

Лабораторная работа №6

Задача об эпидемии

Голощапова Ирина Борисовна

17 марта 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Голощапова Ирина Борисовна
- студентка уч. группы НФИбд-01-20
- Российский университет дружбы народов
- 1032201666@pfur.ru
- <https://github.com/ibgoloshchapowa>

Вводная часть

Эпидемиология из-за некоторого стечения обстоятельств стала очень популярной за последний год. Интерес к моделированию эпидемий стал возникать у многих и уже всё больше людей знают о SIR модели.

Данная модель хорошо подходит для моделирования эпидемий многих инфекционных заболеваний, включая ветрянку, корь, краснуху и многие другие. Вспышки подобных заболеваний обычно имеют циклическую природу, так как со временем число восприимчивых к заболеванию людей падает, и, до тех пор, пока класс восприимчивых не восполнится за счет новорожденных или приезжих, болезнь распространяться не может.

- Простейшая модель эпидемии
- Язык программирования Julia
- Язык моделирования OpenModelica

Цели и задачи

- Рассмотреть простейшую модель эпидемии
- Задать начальные условия и коэффициенты пропорциональности.
- Построить графики изменения числа особей трех групп:
 1. восприимчивые к болезни, но пока здоровые особи: $S(t)$
 2. инфицированные особи: $I(t)$
 3. здоровые особи с иммунитетом к болезни: $R(t)$
- Рассмотреть, как будет протекать эпидемия в случае:
 1. если $I(0) \leq I_*$
 2. если $I(0) > I_*$

Условие задачи. Вариант №7

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ($N = 13000$) в момент начала эпидемии ($t = 0$) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции) $I(0) = 113$, А число здоровых людей с иммунитетом к болезни $R(0) = 13$. 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 работы

Построение модели эпидемии.

Случай 1

Построение модели на языке OpenModelica. Случай 1

1. Листинг программы в OpenModelica, когда $I(0) \leq I^*$

```
1 //case 1: I<=I*
2 model lab6
3
4 parameter Real a = 0.01;
5 parameter Real b = 0.02;
6 parameter Real N = 13000;
7 parameter Real I0 = 113;
8 parameter Real R0 = 13;
9 parameter Real S0 = N - I0 - R0;
10
11 Real S(start=S0);
12 Real I(start=I0);
13 Real R(start=R0);
14
15 equation
16   der(S) = 0;
17   der(I) = -b*I;
18   der(R) = b*I;
19
20 annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 200, Interval = 20));
21
22 end lab6;
```

Рис. 1: Листинг программы. OpenModelica. Случай 1

Построение модели на языке OpenModelica. Случай 1

2. Получаем следующий результат:

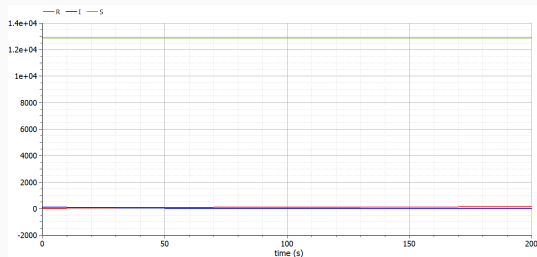


Рис. 2: Графики на OpenModelica. Случай 1

3. Графики без отображения $S(t)$:

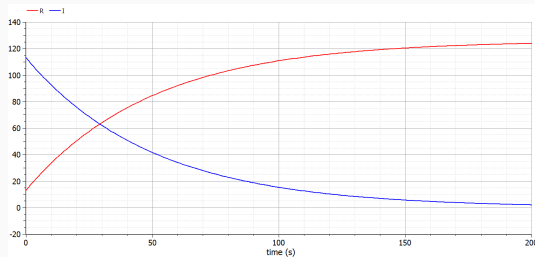


Рис. 3: Графики на OpenModelica. Случай 1_2

Построение модели эпидемии на языке Julia. Случай 1

Построение модели на языке Julia. Случай 1

4. Листинг программы на Julia

```
1 using DifferentialEquations
2
3 function lorenz!(du, u, p, t)
4     a, b = p
5     du[1] = 0
6     du[2] = -b*u[1]
7     du[3] = b*u[1]
8
9 end
10
11 const N = 13000
12 const I0 = 113
13 const R0 = 13
14 const S0 = N - I0 - R0
15
16 u0 = [I0, R0, S0]
17
18 p = (0.01, 0.02)
19 tspan = (0.0, 200.0)
20
21 prob = ODEProblem(lorenz!, u0, tspan, p)
22 sol = solve(prob, dtmax=20)
23
24 using Plots; gr()
25 plot(sol)
26 savefig("julia_1.png")
27
```

Рис. 4: Листинг программы. Julia. Случай 1

Построение модели на языке Julia. Случай 1

5. Результат на Julia выглядит следующим образом

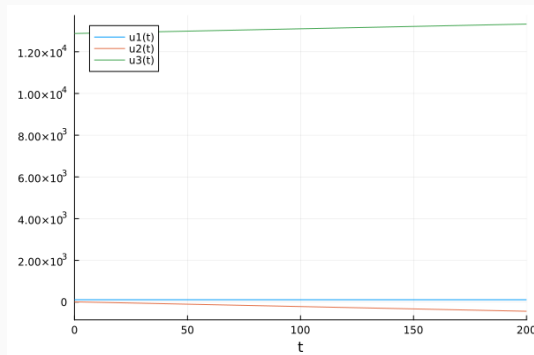


Рис. 5: Графики на Julia. Случай 1

Построение модели эпидемии.

Случай 2

6. Листинг программы в OpenModelica, когда $I(0) > I^*$

```
1 //case 2: I>I*
2 model lab6_2
3
4 parameter Real a = 0.01;
5 parameter Real b = 0.02;
6 parameter Real N = 13000;
7 parameter Real I0 = 113;
8 parameter Real R0 = 13;
9
10 parameter Real S0 = N - I0 - R0;
11
12 Real S(start=S0);
13 Real I(start=I0);
14 Real R(start=R0);
15
16 equation
17   der(S) = -a*S;
18   der(I) = a*S - b*I;
19   der(R) = b*I;
20
21 annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 200, Interval = 1));
22
23 end lab6_2;
```

Рис. 6: Листинг программы. OpenModelica. Случай 2

7. Получаем следующий результат:

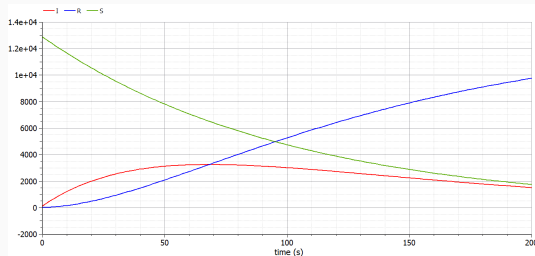


Рис. 7: Графики на OpenModelica. Случай 2

Построение модели эпидемии на языке Julia. Случай 2

8. Листинг программы на Julia

```
1 using DifferentialEquations
2
3 function lorenz!(du, u, p, t)
4     a, b = p
5     du[1] = -a*u[3]
6     du[2] = a*u[3] - b*u[1]
7     du[3] = b*u[1]
8
9 end
10
11 const N = 13000
12 const I0 = 113
13 const R0 = 13
14 const S0 = N - I0 - R0
15
16 u0 = [I0, R0, S0]
17
18 p = (0.01, 0.02)
19 tspan = (0.0, 200.0)
20
21 prob = ODEProblem(lorenz!, u0, tspan, p)
22 sol = solve(prob, dtmax=1)
23
24 using Plots; gr()
25 plot(sol)
26 savefig("julia_2.png")
27
```

Рис. 8: Листинг программы. Julia. Случай 2

Построение модели на языке Julia. Случай 1

9. Результат на Julia выглядит следующим образом

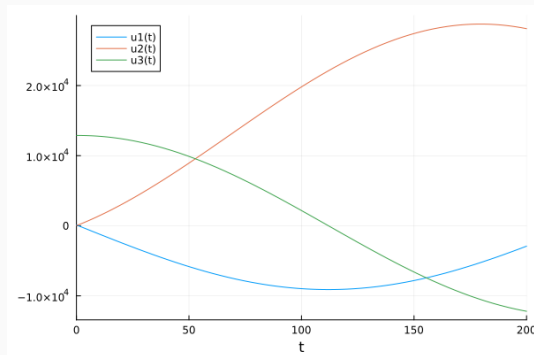


Рис. 9: Графики на Julia. Случай 2

Результаты

В ходе лабораторной работы нам удалось

- Построить графики изменения числа особей трех групп:
 1. восприимчивые к болезни, но пока здоровые особи: $S(t)$
 2. инфицированные особи, которые также являются распространителями инфекции: $I(t)$
 3. здоровые особи с иммунитетом к болезни: $R(t)$
- Рассмотреть, как будет протекать эпидемия в случае:
 1. если $I(0) \leq I_*$
 2. если $I(0) > I_*$