

# Российский университет дружбы народов

---

Факультет физико-математических и естественных наук

---

## Отчёт по лабораторной работе №6

---

**Дисциплина:** Математическое моделирование

**Студент:** Оразгелдиева Огулнур

**Группа:** НПИ6д-02-20

---

### Лабораторная работа №6

#### Цель работы

Построить график для задачи об эпидемии.

#### Теоретическое введение<sup>[1]</sup>

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, обозначающаяся 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  $I(t) > I^*$ , тогда инфицирование способны заражать восприимчивых к болезни особей.

#### Задание

Вариант 62

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ( $N=4\,578$ ) 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.  $I(0) \leq I^*$
2.  $I(0) > I^*$

#### Выполнение работы

Напишем программу на OpenModelica для двух случаев (см. рис. 1-2), когда  $I(0) \leq I^*$  и  $I(0) > I^*$  соответственно.

```
model lab6_1
  constant Integer N=4578;
  constant Integer I0=78;
  constant Integer R0=28;
  constant Integer S0=N-I0-R0;
  Real a=0.01;
  Real b=0.02;
  Real t= time;
  Real s(start=S0);
  Real i(start=I0);
  Real r(start=R0);
  equation
    der(s)=0;
    der(i)=-b*i;
    der(r)=b*i;

end lab6_1;
```

Рисунок 1. Код на openmodelica. Случай 1

```
model lab6_2
  constant Integer N=4578;
  constant Integer I0=78;
  constant Integer R0=28;
  constant Integer S0=N-I0-R0;
  Real a=0.01;
  Real b=0.02;
  Real t= time;
  Real s(start=S0);
  Real i(start=I0);
  Real r(start=R0);
  equation
    der(s)=-a*s;
    der(i)=a*s-b*i;
    der(r)=b*i;

end lab6_2;
```

Рисунок 2. Код на openmodelica. Случай 2.

Получили соответствующие графики (см. рис. 3-5). На рисунке 3-4, показан график для первого случая (рис. 4 - график для I, R, без S)

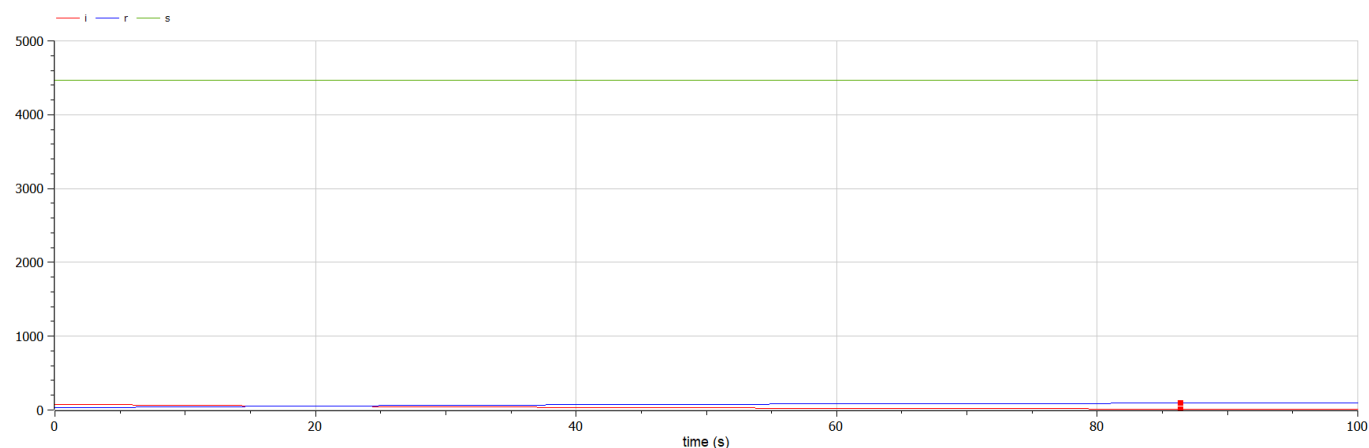


Рисунок 3. График. Случай 1

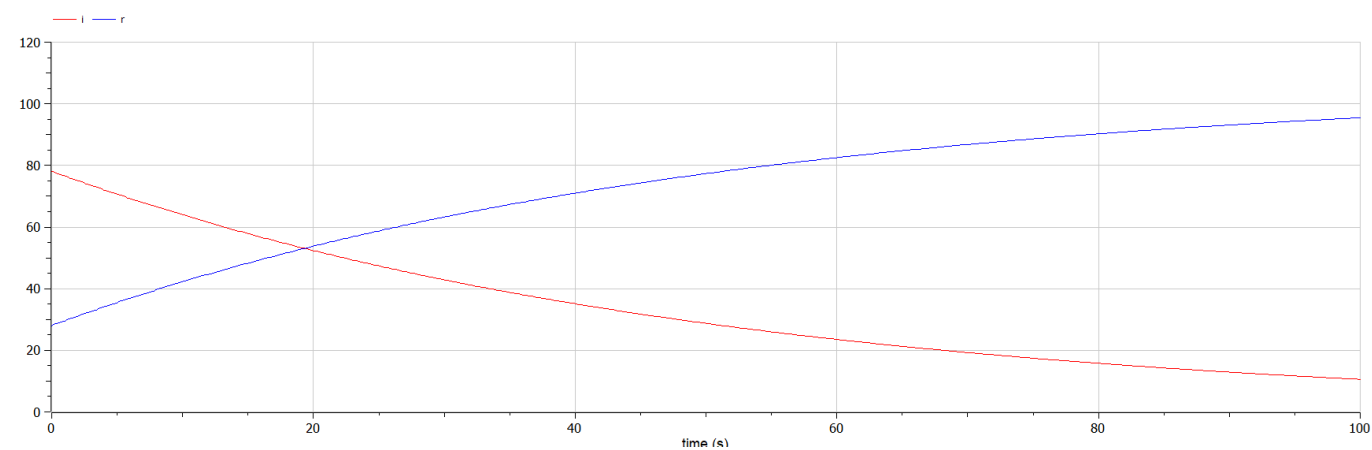


Рисунок 4. График. Случай 1

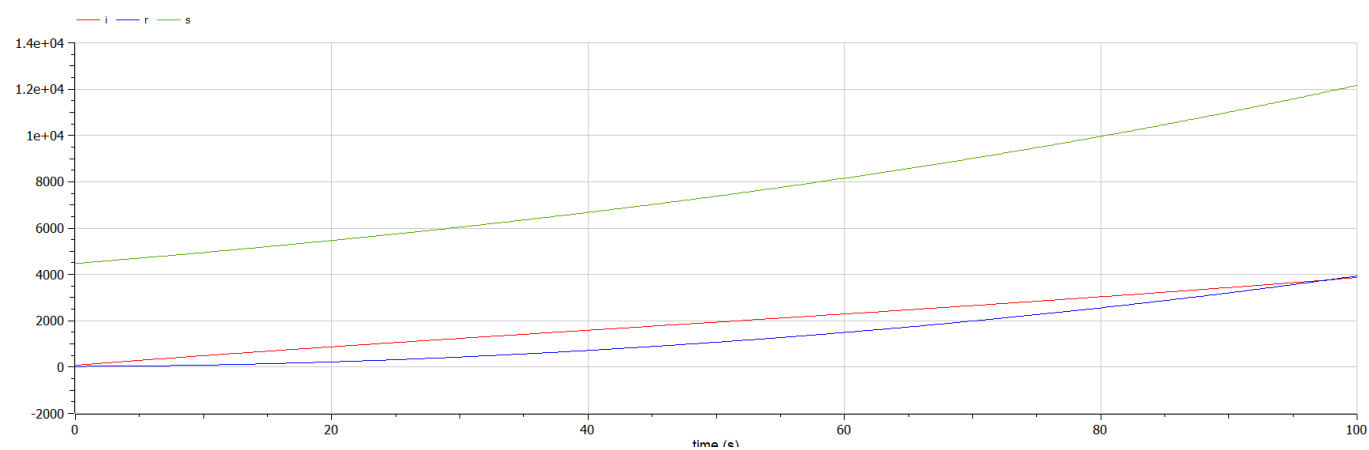


Рисунок 5. График. Случай 2

Написали программы на Julia для первого и второго случая соответственно(см. рис. 6-7)

```

lab6_1.jl > ...
1  using Plots
2  using DifferentialEquations
3
4  a=0.01
5  b=0.02
6  N = 4578
7  I0 = 78
8  R0 = 28
9  S0 = N-I0-R0
10
11 u0 = [S0, I0, R0]
12 time = [0.0, 100.0]
13
14 function F!(du, u, p, t)
15     du[1] = 0
16     du[2] = -b*u[2]
17     du[3] = b*u[2]
18 end
19 prob = ODEProblem(F!, u0, time)
20 sol = solve(prob, saveat=0.1)
21 const S = Float64[]
22 const I = Float64[]
23 const R = Float64[]
24 for u in sol.u
25     s, i, r = u
26     push!(S,s)
27     push!(I,i)
28     push!(R,r)
29 end
30
31 plt1 = plot(dpi = 300, size = (1200,800), title = "Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп (первый случай)")
32 plot!(plt1,sol.t,S,color =:red,label = "Восприимчивые к болезни")
33 plot!(plt1,sol.t,I,color =:blue,label = "Инфицированные")
34 plot!(plt1,sol.t,R,color =:green,label = "Здоровые с иммунитетом")
35
36 savefig(plt1, "lab6_1.png")

```

Рисунок 6. Код на julia. Случай 1

```

lab6_2.jl > ...
1  using Plots
2  using DifferentialEquations
3
4  a=0.01
5  b=0.02
6  N = 4578
7  I0 = 78
8  R0 = 28
9  S0 = N-I0-R0
10 u0 = [S0, I0, R0]
11
12 time = [0.0, 100.0]
13
14 function F!(du, u, p, t)
15     du[1] = a*u[1]
16     du[2] = a*u[1]-b*u[2]
17     du[3] = b*u[2]
18 end
19 prob = ODEProblem(F!, u0, time)
20 sol = solve(prob, saveat=0.1)
21
22 const S = Float64[]
23 const I = Float64[]
24 const R = Float64[]
25 for u in sol.u
26     s, i, r = u
27     push!(S,s)
28     push!(I,i)
29     push!(R,r)
30 end
31
32 plt1 = plot(dpi = 300, size = (1200,800), title = "Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп (первый случай)")
33 plot!(plt1,sol.t,S,color =:red,label = "Восприимчивые к болезни")
34 plot!(plt1,sol.t,I,color =:blue,label = "Инфицированные")
35 plot!(plt1,sol.t,R,color =:green,label = "Здоровые с иммунитетом")
36 savefig(plt1, "lab6_2.png")

```

Рисунок 7. Код на julia. Случай 2

Теперь получаем графики (см. рис. 8-10). На рис. 8-9 показаны графики для случая 1( рис. 8 - без S)



Рисунок 8. График. Случай 1

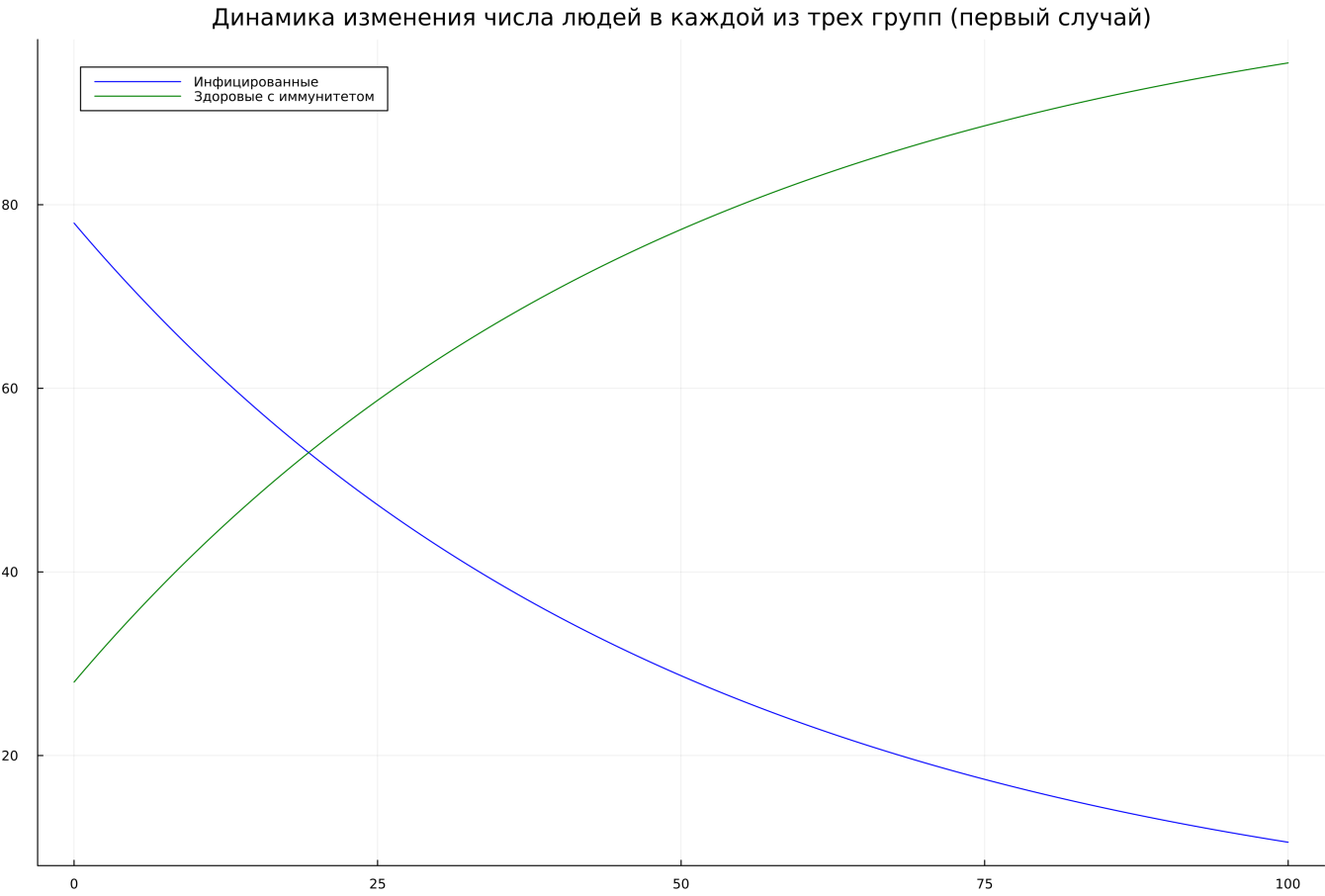


Рисунок 9. График. Случай 1

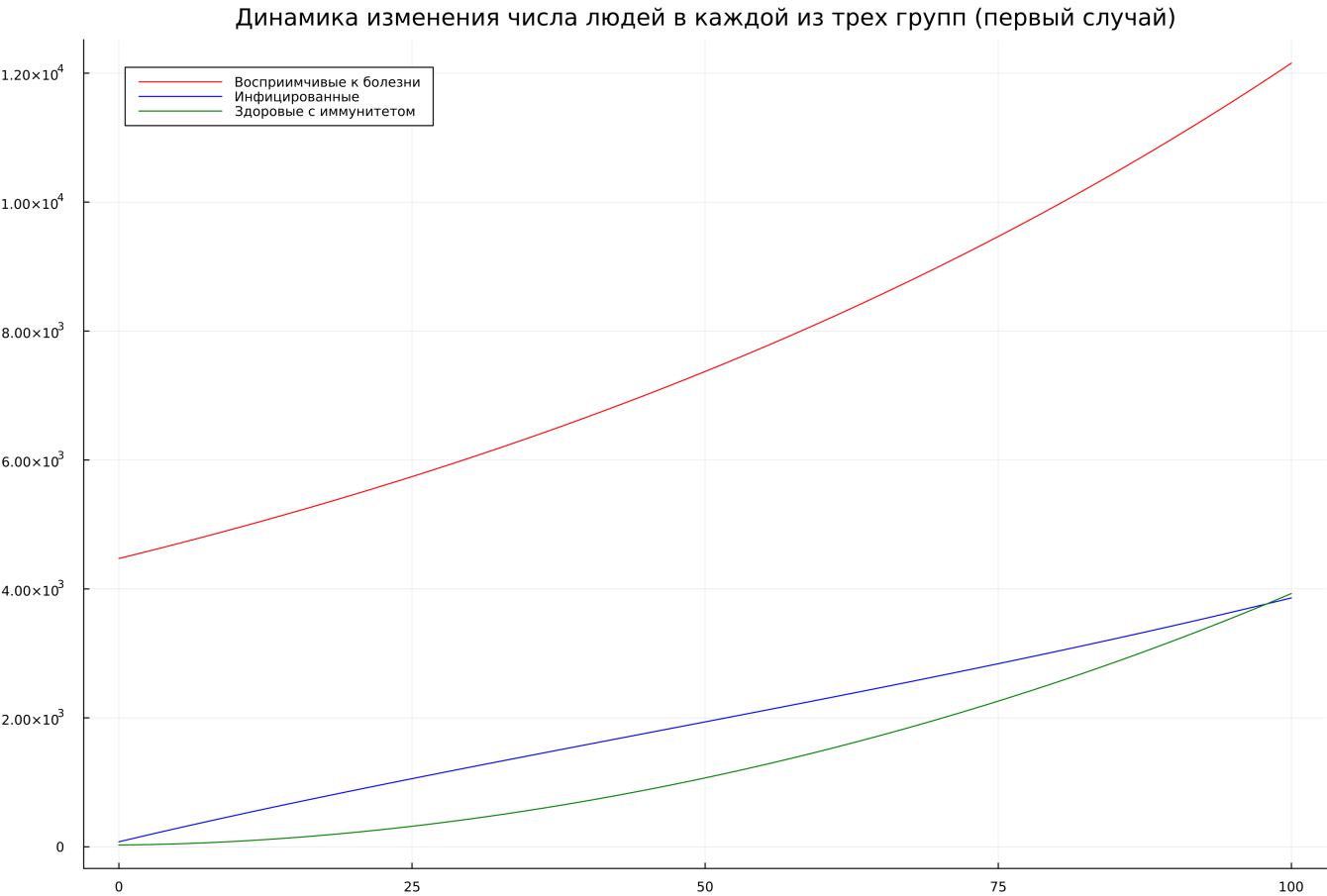


Рисунок 10. График. Случай 2

**Вывод:** построили график для задачи об эпидемии.

---

### Список литературы

1. Лабораторная работа №6