

Лабораторная работа №6

Модель эпидемии

Гаглов Олег Мелорович

18 марта 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Гаглов Олег Мелорович
- студент уч. группы НПИбд-01-20
- Российский университет дружбы народов
- 1032201347@pfur.ru
- <https://github.com/SimpleOG>

Вводная часть

- Математика всегда полезна для ума

- Простейшая модель эпидемии
- Языки для моделирования:
 - Julia
 - OpenModelica

- Построить графики изменения числа особей в каждой из трех групп: восприимчивые к болезни, но пока здоровые особи - $S(t)$; инфицированные особи, которые также при этом являются распространителями инфекции - $I(t)$; $R(t)$ – здоровые особи с иммунитетом к болезни.
- Рассмотреть протекание эпидемия в двух различных случаях

- Языки для моделирования:
 - Julia
 - OpenModelica

Процесс выполнения работы

$$\frac{dS}{dt} = \begin{cases} -\alpha S, & I(t) > I^* \\ 0, & I(t) \leq I^* \end{cases}$$

$$\frac{dI}{dt} = \begin{cases} \alpha S - \beta I, & I(t) > I^* \\ -\beta I, & I(t) \leq I^* \end{cases}$$

$$\frac{dR}{dt} = \beta I$$

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ($N = 12700$) в момент начала эпидемии ($t = 0$) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции) $I(0) = 170$, а число здоровых людей с иммунитетом к болезни $R(0) = 57$. 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:

- если $I(t) \leq I^*$
- если $I(t) > I^*$

Первый случай $I(t) \leq I^*$ - код на Julia

presentation.md U Lab06_1.jl U X Lab06_2.mo

Code > Lab06_1.jl > ...

```
1 using Plots
2 using DifferentialEquations
3 N=12700
4 I_0=170
5 R_0=57
6 S_0=N-I_0-R_0
7 T=(0.0,60)
8 u_0=[S_0,I_0,R_0]
9 a=0.01
10 b=0.02
11 function F!(du,u,p,t)
12     du[1]=0
13     du[2]=-b*u[2]
14     du[3]=b*u[2]
15 end
16 prob=ODEProblem(F!,u_0,T)
17 sol=solve(prob,saveat=0.05)
18 const S=Float64[]
19 const I=Float64[]
20 const R=Float64[]
21 for u in sol.u
22     s,i,r=u
23     push!(S,s)
24     push!(I,i)
25     push!(R,r)
26 end
27 plt=plot(
28     dpi=300,
29     size=(800,600),
30     title="Модель эпидемии при  $I_0 \leq I^*$ "
31 )
32 plot!(
33     plt,
```

Первый случай $I(t) \leq I^*$ - код на OpenModelica

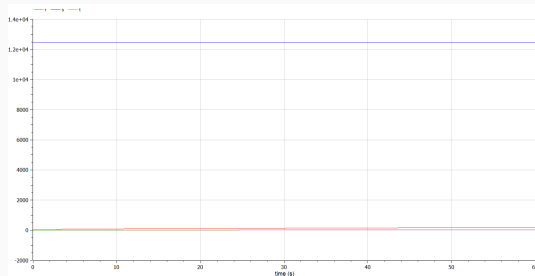
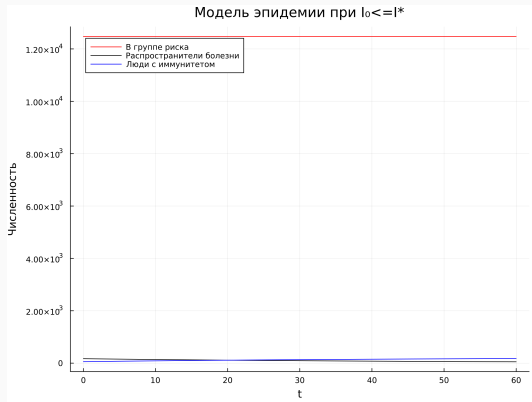
presentation.md U

Lab06_1.mo X

Code > Lab06_1.mo

```
1 model Lab06_1
2   constant Integer N= 12700;
3   constant Integer I0=170;
4   constant Integer R0= 57;
5   constant Integer S0=N-I0-R0;
6   constant Real a=0.01;
7   constant Real b=0.02;
8   Real s(start=S0);
9   Real i(start=I0);
10  Real r(start=R0);
11  Real t=time;
12  equation
13    der(s)=0;
14    der(i)=-b*i;
15    der(r)=b*i;
16    annotation(experiment(StartTime = 0,StopTime = 100),Documentation);
17 end Lab06_1;
18
```

Первый случай $I(t) \leq I^*$ - графики



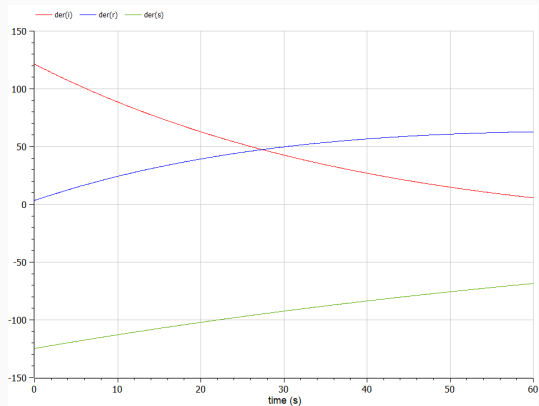
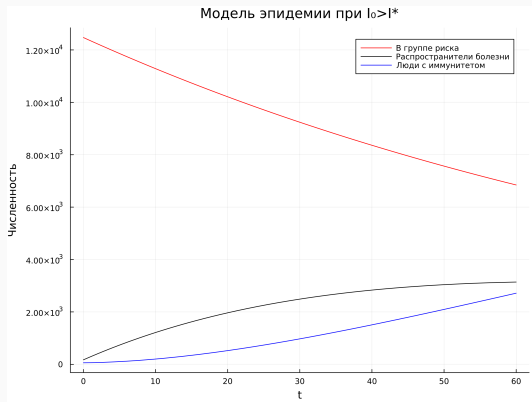
Второй случай $I(t) > I^*$ - код на Julia

```
Code > Lab06_2.jl > ...
1 using Plots
2 using DifferentialEquations
3 N=12700
4 I₀=170
5 R₀=57
6 S₀=N-I₀-R₀
7 T=(0.0,60)
8 u₀=[S₀,I₀,R₀]
9 a=0.01
10 b=0.02
11 function F!(du,u,p,t)
12     du[1]=-a*u[1]
13     du[2]=a*u[1]-b*u[2]
14     du[3]=b*u[2]
15 end
16 prob=ODEProblem(F!,u₀,T)
17 sol=solve(prob,saveat=0.05)
18 const S=Float64[]
19 const I=Float64[]
20 const R=Float64[]
21 for u in sol.u
22     s,i,r=u
23     push!(S,s)
24     push!(I,i)
25     push!(R,r)
26 end
27 plt=plot(
28     dpi=300,
29     size=(800,600),
30     title="Модель эпидемии при  $I_0 > I^*$ "
31 )
32 plot!(
33     plt,
```

Второй случай $I(t) > I^*$ - код на OpenModelica

```
presentation.md U  ≡ Lab06_2.mo ×
ode > ≡ Lab06_2.mo
1  model Lab06_2
2  constant Integer N= 12700;
3  constant Integer I0=170;
4  constant Integer R0= 57;
5  constant Integer S0=N-I0-R0;
6  constant Real a=0.01;
7  constant Real b=0.02;
8  Real s(start=S0);
9  Real i(start=I0);
10 Real r(start=R0);
11 Real t=time;
12 equation
13   der(s)=-a*s;
14   der(i)=a*s-b*i;
15   der(r)=b*i;
16   annotation(experiment(StartTime = 0,StopTime = 100));
17 end Lab06_2;
18
```


Второй случай $I(t) > I^*$ - графики



Результаты работы

- Построил графики изменения числа особей в каждой из трех групп задачи об эпидемии
- Рассмотрел протекание эпидемия в двух различных случаях

Вывод

Смоделировал задачу об эпидемии по средством языков программирования Julia и OpenModelica