

Лабораторная работа №6

Задача об эпидемии

Белов Максим Сергеевич, НПИбд-01-21

Содержание

Цель работы	4
Задание	5
Теоретическое введение	6
Задача об эпидемии	6
Выполнение лабораторной работы	7
Моделирование на Julia	7
Моделирование на Modelica	12
Вывод	15

Список иллюстраций

1	Динамика изменения числа людей в каждой группе для первого случая .	9
2	Динамика изменения числа людей в каждой группе для второго случая .	12
3	Динамика изменения числа людей в каждой группе для первого случая (Modelica)	13
4	Динамика изменения числа людей в каждой группе для второго случая (Modelica)	14

Цель работы

Построить модель для задачи об эпидемии

Задание

33 вариант $((1032219262 \% 70) + 1)$

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ($N = 12100$) в момент начала эпидемии ($t = 0$) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции) $I(0) = 120$, А число здоровых людей с иммунитетом к болезни $R(0) = 52$. 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 $I(0) > I^*$

Теоретическое введение

Задача об 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.

Выполнение лабораторной работы

Моделирование на Julia

- 1. Построим динамику изменения числа людей для каждой из трех групп для первого случая: $I(0) \leq I^*$

В качестве коэффициентов α и β я выбрал значения 0.3 и 0.1 соответственно.

Исходный код:

```
using Plots
```

```
using DifferentialEquations
```

```
N = 12100
```

```
I0 = 120
```

```
R0 = 52
```

```
S0 = N - I0 - R0
```

```
alpha = 0.3
```

```
beta = 0.1
```

```
function ode_fn(du, u, p, t)
```

```
    S, I, R = u
```

```
    du[1] = 0
```

```
    du[2] = -beta*u[2]
```

```
    du[3] = beta*u[2]
```

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=300,
    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="Особи с иммунитетом",
        color=:red
    )

    savefig(plt, "lab6_1.png")

```

Получившиеся график:

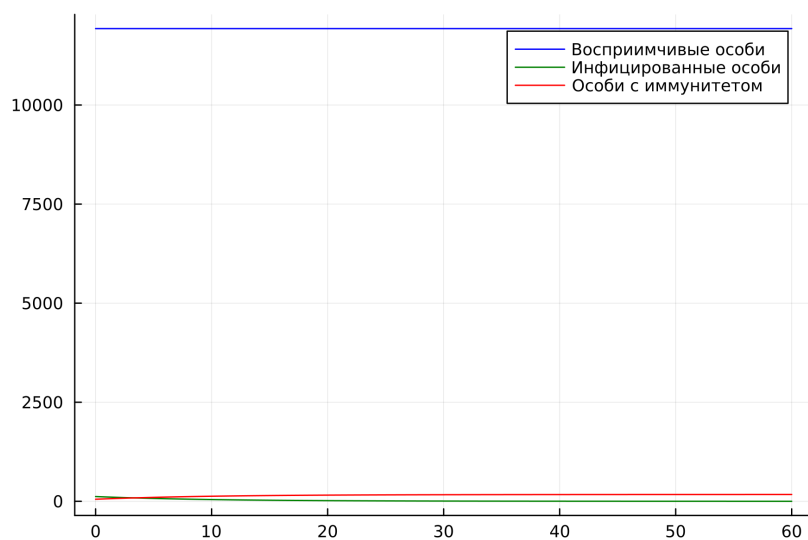


Рис. 1: Динамика изменения числа людей в каждой группе для первого случая

По графику видим, что инфицированные особи изолированы (не заражают восприимчивых) и со временем выздоравливают.

- 2. Построим динамику изменения числа людей для каждой из трех групп для

второго случая: $I(0) > I^*$

Исходный код:

```
using Plots
using DifferentialEquations

N = 12100
I0 = 120
R0 = 52
S0 = N - I0 - R0
alpha = 0.3
beta = 0.1

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*u[2]
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=300,  
    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, "lab6_2.png")
```

Получившийся график:

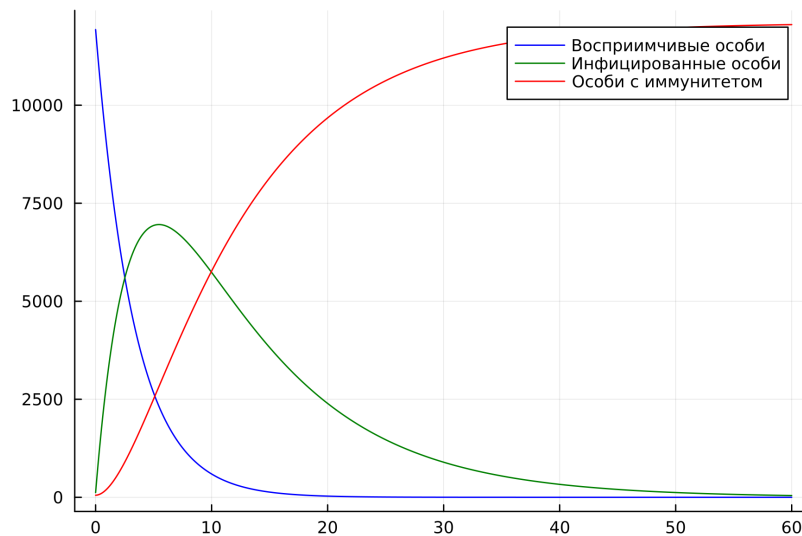


Рис. 2: Динамика изменения числа людей в каждой группе для второго случая

В этот раз инфицированные особи заражают восприимчивых и со временем выздоравливают (восприимчивые и инфицированные стремятся к 0, а особи с иммунитетом стремятся к N)

Моделирование на Modelica

- 1. Построй аналогичные графики, используя Modelica Для первого случая:

Исходный код:

```
model lab6_1
  Real N = 12100;
  Real S;
  Real I;
  Real R;
  Real alpha = 0.3;
```

```

Real beta = 0.1;
initial equation
I = 120;
R = 52;
S = N - I - R;
equation
der(S) = 0;
der(I) = -beta*I;
der(R) = beta*I;
annotation(
  experiment(StartTime = 0, StopTime = 100, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.05));
end lab6_1;

```

График (Modelica):

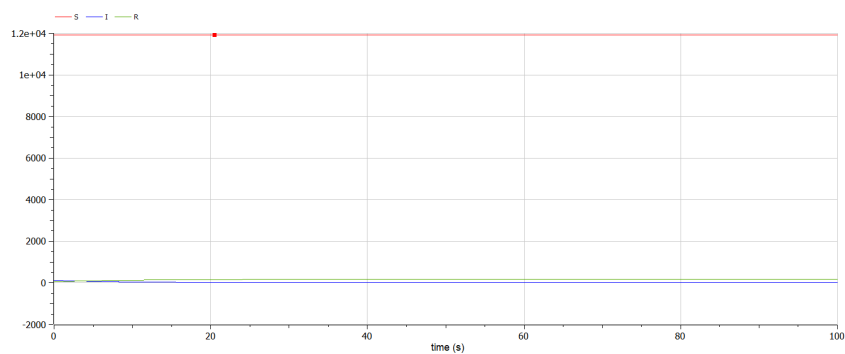


Рис. 3: Динамика изменения числа людей в каждой группе для первого случая (Modelica)

- 2. Для второго случая:

Исходный код:

```

model lab6_2
Real N = 12100;
Real S;
Real I;

```

```

Real R;
Real alpha = 0.3;
Real beta = 0.1;
initial equation
I = 120;
R = 52;
S = N - I - R;
equation
der(S) = -alpha*S;
der(I) = alpha*S - beta*I;
der(R) = beta*I;
annotation(
  experiment(StartTime = 0, StopTime = 100, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.05));
end lab6_2;

```

График:

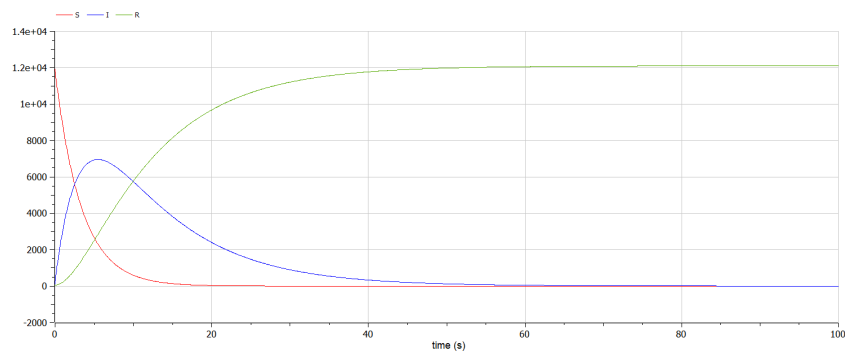


Рис. 4: Динамика изменения числа людей в каждой группе для второго случая (Modelica)

Вывод

В ходе работы я построил модели для задачи об эпидемии