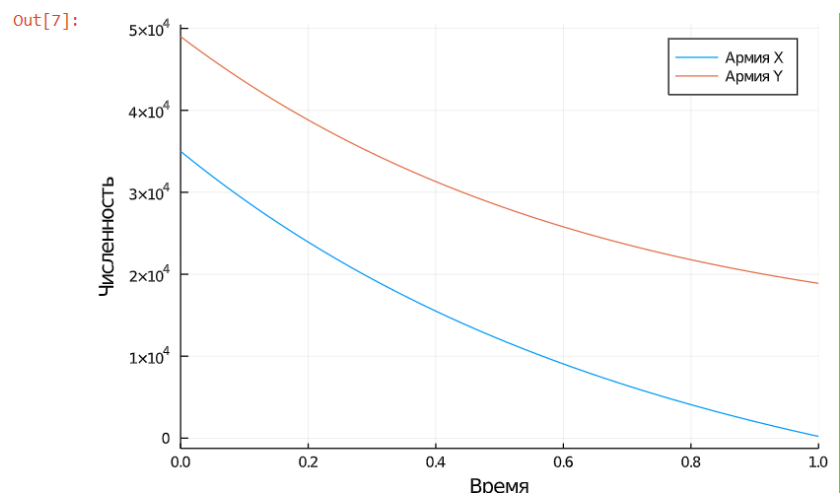


Рис. 0.1: Боевые действия между регулярными войсками

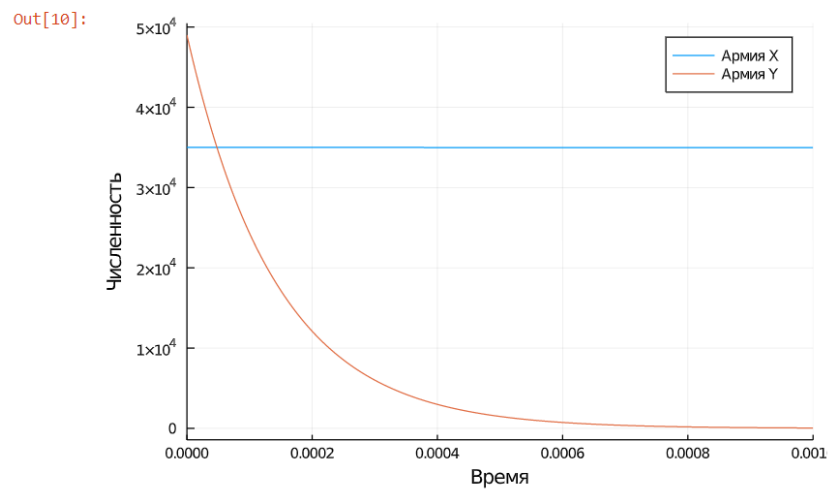


Рис. 0.2: Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов

Выводы

Построил упрощенную модель боевых действий с помощью Julia.

В боевых действиях между регулярными войсками победит армия Y , причем ей на это потребуется довольно много времени (видим по графику, что численность армии X будет на исходе практически в предельный момент времени).

В боевых действиях с участием регулярных войск и партизанских отрядов уже победит армия X , при чём довольно быстро (видим по графику, что армия Y потеряла всех бойцов практически сразу после начала войны).