

Отчёт по лабораторной работе 6

Простейший вариант 54

Еленга Невлора Люглеш

Содержание

1	Цель работы	1
2	Теоретическая справка.....	1
3	Задание	2
4	Выполнение лабораторной работы.....	3
4.1	код.....	3
4.2	Julia	3
4.3	Openmodelica	4
4.4	Openmodelica	6
5	Выводы.....	7
6	Список литературы.....	7

1 Цель работы

Построить графики изменения числа особей в группах с помощью простейшей модели эпидемии и рассмотреть, как будет протекать эпидемия в различных случаях.

2 Теоретическая справка

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. Таким образом, скорость изменения числа $S(t)$ меняется по следующему закону:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \{-\alpha S, \text{ если } I(t) > I^*; 0, \text{ если } I(t) \leq I^*\}$$

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, т.е.:

$$\frac{\partial I}{\partial t} = \{\alpha S - \beta I, \text{ если } I(t) > I^*; -\beta I, \text{ если } I(t) \leq I^*\}$$

А скорость изменения выздоравливающих особей (при этом приобретающие иммунитет к болезни):

$$\frac{\partial R}{\partial t} = \beta I$$

Постоянные пропорциональности

$$\alpha, \beta$$

это коэффициенты заболеваемости и выздоровления соответственно.

Для того, чтобы решения соответствующих уравнений определялось однозначно, необходимо задать начальные условия. Считаем, что на начало эпидемии в момент времени $t=0$ нет особей с иммунитетом к болезни $R(0)=0$, а число инфицированных и восприимчивых к болезни особей $I(0)$ и $S(0)$ соответственно. Для анализа картины протекания эпидемии необходимо рассмотреть два случая:

$$I(0) > I^*; I(0) \leq I^*$$

3 Задание

Формула определения номера задания: $(S_n \bmod N) + 1$, где S_n — номер студбилета, N — количество заданий.

Вариант 54

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ($N=8\,439$) в момент начала эпидемии ($t=0$) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции) $I(0)=86$, А число здоровых людей с иммунитетом к болезни $R(0)=25$. 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

$$I(0) > I^*$$

4 Выполнение лабораторной работы

4.1 код

4.2 Julia

1) Случай, когда

$$I(0) \leq I^*$$

```
using Plots
using DifferentialEquations

a = 0.01
b = 0.02
N = 8439
I0 = 86
R0 = 25
S0 = N - I0 - R0

"случай, когда I(0) <= I*"
function ode_fn(du, u, p, t)
    s, i, r = u
    du[1] = 0
    du[2] = - b*u[2]
    du[3] = b*u[2]
end

u0 = [S0, I0, R0]
tspan = (0.0, 1000.0)
prob1 = ODEProblem(ode_fn, u0, tspan)
sol1 = solve(prob1, dtmax=0.01)

S = [u[1] for u in sol1.u]
I = [u[2] for u in sol1.u]
R = [u[3] for u in sol1.u]
T = [t for t in sol1.t]

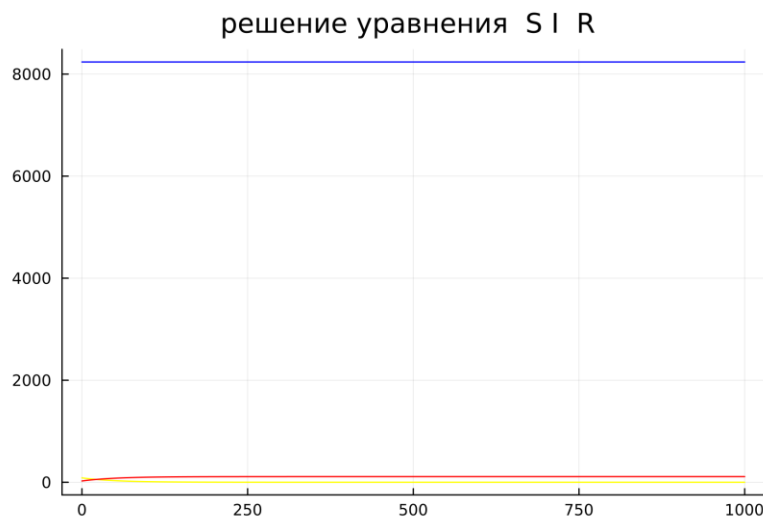
plt =
    plot(
        layout=(1),
        dpi=300,
        legend=false)
    plot!(
        plt[1],
        T,
        S,
        title="решение уравнения ",
```

```

        color=:blue)
plot!(
    plt[1],
    T,
    I,
    label="S I R",
    color=:yellow)
plot!(
    plt[1],
    T,
    R,
    label="решение уравнения S I R",
    color=:red)

savefig("lab6-1.png")

```



Название рисунка

4.3 Openmodelica

```

model lab6modeli1
constant Real b=0.02; ///коэффициент выздоровления
constant Real N=8439; // общая численность популяции

Real I;
Real R;
Real S;

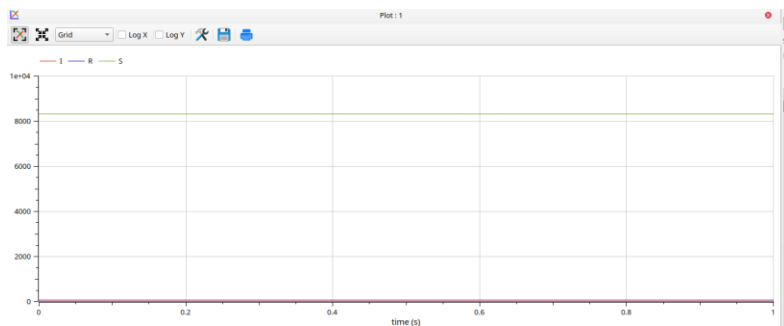
initial equation
I=86; // количество инфицированных особей в начальный момент времени
R=25; // количество здоровых особей с иммунитетом в начальный момент времени
S=N-I-R; // количество восприимчивых к болезни особей в начальный момент
времени

```

```
// случай, когда  $I(0) \leq I^*$ 
equation
der(S)=0;
der(I)=-b*I;
der(R)=b*I;

end lab6modeli1;

??).
```



Название рисунка

2) Случай, когда

$$I(0) > I^*$$

```
## Julia
using Plots
using DifferentialEquations

a = 0.01
b = 0.02
N = 8439
I0 = 86
R0 = 25
S0 = N - I0 - R0

"случай, когда  $I(0) > I^*$  "
function ode_fn(du, u, p, t)
    s, i, r = u
    du[1] = -a*u[1]
    du[2] = a*u[1] - b*u[2]
    du[3] = b*u[2]
end

u0 = [S0, I0, R0]
tspan = (0.0, 1000.0)
prob1 = ODEProblem(ode_fn, u0, tspan)
sol1 = solve(prob1, dtmax=0.01)

S = [u[1] for u in sol1.u]
I = [u[2] for u in sol1.u]
```

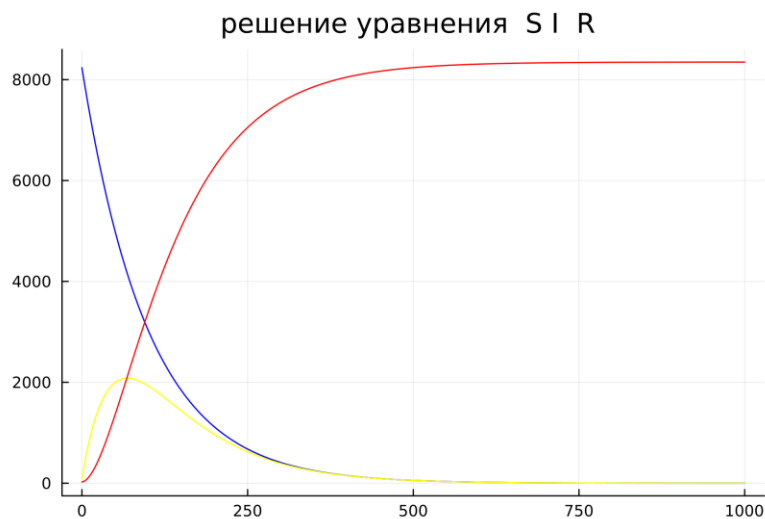
```

R = [u[3] for u in sol1.u]
T = [t for t in sol1.t]

plt =
    plot(
        layout=(1),
        dpi=300,
        legend=False)
    plot!(
        plt[1],
        T,
        S,
        title="решение уравнения ",
        color=:blue)
    plot!(
        plt[1],
        T,
        I,
        label="S I R",
        color=:yellow)
    plot!(
        plt[1],
        T,
        R,
        label="решение уравнения S I R",
        color=:red)

    savefig("lab6-2.png")

```



Название рисунка

4.4 Openmodelica

model lab6modeli

```

constant Real a=0.01;//коэффициент заболевания
constant Real b=0.02;//коэффициент выздоровления
constant Real N=6666;//количество проживающих на острове

```

```

Real I;//инфицированные особи
Real R;//здоровые особи с иммунитетом к болезни
Real S;//здоровые особи, восприимчивые к болезни

```

```

initial equation

```

```

I=83;//количество инфицированных особей

```

```

R=6;//количество здоровых особей с иммунитетом к болезни

```

```

S=N-I-R;//количество здоровых особей, восприимчивых к болезни

```

```

equation

```

```

der(S)=-a*S;//изменение количества здоровых особей, восприимчивых к болезни

```

```

der(I)=a*S-b*I;//изменение количества инфицированных особей

```

```

der(R)=b*I;//изменение количества здоровых особей с иммунитетом

```

```

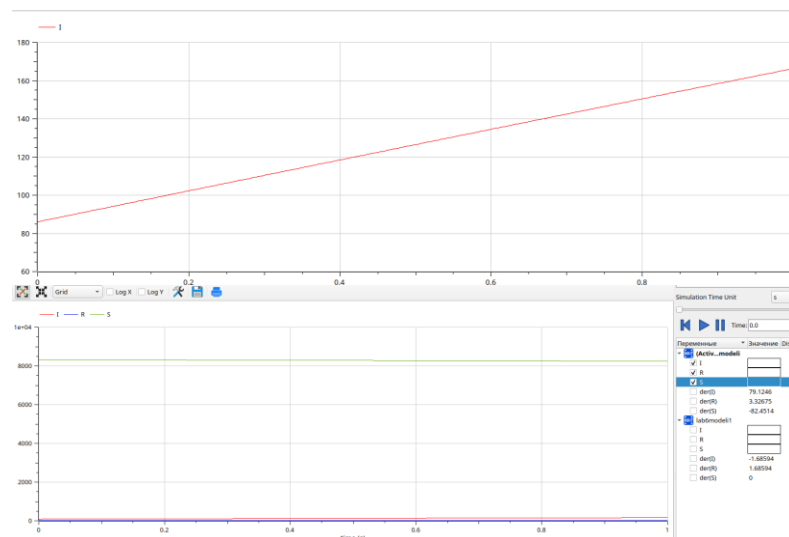
end lab6modeli;

```

```

??).

```



5 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы я научилась строить графики изменения числа особей в группах с помощью простейшей модели эпидемии.

6 Список литературы

Кулябов Д. С. Лабораторная работа №6: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1

971578/mod_resource/content/2/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20%E2%84%96%205.pdf