

\*

# Моделирование ЭПИДЕМИИ ГРИППА

# Модель Ферхюльста.

## Рост популяции, ограниченный ресурсами

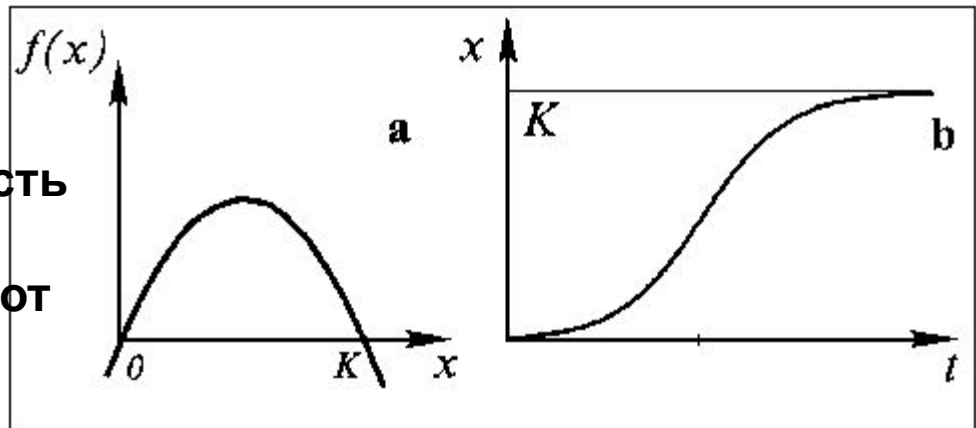


$$\frac{dN}{dt} = kN \left(1 - \frac{N}{L}\right)$$

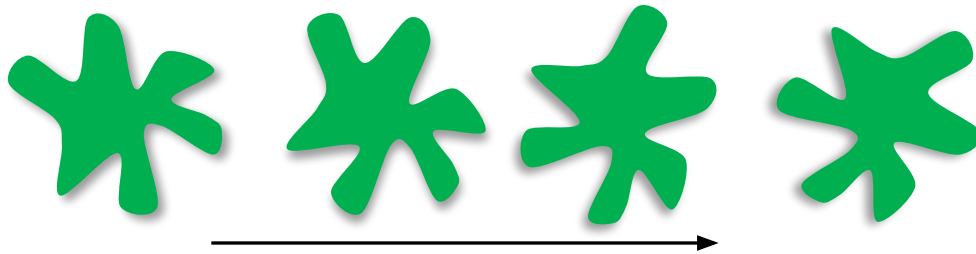
**N** - численность популяции,  
**t** - время,  
**K** - максимальная скорость прироста,  
**L** - емкость популяции

**Пьер Ферхюльст**  
1804 - 1849

**Ограниченный рост. Зависимость величины скорости роста от численности (а) и численности от времени (б)**



# Модель деления

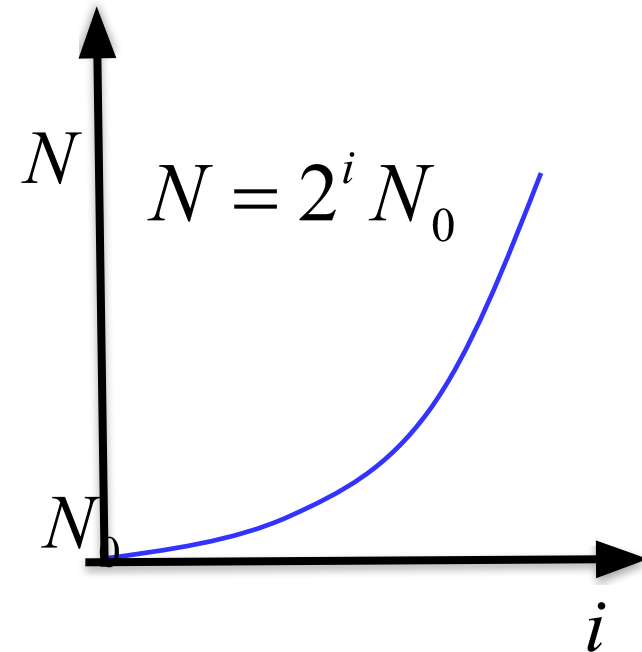


$N_0$  – начальная

численность  
 $N_1 = 2N_0$  – после 1 цикла

деления  
 $N_2 = 2N_1 = 4N_0$  – после 2-х

циклов  
 $N_i = 2N_{i-1} = 2^i N_0$



Особенности модели:

- 1) не учитывается смертность
- 2) не учитывается влияние внешней среды
- 3) не учитывается влияние других видов

# Параметры модели

- $V(1)$ - количество больных начальная,
- $V(n)$  - количество больных через  $n$  дней
- $k$  - коэффициент заражения = 0,5 ,
- $L=300$  - всего людей,

*Модель ограниченного роста:*

$$V(n+1) = \left( 1 + k \frac{L - V(n)}{L} \right) * V(n)$$

# Модель эпидемии гриппа

$L$  – всего жителей                       $N_i$  – больных в  $i$ -ый день  
 $Z_i$  – заболевших в  $i$ -ый день         $V_i$  – выздоровевших  
 $W_i$  – всего выздоровевших за  $i$  дней

Основное уравнение:

$$N_i = N_{i-1} + Z_i - V_i$$

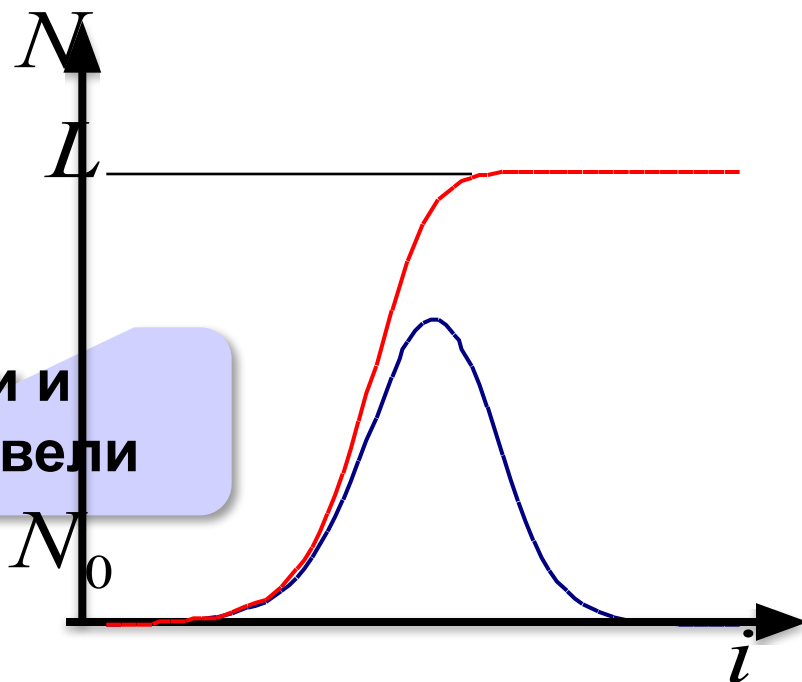
Ограниченный рост:

$$Z_i = K \frac{L - N_{i-1} - W_{i-1}}{L} \cdot N_{i-1}$$

Выздоровление  
(через 7 дней):

$$V_i = Z_{i-7}$$

$$W_i = W_{i-1} + V_i$$



# Параметры модели

- $V(1)$ - количество больных начальная =1,
- $V(n)$  - количество больных через  $n$  дней
- $k$  - коэффициент заражения = 0,5 ,
- $L=300$ - всего людей,
- $V(n)$  –количество выздоровевших,

$N(i)$ -число больных в  $i$ -й день

$Z(i)$ - число заболевших в  $i$ -й день

$W(i)$ -число выздоровевших за  $i$  дней

$v(i)$ - выздоровевших в  $i$ -й день

# Математическая модель

$$B(n+1) = \left( 1 + \kappa \frac{L - B(n)}{L} \right) * B(n)$$

$$B(n+1) = \left( 1 + \kappa \frac{L - B(n)}{L} \right) * B(n)$$

$$B(n+1) = \left( 1 + \kappa \frac{L - B(n)}{L} \right) * B(n)$$

# Практическая работа №14

1. **ЦЕЛЬ:** создать компьютерную модель эпидемии гриппа, (график)

## 2. Реализация

Использовать табличный процессор **Microsoft Excel**

1. Определить на каком шаге вычислений (год) когда эпидемия достигнет максимума.

2. Когда эпидемия закончится.