

Презентация по лабораторной работе №6

Модель эпидемии SIR

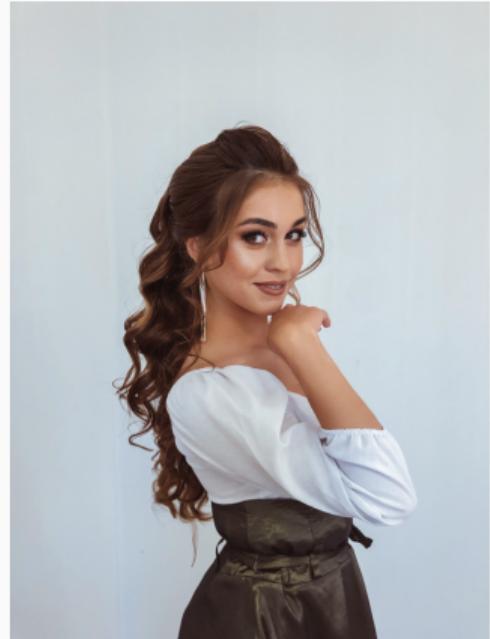
Ибатулина Д.Э.

3 мая 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Ибатулина Дарья Эдуардовна
- студентка группы НФИбд-01-22
- Российский университет дружбы народов
- 1132226434@rudn.ru
- <https://deibatulina.github.io>



Вводная часть

Объект и предмет исследования

- Модель хищник-жертва
- Язык программирования Julia
- ПО OpenModelica

Цель работы

Исследовать модель SIR (задача об эпидемии)

Задание

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ($N = 11100$) в момент начала эпидемии ($t = 0$) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции) $I(0) = 220$, А число здоровых людей с иммунитетом к болезни $R(0) = 44$. Таким образом, число людей восприимчивых к болезни, но пока здоровых, в начальный момент времени $S(0) = N - I(0) - R(0) = 10836$. 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

Компартментальные модели являются очень общим методом моделирования. Они часто применяются к математическому моделированию инфекционных заболеваний. Население распределяется по отделениям с помощью меток – например, S, I, или R, (Susceptible, Infectious, or Recovered). Люди могут прогресс между отсеками. Порядок расположения меток обычно показывает структуру потоков между компартментами; например, SEIS означает восприимчивый, подверженный воздействию, инфекционный, затем снова восприимчивый.

Выполнение лабораторной работы

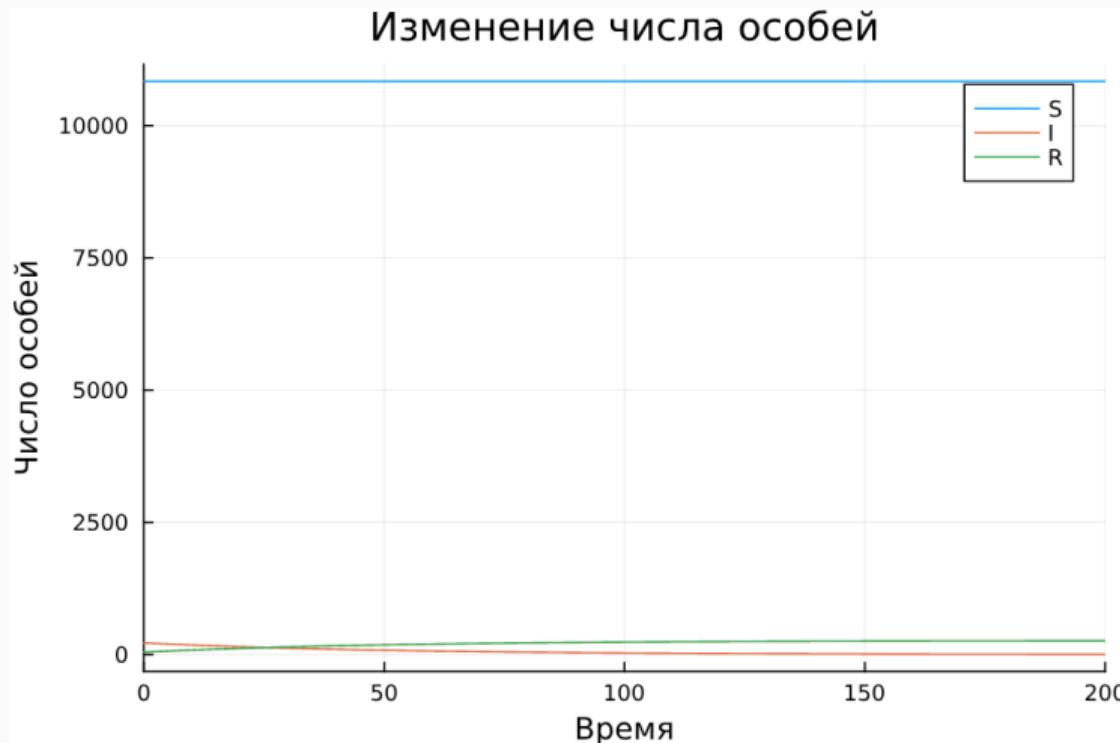
Реализация на Julia (1)

```
using Plots
using DifferentialEquations
# Iθ <= I*
function sir(u,p,t)
    (S,I,R) = u
    (alpha, beta) = p
    N = S+I+R
    dS = 0
    dI = -beta*I
    dR = beta*I
    return [dS, dI, dR]
end
```

Реализация на Julia (2)

```
N = 11100
I_0 = 220
R_0 = 44
S_0 = N - I_0 - R_0
u0 = [S_0, I_0, R_0]
p = [0.01, 0.02]
tspan = (0.0, 200.0)
prob = ODEProblem(sir, u0, tspan, p)
sol = solve(prob, Tsit5(), saveat = 0.01)
plot(sol, label = ["S" "I" "R"], xlabel = "Время",
      ylabel = "Число особей",
      title = "Изменение числа особей")
```

Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп

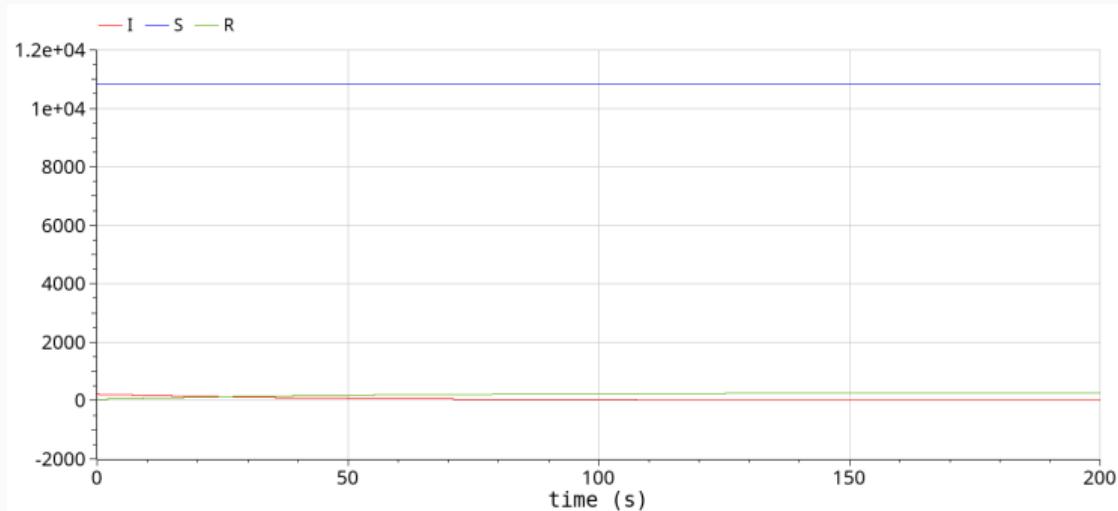


Реализация на OpenModelica

```
parameter Real N = 11100;
parameter Real alpha = 0.01;
parameter Real beta = 0.02;
parameter Real I0 = 220;
parameter Real R0 = 44;
parameter Real S0 = N-I0-R0;
Real S(start=S0);
Real I(start=I0);
Real R(start=R0);

equation
    der(S) = 0;
    der(I) = -beta*I;
    der(R) = beta*I;
```

Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп



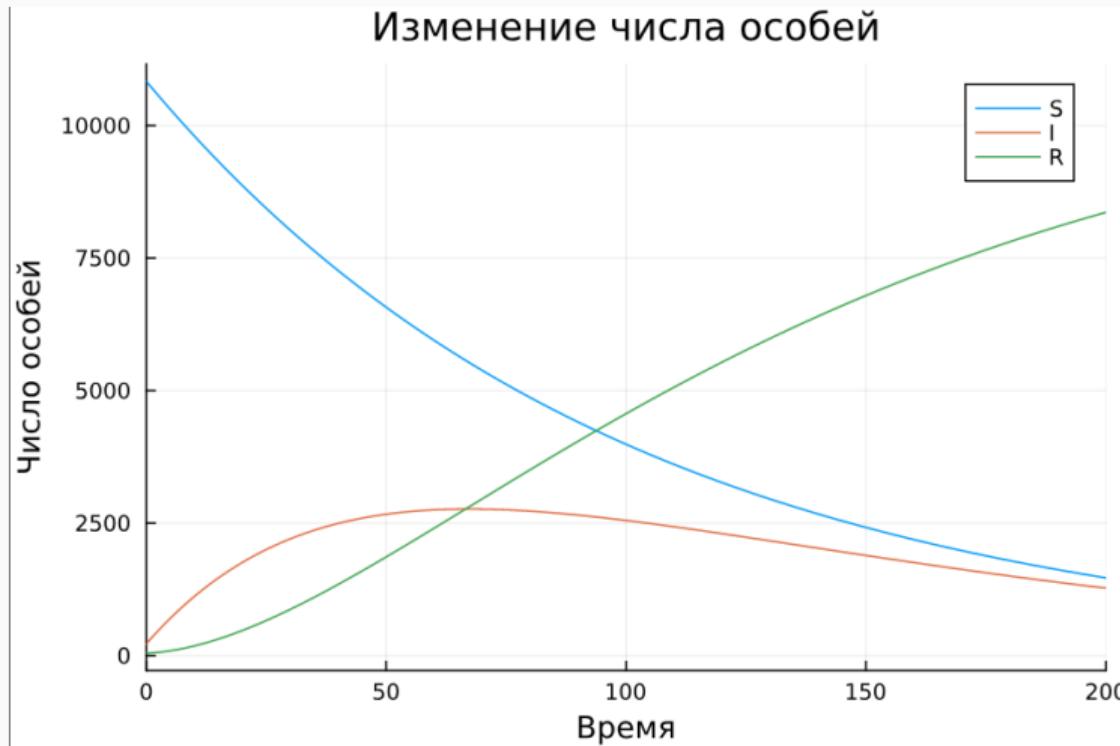
Реализация на Julia (1)

```
function sir_2(u,p,t)
    (S,I,R) = u
    (alpha, beta) = p
    N = S+I+R
    dS = -alpha*S
    dI = alpha*S - beta*I
    dR = beta*I
    return [dS, dI, dR]
end
N = 11100
I_0 = 220
R_0 = 44
```

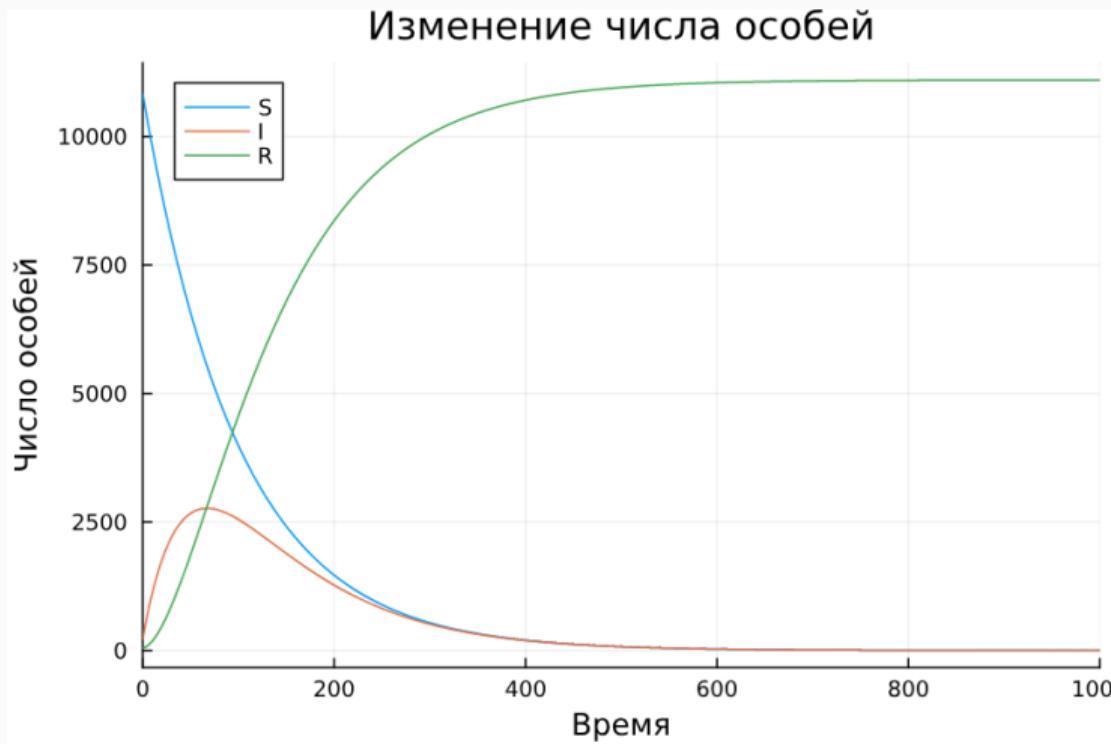
Реализация на Julia (2)

```
S_0 = N - I_0 - R_0
u0 = [S_0, I_0, R_0]
p = [0.01, 0.02]
tspan2 = (0.0, 1000.0)
tspan = (0.0, 200.0)
prob2 = ODEProblem(sir_2, u0, tspan, p)
sol2 = solve(prob2, Tsit5(), saveat = 0.01)
plot(sol2, label = ["S" "I" "R"],
      xlabel = "Время",
      ylabel = "Число особей",
      title = "Изменение числа особей")
```

Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп (время до 200)

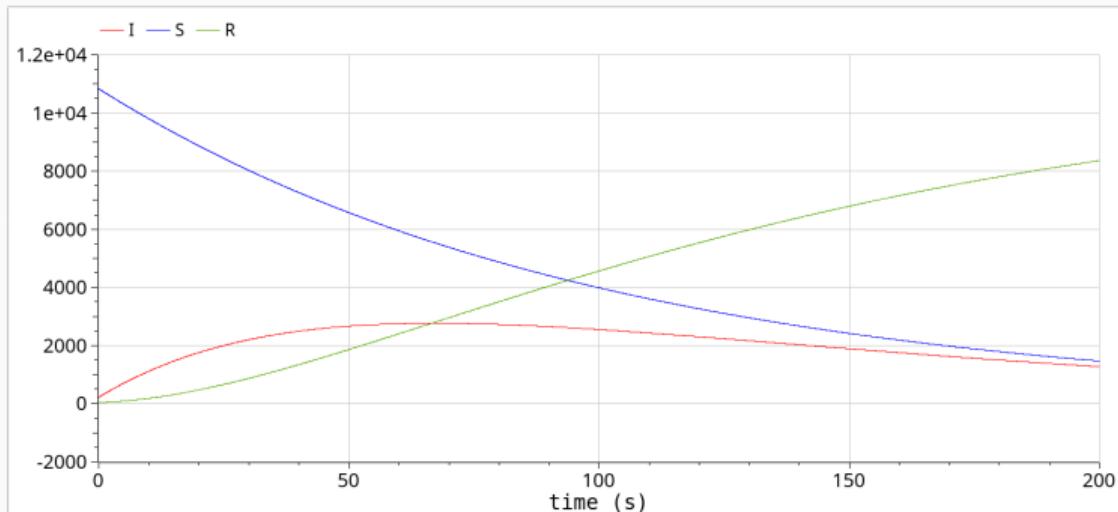


Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп (время до 1000)



```
parameter Real N = 11100;
parameter Real alpha = 0.01;
parameter Real beta = 0.02;
parameter Real I0 = 220;
parameter Real R0 = 44;
parameter Real S0 = N-I0-R0;
Real S(start=S0);
Real I(start=I0);
Real R(start=R0);
equation
    der(S) = -alpha*S;
    der(I) = alpha*S - beta*I;
    der(R) = beta*I;
```

Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп



Выводы

В результате выполнения данной лабораторной работы я исследовала модель SIR.