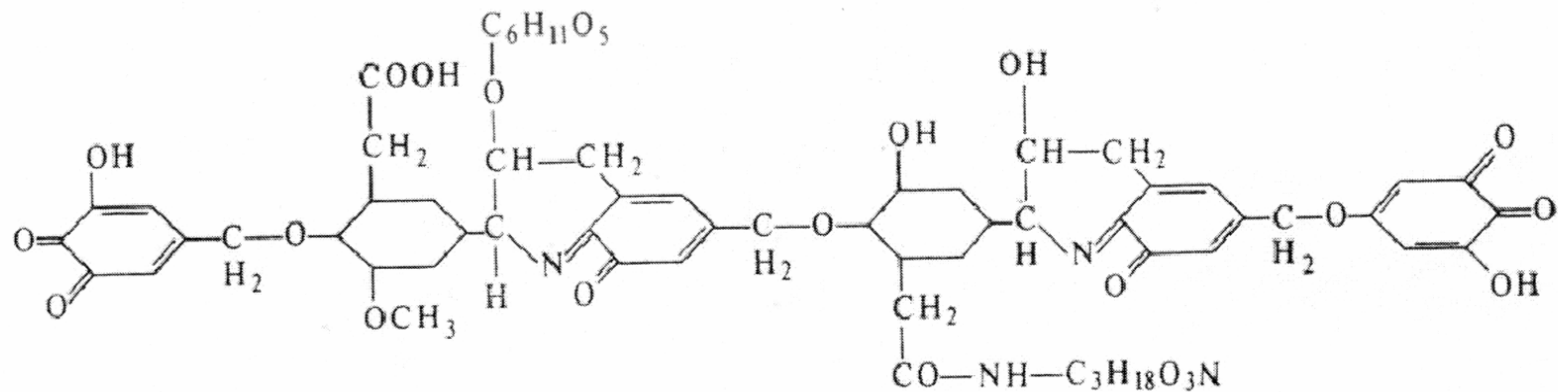


# Общая схема разложения опада



## Строение молекулы гуминовой кислоты (по Драгунову)



Гуматы кальция и магния — нерастворимы в воде.

Гуматы калия, натрия, а также аммония — хорошо растворимы в воде.

Гуматы алюминия и железа — образуют сложные комплексы и их растворимость зависит от присутствия других элементов.

# **Динаміка популяцій**

- 1. Поняття популяції.**
- 2. Експоненціальна модель росту популяції.**
- 3. Логістична модель росту.**
- 4. Віковий склад популяцій.**
- 5. Демографічні проблеми.**

***Популяцией* называют устойчивую совокупность особей, которые в течение продолжительного времени населяют определенную территорию, свободно скрещиваются друг с другом и изолированы от других таких же совокупностей.**

**Границы популяции совпадают с границами экосистемы.**

**Описание популяции на уровне  
полного внутрипопуляционного  
агрегирования:**

**одинаковый возраст,  
продолжительность жизни, биомасса,  
размер, пол...**

**Плотность популяции – число  
организмов, приходящееся на  
единицу площади (объема)**

$$d x_j / d t = B_j - D_j + I_j - E_j$$

Гипотеза:

$$B_j = b_j \cdot x_j, D_j = d_j \cdot x_j$$

Коэффициенты размножения (b) и смертности (d)

Размерность: 1/время

Удельная скорость изменения популяции

$$r_j = b_j - d_j$$

$$d x_j / d t = r_j \cdot x_j$$

$$r_j = r_j^0 + r_j^1$$

$r_j^0$  не зависит от плотности  $j$ -й популяции,

$r_j^1$  зависит от плотностей всех популяций экосистемы, включая  $j$ -ю.

Экспоненциальная модель роста:

$$r_j^1 = 0$$
$$d x_j / d t = r_j^0 \cdot x_j$$

$$x_j(t) = x_j(t_0) \cdot \exp \int_{t_0}^t r_j^0(\tau) d\tau$$

При певних значеннях екологічних факторів  $r_j^0$  набуває максимально можливого значення  $r_j^{\text{макс}}$ .

$r_j^{\text{макс}}$  – **біотичний потенціал популяції.**

$$\ln r_j^{\text{макс}} = -8 - 4.5 \cdot \ln m$$

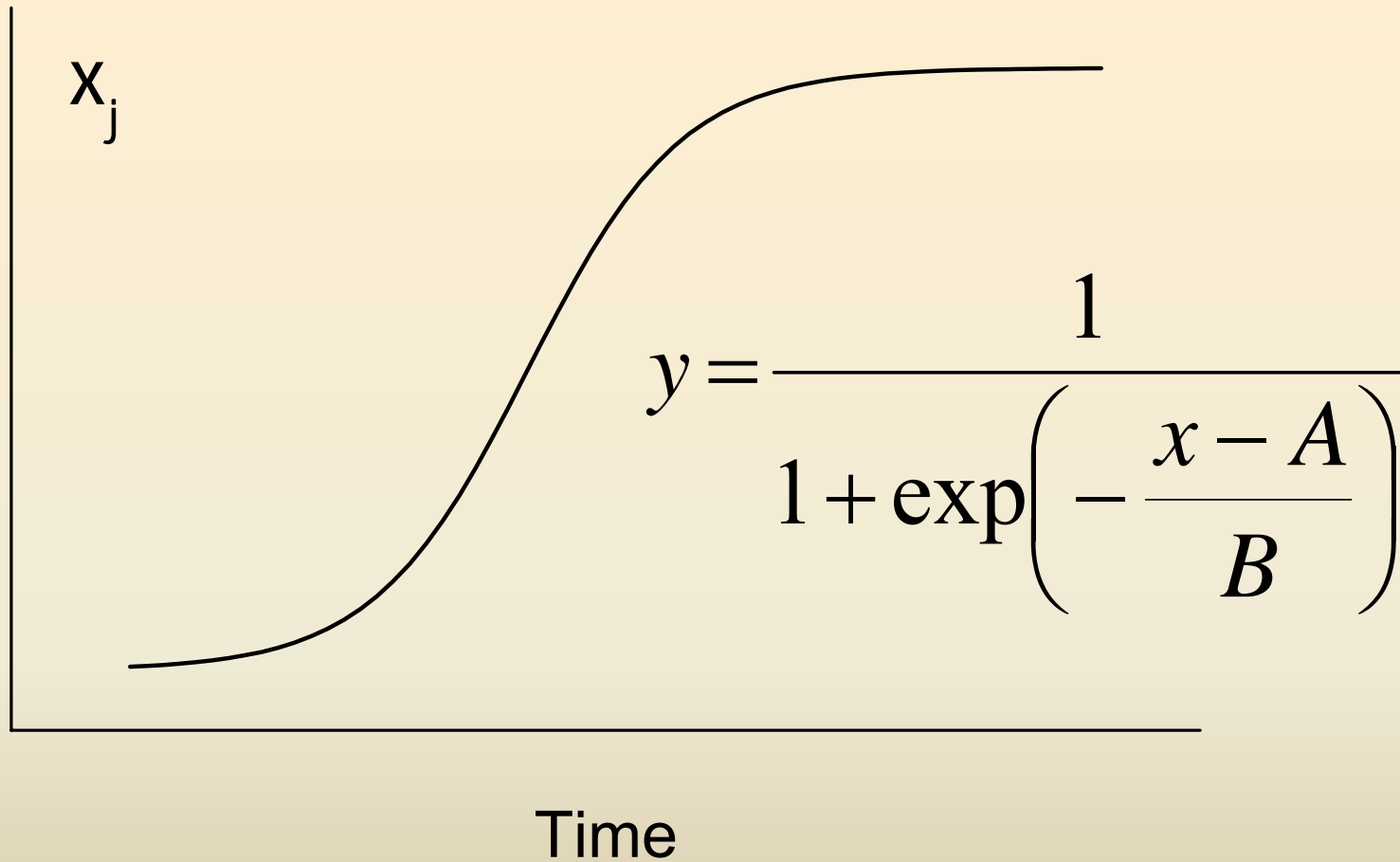
$m$  – маса, Г,  $r_j^{\text{макс}}$  - 1/добу



Томас Роберт Мальтус  
(1766-1834)



# Логістична модель



# Логістична модель росту Ферхюльст, 1838

$$b_j = b_j^0$$

$$d_j = d_j^0 + d_j^1 \cdot x_j$$

$$r_j = b_j^0 - d_j^0 - d_j^1 \cdot x_j$$

$$r_j^{\text{макс}} = b_j^0 - d_j^0$$



Пьер-Франсуа Ферхюльст  
(1804-1849)

$$K_j = r_j^{\text{макс}} / d_j^1$$
$$r_j = b_j^0 - d_j^0 - d_j^1 \cdot x_j$$

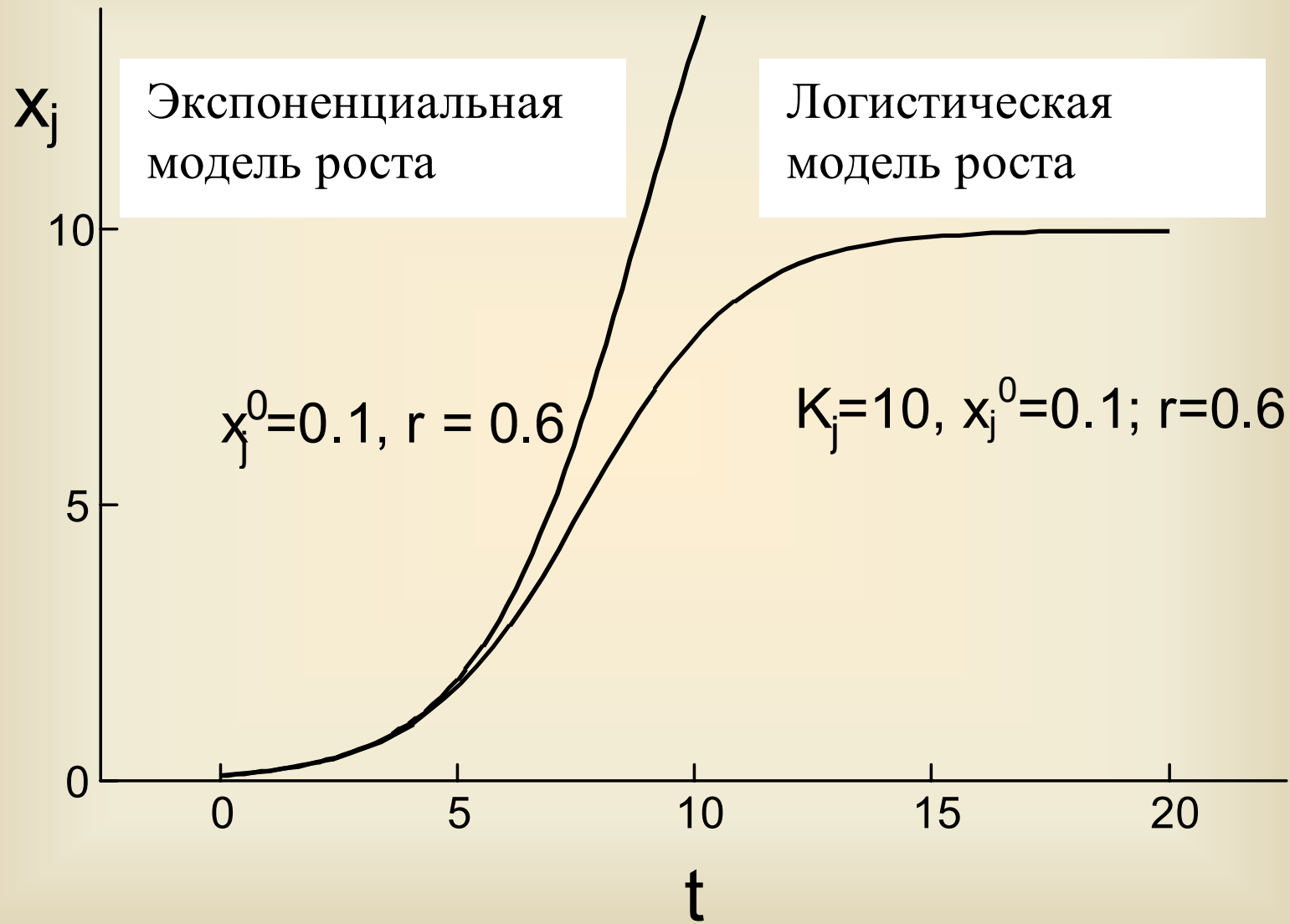
$$r_j = r_j^{\text{макс}} \cdot (1 - x_j/K_j)$$

$$d x_j / d t = r_j \cdot x_j$$

$$d x_j / d t = r_j^{\text{макс}} \cdot x_j \cdot (1 - x_j/K_j)$$

$$x_j(t) = \frac{K_j}{1 + \frac{K_j - x_j^0}{x_j^0} \cdot e^{-r_j^{\text{макс}}(t-t_0)}}$$

$K_j$  – емкость среды



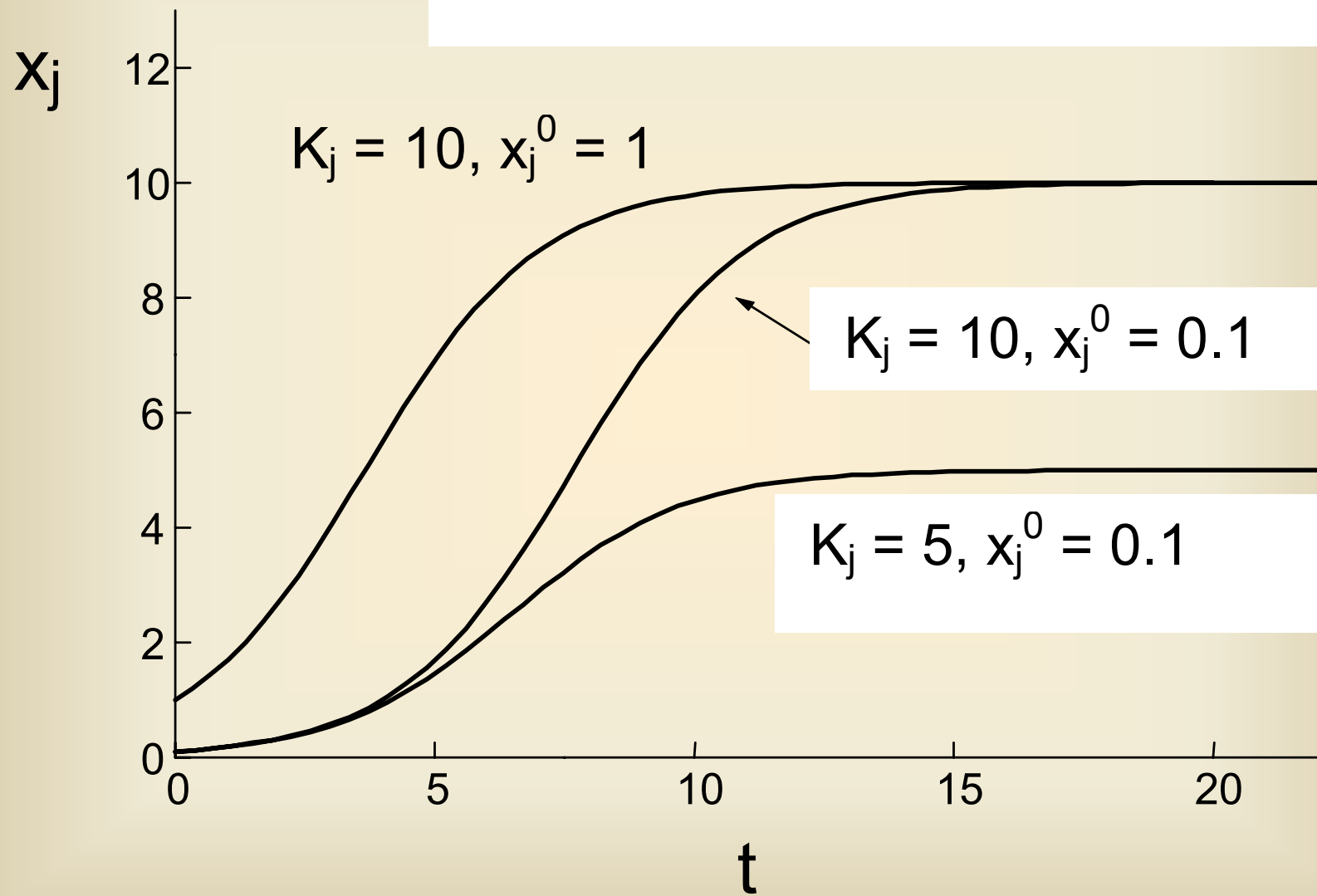
Экспоненциальная  
модель роста

Логистическая  
модель роста

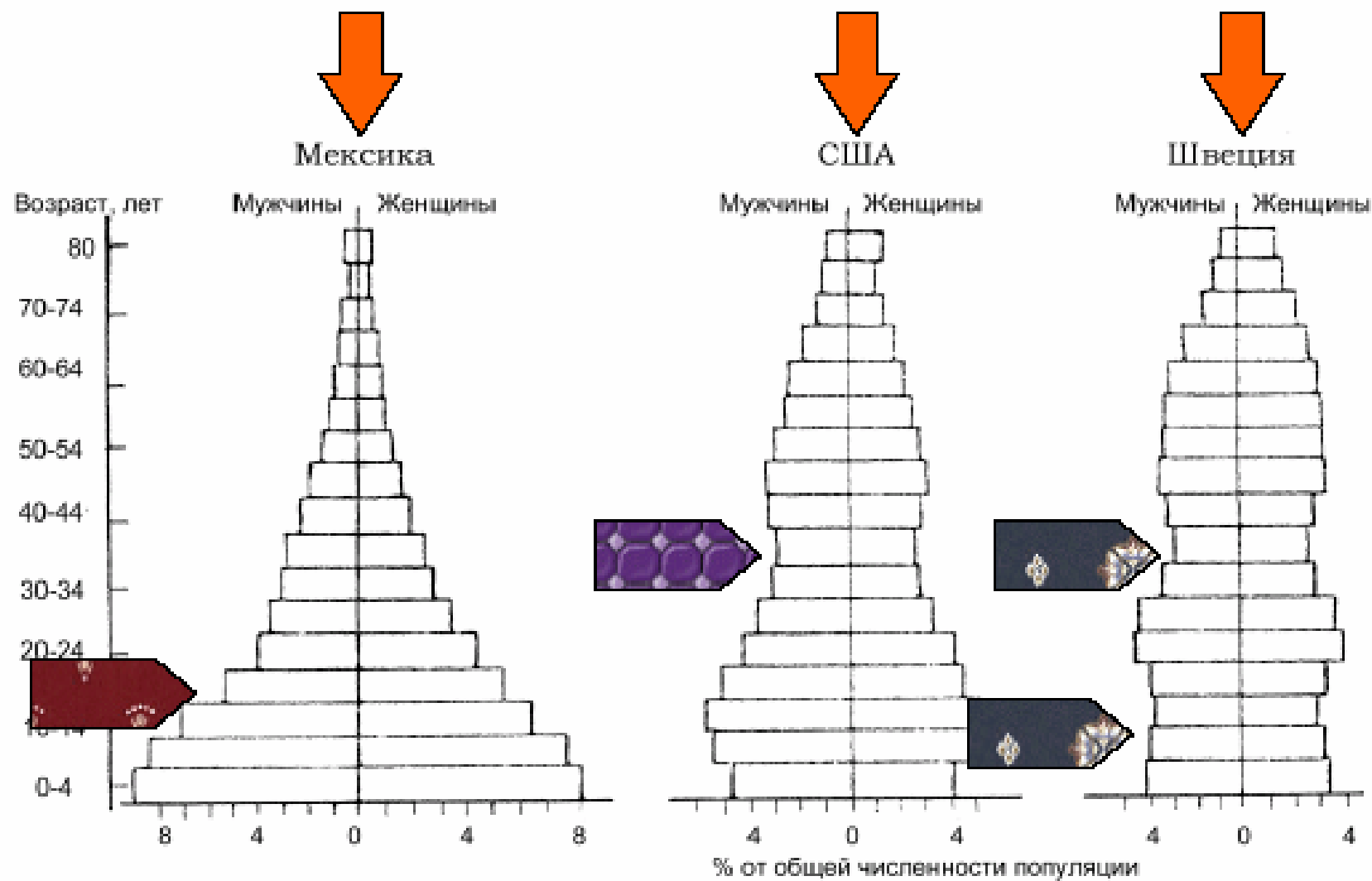
$x_j^0 = 0.1, r = 0.6$

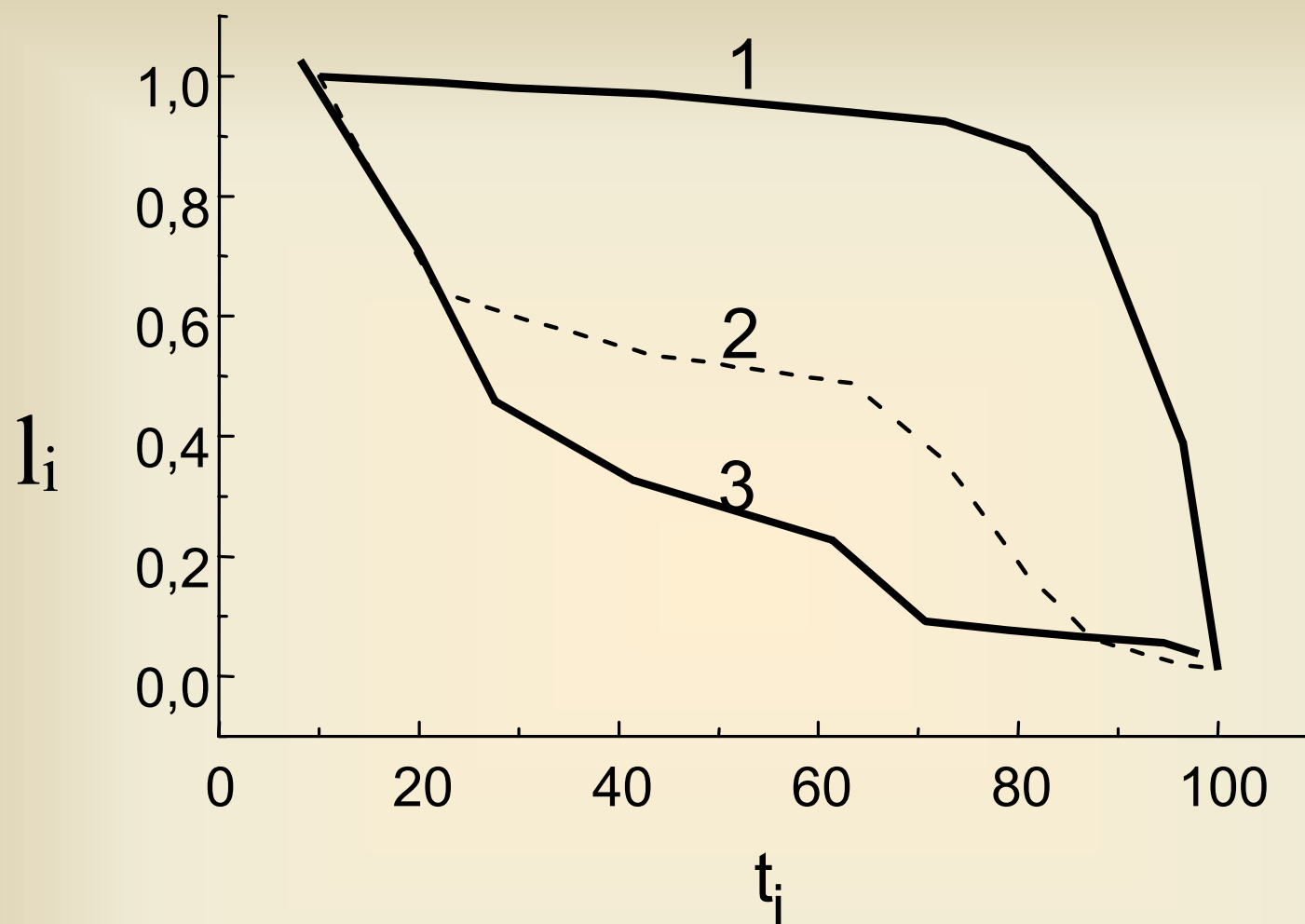
$K_j = 10, x_j^0 = 0.1; r = 0.6$

$$x_j = f(K_j, t) \text{ при } r = 0.6$$



## Половозрастной состав популяции





**Основные типы функций выживаемости. 1 – высокая смертность в конце жизни, 2 – высокая смертность в начале и в конце жизни, 3 – большая смертность в начале жизни**



Динамика численностей зайца-беляка ( $x_1$ ) и рыси ( $x_2$ )  
в лесах Канады

