Презентация к докладу

Модель заражения SIS

Ким М. А.

10 марта 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

Докладчик

- Ким Михаил Алексеевич
- студент уч. группы НФИбд-01-20
- Российский университет дружбы народов
- 1032201664@pfur.ru
- https://github.com/exmanka

Вводная часть

Актуальность

- Необходимость навыков моделирования реальных математических задач, построение графиков.
- Необходимость изучения математических моделей заражения.
- Весомое значение модели SIS в области изучения распространения заболеваний.

Объект и предмет исследования

- Язык программирования Julia
- Язык моделирования Modelica
- Математическая модель «Susceptible—Infected—Susceptible» — SIS

Цели и задачи

- Изучить математическую модель заражения SIS.
- Используя функционал языка программирования Julia, языка моделирования Modelica, а также интерактивного блокнота Pluto и программного обеспечением OpenModelica, описать модель заражения SIS.
- Сравнить описанную математическую модель с реальными данными о заражении.

Процесс выполнения работы

Теоретическое введение

Определение модели SIS

Модель SIS — математическая модель, описывающая динамику распространения определенной болезни в популяции.

SIS — «Susceptible—Infected—Susceptible» — «Восприимчивый—Инфицированный—Восприимчивый».

Восприимчивые — еще не инфицированные индивиды, которые, однако, могут быть подвержены заражению.

Инфицированные — заразившиеся болезнью индивиды.

Математическое описание модели SIS

Модель описывается следующей системой уравнений:

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{\beta SI}{N} + \gamma I$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta SI}{N} - \gamma I,$$

где $S(t)$ — численность восприимчивых (susceptible) индивидов в момент времени t, $I(t)$ — численность инфицированных (infected) индивидов в момент времени t, β — коэффициент интенсивности контактов индивидов с последующим инфицированием, γ — коэффициент интенсивности выздоровления инфицированных индивидов, N — число индивидов в популяции.

Ограничения модели SIS

Для решения нам будут необходимы начальные условия:

$$S(0),\ I(0)$$

Важно также отметить справедливость следующих уравнений:

$$\frac{dS}{dt} + \frac{dI}{dt} = 0 \ \Rightarrow\ S(t) + I(t) = N$$

Базовый коэффициент воспроизведения

Величина

$$R_0 = \frac{\beta}{\gamma}$$

называется «базовым коэффициентом воспроизведения» и имеет большую значимость при оценке возможности распространения болезни (чем он больше, тем более болезнь заразна). К примеру, у COVID-19 $R_0 = 2.4 - 3.4$, у гриппа $R_0 = 0.9 - 2.1$, у кори $R_0 = 12 - 18$.

Описание модели и результирующие графики

Pluto.jl

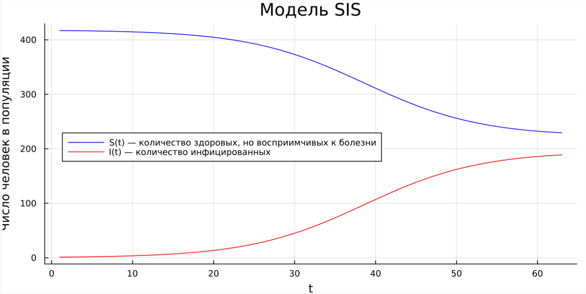
Pluto.jl. Часть 1

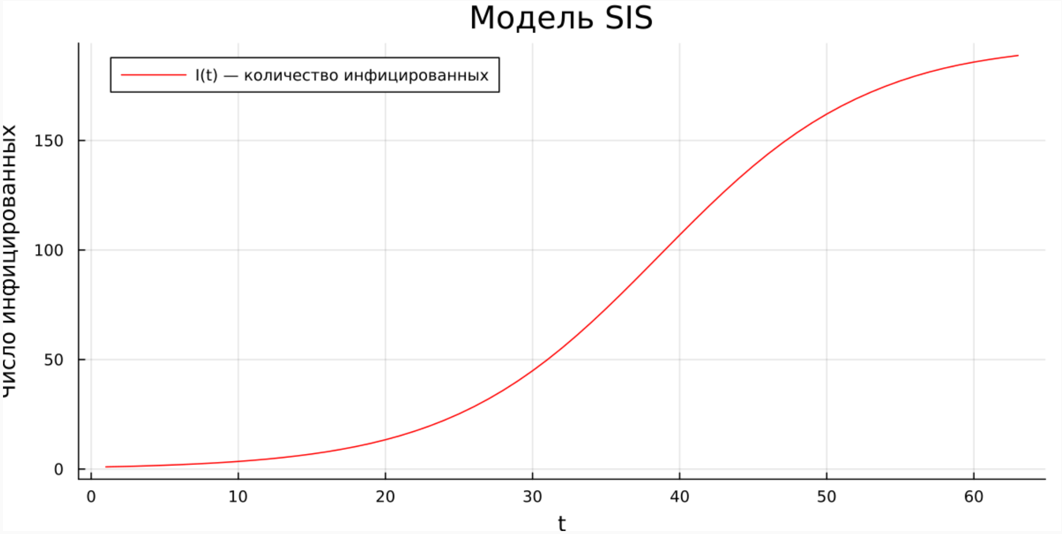
T

Период времени

```
begin
    const β = 0.30
    const γ = 0.16
    @show R₀ = β / γ

    const N = 418
    const I₀ = 1
    const S₀ = N - I₀
    @show S₀

    "Начальные условия: u₀[1] - S₀, u₀[1] - I₀"
    u₀ = [S₀, I₀]

    "Период времени"
    T = (1.0, length(df))
end
```

```
R₀ = β / γ = 1.875
S₀ = 417
```



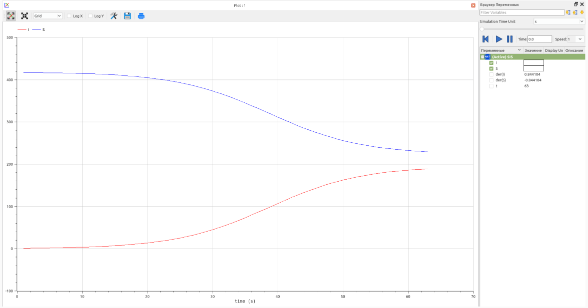

Модель SIS
I(t) — количество инфицированных
число инфицированных
t
0
50
100
150
0
10
20
30
40
50
60

OpenModelica

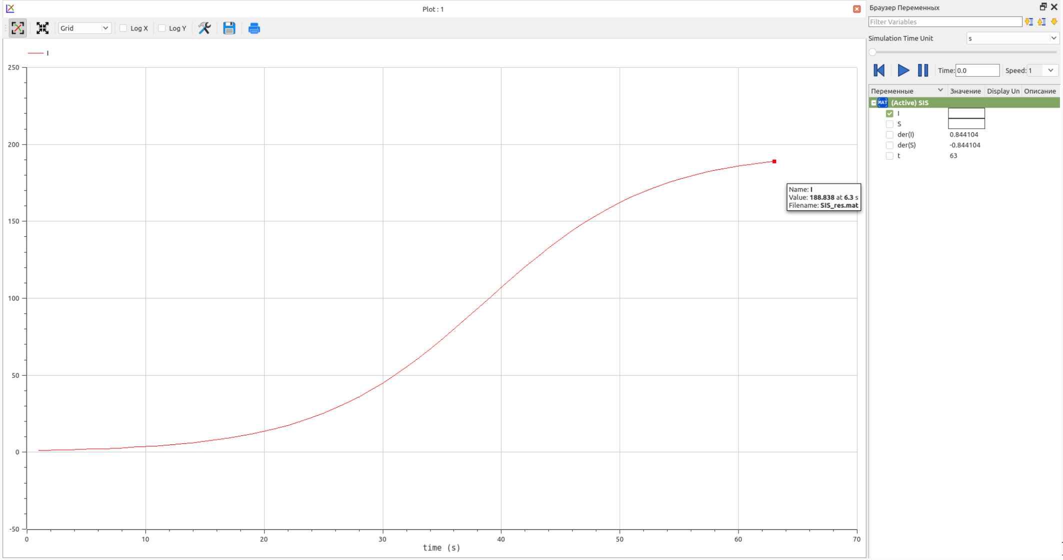
OpenModelica. Часть 1

Доступный на запись | Model | Вид Текст | SIS | /media/sf__/Доклад/presentation/source/SIS_model.mo

```
model SIS
  constant Real beta = 0.3;
  constant Real gamma = 0.16;
  constant Integer N = 418;
  Real t = time;
  Real S(t);
  Real I(t);
initial equation
  S = N - I;
  I = 1;
equation
  der(S) = - beta * S * I / N + gamma * I;
  der(I) = beta * S * I / N - gamma * I;
  annotation(experiment(StartTime=1, StopTime=63, Interval = 1));
end SIS;
```

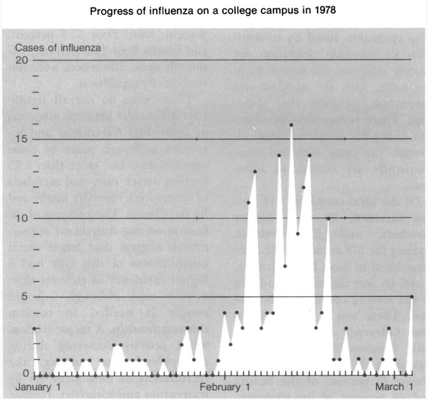


OpenModelica. Часть 2

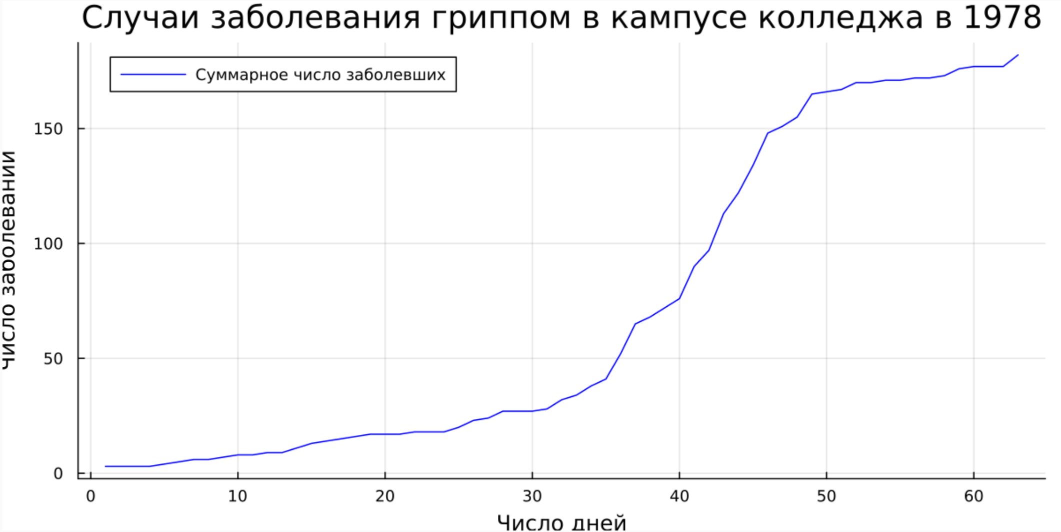


Анализ реальных данных на основе исследования

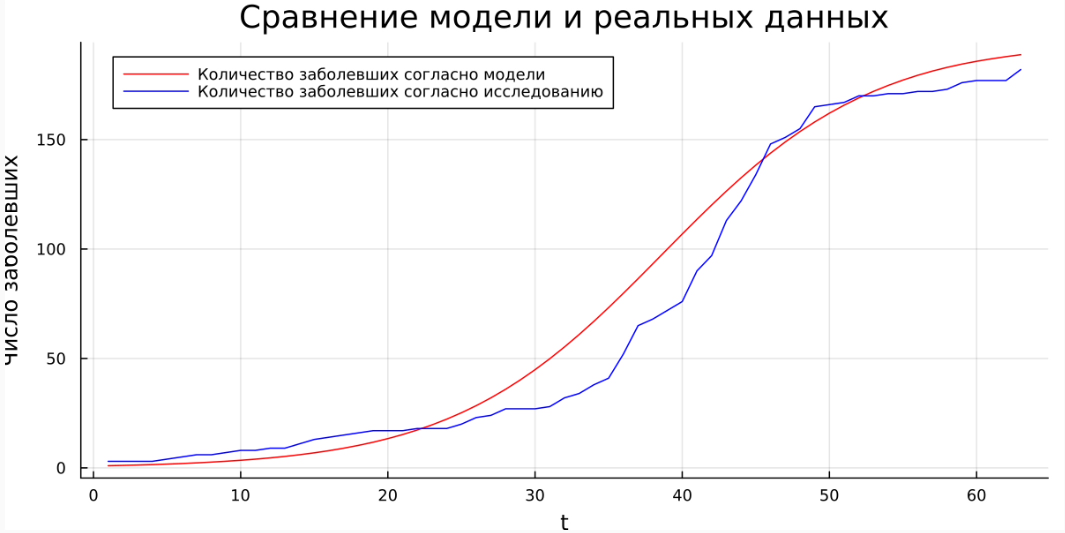
Исходный график датафрейма



Результирующий график датафрейма



Сравнение графика модели и графика реальных данных



Результаты

Результаты

- Изучена математическую модель заражения SIS.
- Описать модель заражения SIS.
- Произведенено сравнение описанной математическую модель с реальными данными о заражении.

Вывод

Математическая модель SIS, являясь одной из самых легковесных моделей распространения заболеваний и не сложной для описания, показала достаточную способность моделировать сценарий распространения гриппа в пределах небольшой популяции и небольшого периода времени. Несомненно, навыки, полученные при изучении и построении модели, пригодятся при работе с более сложными математическими моделями, такими как SIR, SEIR и MSEIR, способными моделировать более сложные сценарии протекания эпидемии.