

# **Лабораторная работа 6**

Тагиев Байрам Алтай оглы

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Выполнение</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Выводы</b>	<b>12</b>
	<b>Библиография</b>	<b>13</b>

# Список иллюстраций

4.1	Графики численности особей трех групп S, I, R, когда больные изолированы . . . . .	9
4.2	Графики численности особей трех групп S, I, R, когда больные не изолированы . . . . .	10
4.3	Графики численности особей трех групп S, I, R, когда больные изолированы . . . . .	11
4.4	Графики численности особей трех групп S, I, R, когда больные не изолированы . . . . .	11

## **Список таблиц**

# 1 Цель работы

Целью данной работы является построение модели эпидемиологической ситуации.

## 2 Задание

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ( $N = 4578$ ) в момент начала эпидемии ( $t = 0$ ) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции)  $I(0) = 78$ , А число здоровых людей с иммунитетом к болезни  $R(0) = 28$ . Таким образом, число людей восприимчивых к болезни, но пока здоровых, в начальный момент времени  $S(0) = N - I(0) - R(0)$ . Постройте графики изменения числа особей в каждой из трех групп. Рассмотрите, как будет протекать эпидемия в случае:

1. если  $I(0) \leq I^*$
2. если  $I(0) > I^*$

### 3 Теоретическое введение

Рассмотрим простейшую модель эпидемии. Предположим, что некая популяция, состоящая из  $N$  особей, (считаем, что популяция изолирована) подразделяется на три группы. Первая группа - это восприимчивые к болезни, но пока здоровые особи, обозначим их через  $S(t)$ . Вторая группа - это число инфицированных особей, которые также при этом являются распространителями инфекции, обозначим их  $I(t)$ . А третья группа, обозначаемая через  $R(t)$  - это здоровые особи с иммунитетом к болезни. До того, как число заболевших не превышает критического значения  $I^*$ , считаем, что все больные изолированы и не заражают здоровых. Когда  $I(0) > I^*$ , тогда инфицирование способны заражать восприимчивых к болезни особей.

## 4 Выполнение

1. Опишем начальные условия для варианта 62 на языке Julia

```
N = 4578
I0 = 78 # заболевшие
R0 = 28 # с иммунитетом
S0 = N - I0 - R0 # здоровые, но восприимчивые
alpha = 0.5 # коэффициент заболеваемости
beta = 0.1 # коэффициент выздоровления
```

2. Зададим соответствующую систему ДУ для первого случая (больные изолированы).

```
function ode_fn(du, u, p, t)
    S, I, R = u
    du[1] = 0
    du[2] = -beta*u[2]
    du[3] = beta*I
end
```

3. Полный исходный код представлен в репозитории ([1]). Запустим вычисление и сохраним график. Давайте перейдем к рассмотрению графика. (fig. 4.1)



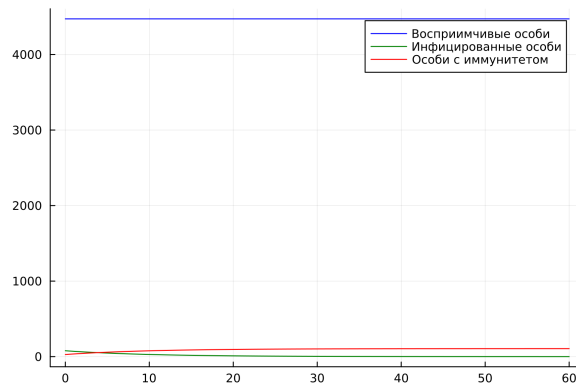


Рис. 4.1: Графики численности особей трех групп S, I, R, когда больные изолированы

4. Изменим систему дифференциальных уравнений для второго случая, когда зараженные могут инфицировать особей из группы S

```
function ode_fn(du, u, p, t)
    S, I, R = u
    du[1] = -alpha*u[1]
    du[2] = alpha*u[1] - beta*u[2]
    du[3] = beta*I
end
```

5. Полный исходный код представлен в репозитории ([2]). Также запустим вычисления и посмотрим (fig. 4.2), что происходит с особями. Здесь мы видим, что зараженные особи заражают восприимчивых особей, а после все зараженные особи получают иммунитет.

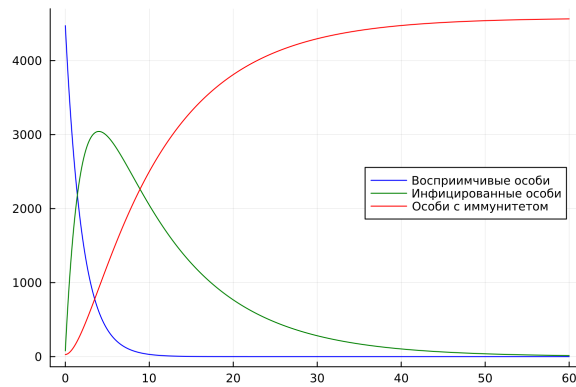


Рис. 4.2: Графики численности особей трех групп S, I, R, когда больные не изолированы

6. Перейдем к OpenModelica. Далее представлен код для описания модели с изоляцией. Полный исходный код представлен в репозитории ([3]).

```

model lab06_1
  Real N = 4578;
  Real I;
  Real R;
  Real S;
  Real alpha = 0.5;
  Real beta = 0.1;
  initial equation
    I = 78;
    R = 28;
    S = N - I - R;
  equation
    der(S) = 0;
    der(I) = -beta*I;
    der(R) = beta*I;
end lab06_1;

```

7. Если запустить симуляцию, то мы увидим следующие графики (fig. 4.3) изменения количества особей в трех группах.

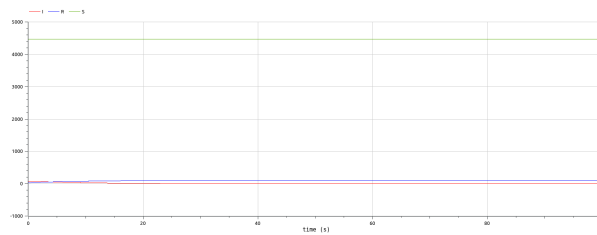


Рис. 4.3: Графики численности особей трех групп S, I, R, когда больные изолированы

8. Добавим в наше ДУ возможность заражения группы S. Полный исходный код представлен в репозитории ([4]).

equation

$\text{der}(S) = -\alpha \cdot S;$

$\text{der}(I) = \alpha \cdot S - \beta \cdot I;$

$\text{der}(R) = \beta \cdot I;$

9. Перейдем к симуляции и увидим следующие изменения (fig. 4.4).

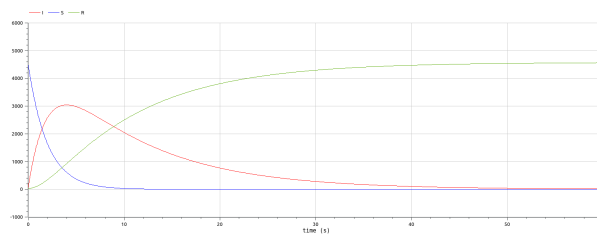


Рис. 4.4: Графики численности особей трех групп S, I, R, когда больные не изолированы

## 5 Выводы

В итоге проделанной работы мы построили графики зависимости численности особей трех групп  $S$ ,  $I$ ,  $R$  для случаев, когда больные изолированы и когда они могут заражать особей группы  $S$ , на языках Julia и OpenModelica.

# Библиография

1. Julia, код для задания 1 [Электронный ресурс]. URL: [https://raw.githubusercontent.com/LLIAJIYH/study\\_2022-2023\\_mathmod/master/labs/lab6/lab/task1.jl](https://raw.githubusercontent.com/LLIAJIYH/study_2022-2023_mathmod/master/labs/lab6/lab/task1.jl).
2. Julia, код для задания 2 [Электронный ресурс]. URL: [https://raw.githubusercontent.com/LLIAJIYH/study\\_2022-2023\\_mathmod/master/labs/lab6/lab/task2.jl](https://raw.githubusercontent.com/LLIAJIYH/study_2022-2023_mathmod/master/labs/lab6/lab/task2.jl).
3. OpenModelica, код для задания 1 [Электронный ресурс]. URL: [https://raw.githubusercontent.com/LLIAJIYH/study\\_2022-2023\\_mathmod/master/labs/lab6/lab/lab06\\_1.mo](https://raw.githubusercontent.com/LLIAJIYH/study_2022-2023_mathmod/master/labs/lab6/lab/lab06_1.mo).
4. OpenModelica, код для задания 2 [Электронный ресурс]. URL: [https://raw.githubusercontent.com/LLIAJIYH/study\\_2022-2023\\_mathmod/master/labs/lab6/lab/lab06\\_2.mo](https://raw.githubusercontent.com/LLIAJIYH/study_2022-2023_mathmod/master/labs/lab6/lab/lab06_2.mo).