

Лабораторная работа №6

Задача об эпидемии

Выполнил: Бабенко Артём Сергеевич, НФИбд-01-21

Цель работы:

Изучить понятие задачи об эпидемии, научиться строить графики изменения числа особей в каждой из групп.

Теоретическое введение

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

Теоретическое введение

Поскольку каждая восприимчивая к болезни особь, которая, в конце концов, заболевает, сама становится инфекционной, то скорость изменения числа инфекционных особей представляет разность за единицу времени между заразившимися и теми, кто уже болеет и лечится.

Выполнение лабораторной работы

Задание:

Вариант 3

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ($N=10\ 000$) в момент начала эпидемии ($t=0$) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции) $I(0)=200$, А число здоровых людей с иммунитетом к болезни $R(0)=6$. 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 $I(0) > I^*$

Выполнение лабораторной работы

Код на Julia для первого случая:

```
using Plots
using DifferentialEquations
```

```
N = 10000
I0 = 200 # заболевшие особи
R0 = 6 # особи с иммунитетом
S0 = N - I0 - R0 # здоровые, но восприимчивые особи
```

```
alpha = 0.6 # коэффициент заболеваемости
beta = 0.2 # коэффициент выздоровления
```

```
#I0 <= I*
function ode_fn(du, u, p, t)
    S, I, R = u
    du[1] = 0
    du[2] = -beta*u[2]
    du[3] = beta*I
end
```

```
v0 = [S0, I0, R0]
tspan = (0.0, 60.0)
prob = ODEProblem(ode_fn, v0, tspan)
sol = solve(prob, dtmax = 0.05)
S = [u[1] for u in sol.u]
I = [u[2] for u in sol.u]
R = [u[3] for u in sol.u]
T = [t for t in sol.t]
```

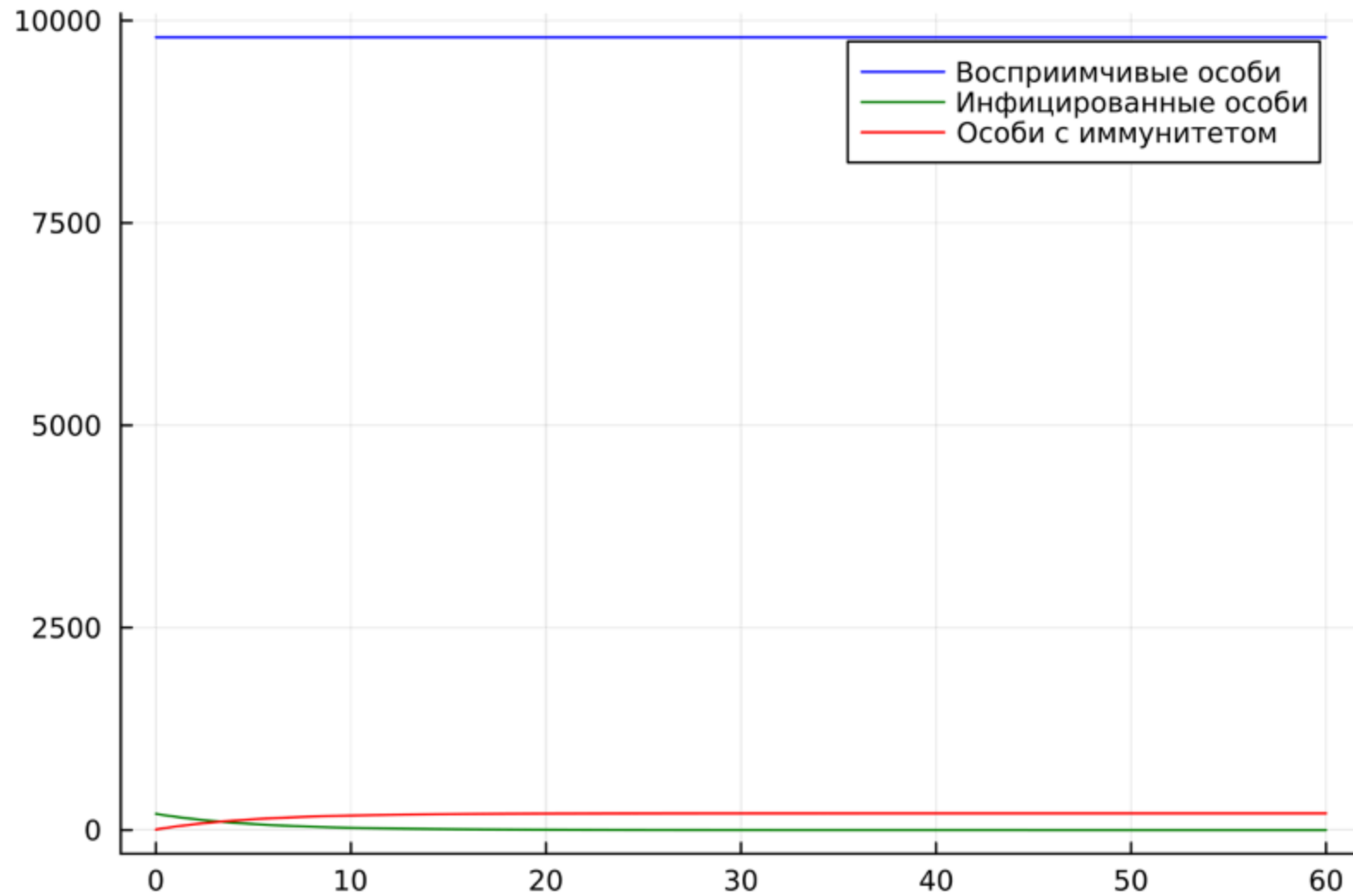
```
plt = plot(
    dpi = 600,
    legend = :topright)
plot!(
    plt,
    T,
    S,
    label = "Восприимчивые особи",
    color = :blue)
plot!(
    plt,
    T,
    I,
    label = "Инфицированные особи",
    color = :green)
plot!(
    plt,
    T,
    R,
    label = "Особь с иммунитетом",
    color = :red)

savefig(plt, "lab06_1.png")
```

Выполнение лабораторной работы

Результат:

График изменения числа особей в каждой из групп:



Выполнение лабораторной работы

Код на Julia для второго случая:

```
using Plots
using DifferentialEquations

N = 10000
I0 = 200 # заболевшие особи
R0 = 6 # особи с иммунитетом
S0 = N - I0 - R0 # здоровые, но восприимчивые особи

alpha = 0.4 # коэффициент заболеваемости
beta = 0.1 # коэффициент выздоровления

#I0 > I*
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

v0 = [S0, I0, R0]
tspan = (0.0, 120.0)
prob = ODEProblem(ode_fn, v0, tspan)
sol = solve(prob, dtmax=0.05)
S = [u[1] for u in sol.u]
I = [u[2] for u in sol.u]
R = [u[3] for u in sol.u]
T = [t for t in sol.t]

plt = plot(
    dpi=600,
    legend=:right)

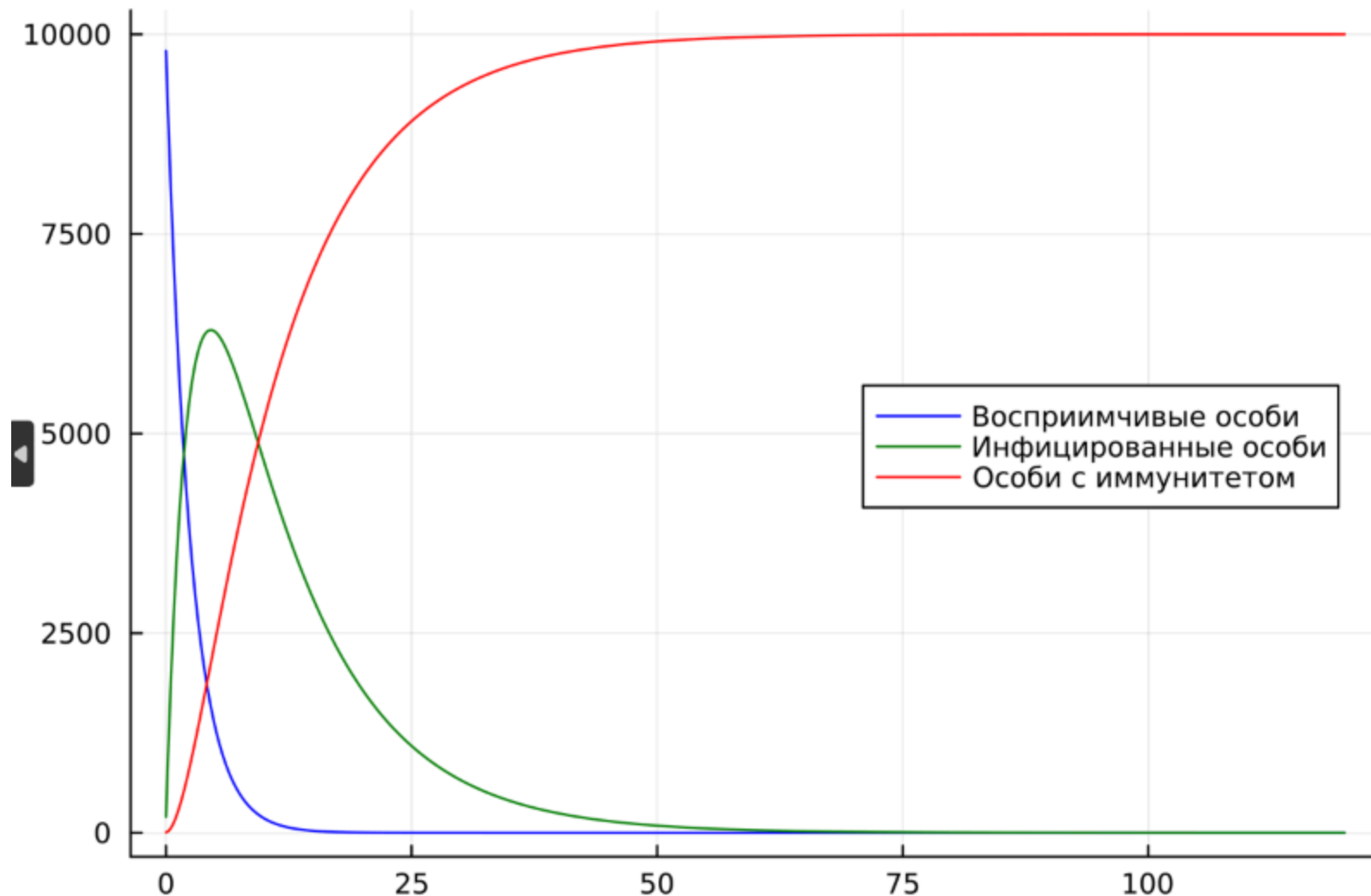
plot!(
    plt,
    T,
    S,
    label="Восприимчивые особи",
    color=:blue)
plot!(
    plt,
    T,
    I,
    label="Инфицированные особи",
    color=:green)
plot!(
    plt,
    T,
    R,
    label="Особь с иммунитетом",
    color=:red)

savefig(plt, "lab06_2.png")
```


Выполнение лабораторной работы

Результат:

График изменения числа особей в каждой из групп:



Выполнение лабораторной работы

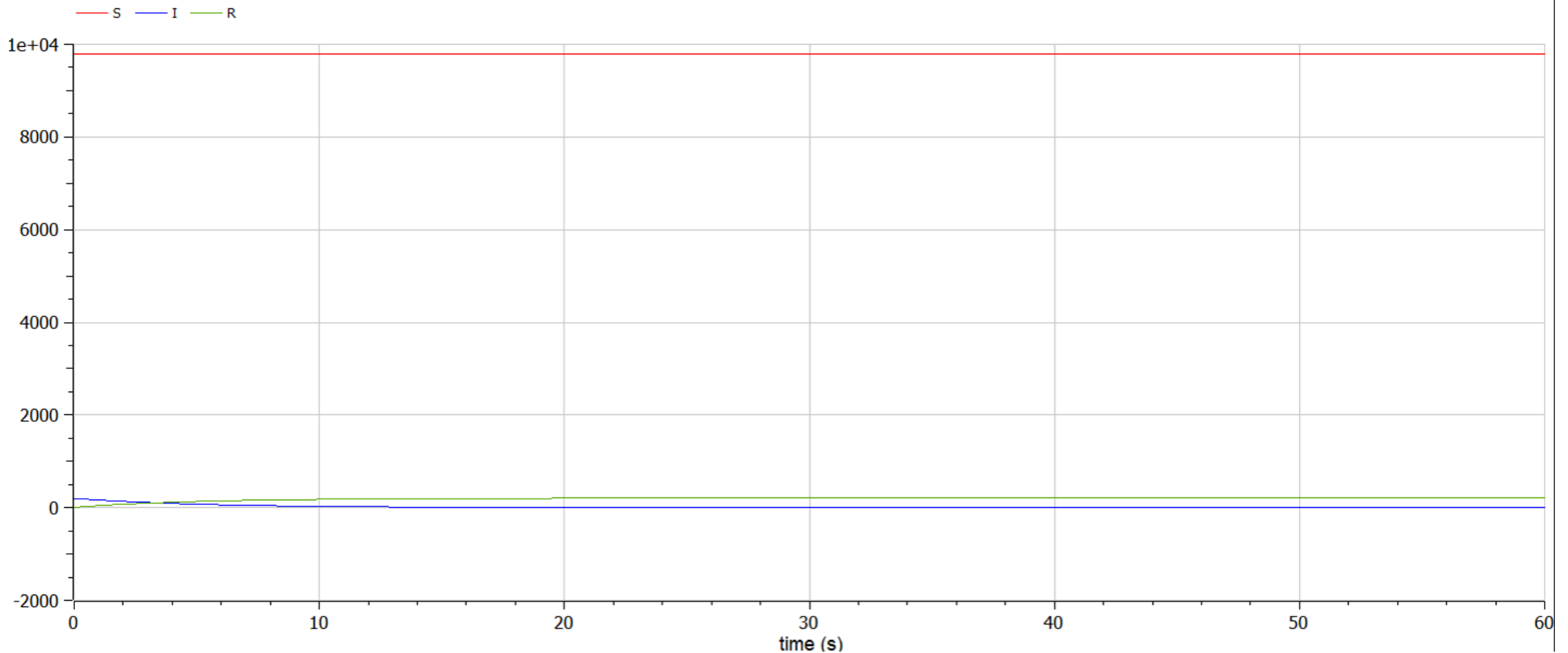
Код на OpenModelica для первого случая:

```
1 model lab06_1
2 Real N = 10000;
3 Real I;
4 Real R;
5 Real S;
6 Real alpha = 0.6;
7 Real beta = 0.2;
8 initial equation
9 I = 200;
10 R = 6;
11 S = N - I - R;
12 equation
13 der(S) = 0;
14 der(I) = -beta*I;
15 der(R) = beta*I;
16 end lab06_1;
17
```

Выполнение лабораторной работы

Результат:

График изменения числа особей в каждой из групп:



Выполнение лабораторной работы

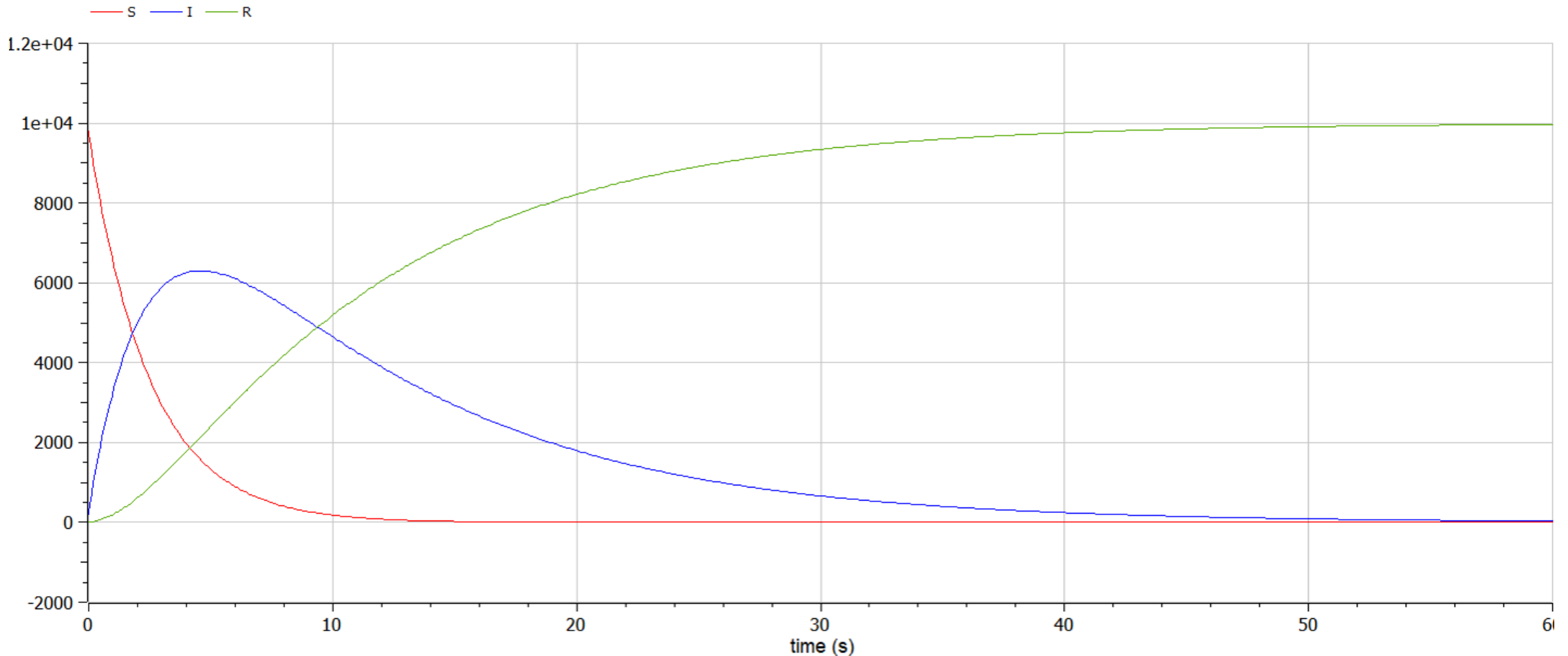
Код на OpenModelica для второго случая:

```
1  model lab06_2
2  Real N = 10000;
3  Real I;
4  Real R;
5  Real S;
6  Real alpha = 0.4;
7  Real beta = 0.1;
8  initial equation
9  I = 200;
10 R = 6;
11 S = N - I - R;
12 equation
13 der(S) = -alpha*S;
14 der(I) = alpha*S - beta*I;
15 der(R) = beta*I;
16 end lab06_2;
17
```

Выполнение лабораторной работы

Результат:

График изменения числа особей в каждой из групп:



Вывод

Я изучил понятие задачи об эпидемии, научился строить графики изменения числа особей в каждой из групп.