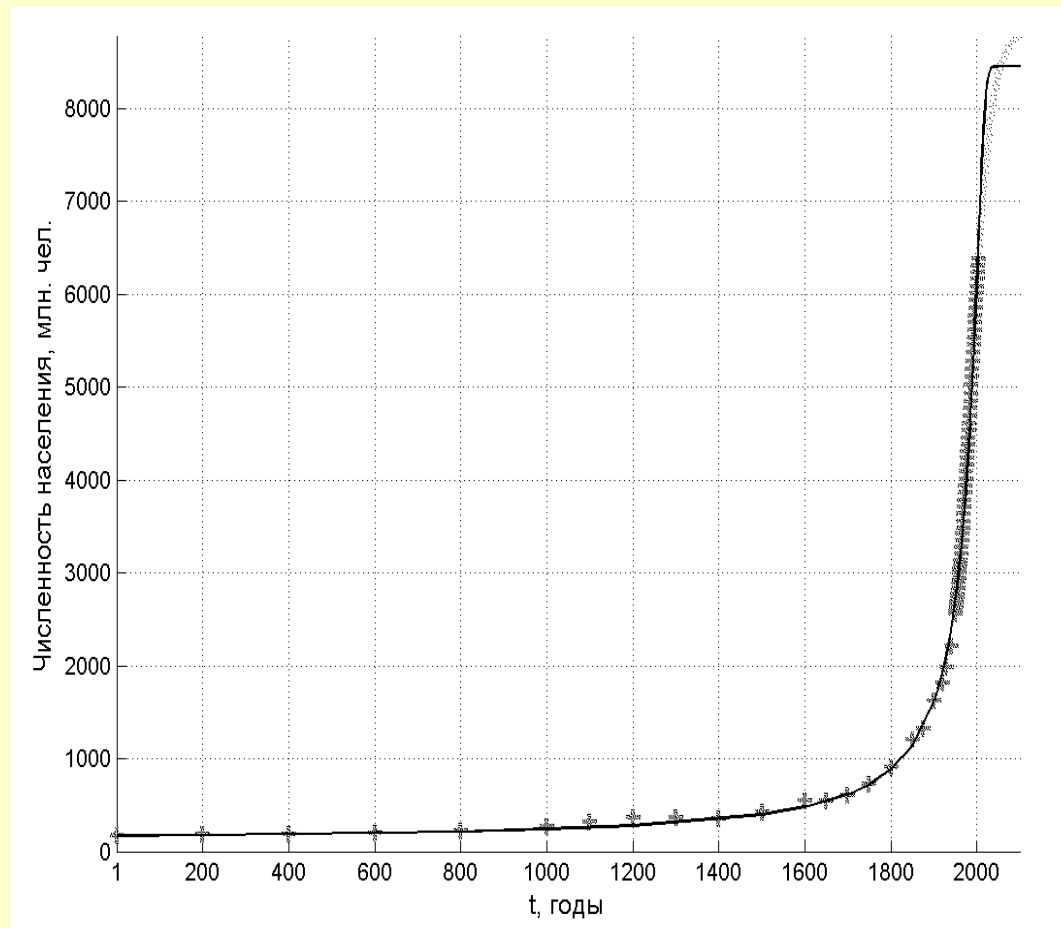


Факторы социальной эволюции: демография

Историческая демография



Динамика численности населения Земли
(1 – 2005 н.э.)

Демографические модели

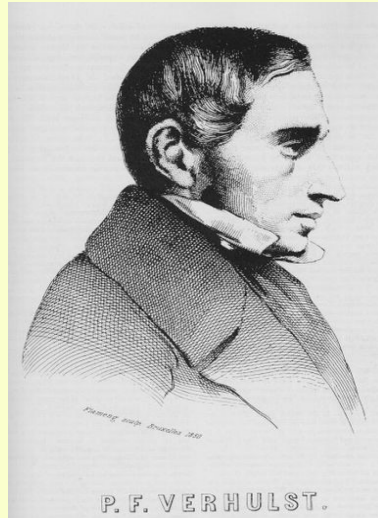
$$\frac{dN}{dt} = \text{рождаемость} - \text{смертность}$$



Томас Мальтус

$$\frac{dN}{dt} = aN$$

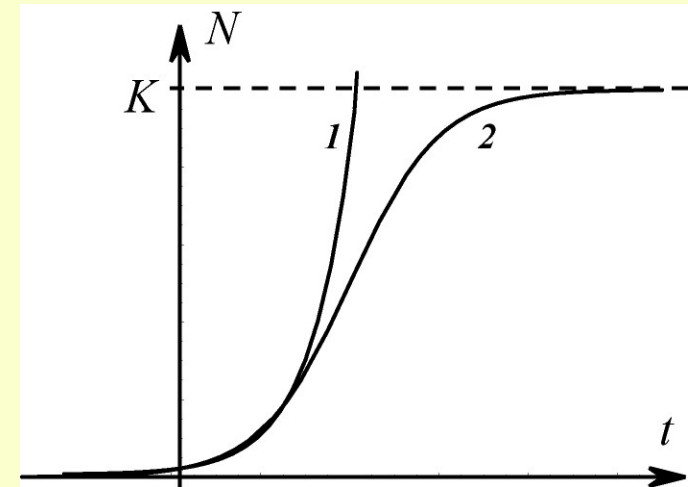
$$N(t) = N_0 e^{a(t-t_0)}$$



Пьер Франсуа
Ферхюльст

$$\frac{dN}{dt} = N(a - bN)$$

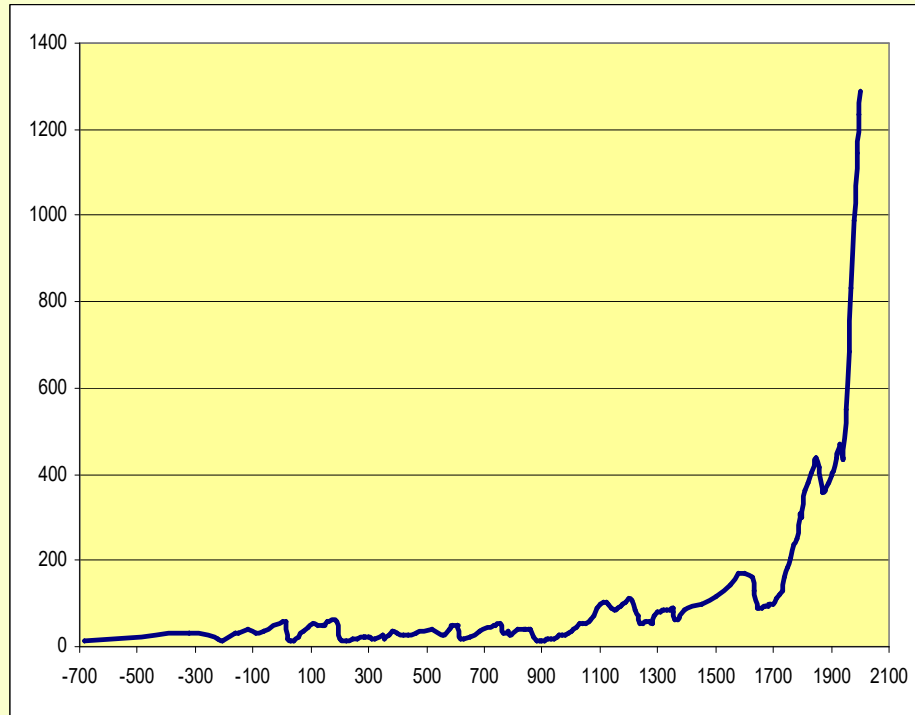
$$N(t) = \frac{N_0 e^{a(t-t_0)}}{1 + \frac{N_0 b}{a} (e^{a(t-t_0)} - 1)}$$



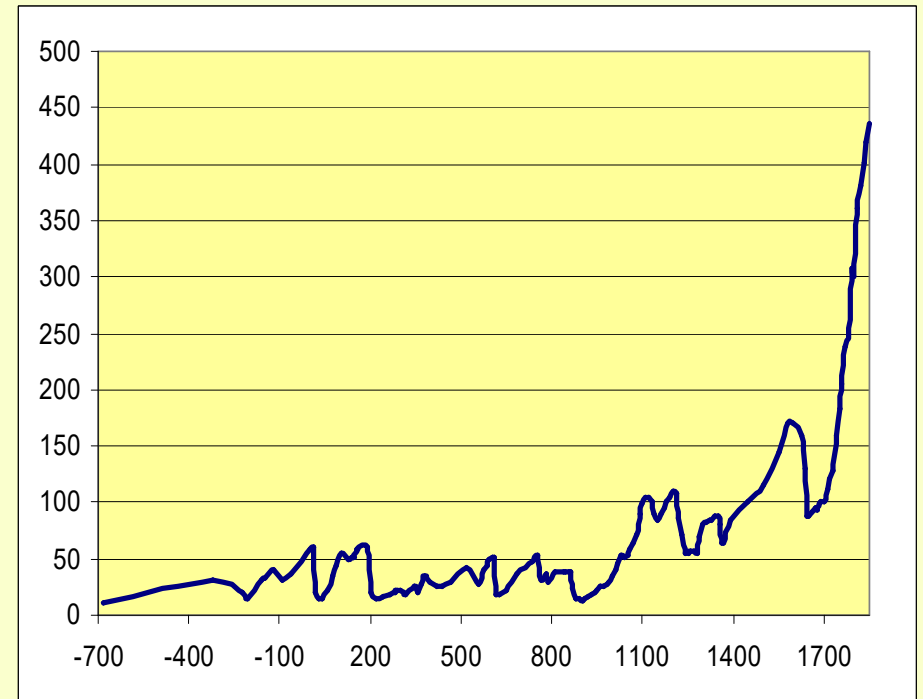
Демографическая динамика
(феноменологические
модели):

1 – экспонента (Мальтус)
2 – логиста (Ферхюльст,
учет ресурсных ограничений)

Историческая демография



Демографическая динамика Китая
(700 до н.э. – 2005 н.э.)



Демографическая динамика Китая
(700 до н.э. – 1850 н.э.)

В доиндустриальную эпоху аграрные общества находились в мальтузианской ловушке, демографическая динамика была циклической

Модель взаимодействия социальных групп

$$\begin{aligned}\frac{dN_j}{dt} &= N_j \cdot D_j(x_j) + \sum_{i=1}^k D'_{ji}(N_i, X_i, N_j, X_j) \\ \frac{dX_j}{dt} &= F_j(\vec{X}, \vec{N}, \vec{I}) - N_j \cdot Q_j(x_j) + \sum_{i=1}^k G_{ji}(N_i, X_i, N_j, X_j) \\ &\quad - \sum_{i=1}^k C_{ji}(N_i, X_i, N_j, X_j) - I_j(X_j, N_j) \\ D'_{ji} &= -D'_{ij}, G_{ji} = -G_{ij}, F_j \geq 0, Q_j \geq 0, C_j \geq 0, I_j \geq 0.\end{aligned}$$

N_i – численность i -й социальной группы;

X_i – материальные накопления i -й социальной группы;

D_j – коэффициент, определяющий рождаемость и смертность (если такие понятия применимы к выбранной социальной группе);

D'_{ji} – скорость перехода из группы i в группу j ;

F_j – функция производства;

Q_j – функция индивидуального потребления;

G_{ji} – количество материальных благ, изымаемых тем или иным образом группой j у группы i (с учетом переходов между группами);

C_{ji} – затраты группы j на управление группой i ;

I_j – инвестиции в производство.

Демографические циклы в аграрных обществах

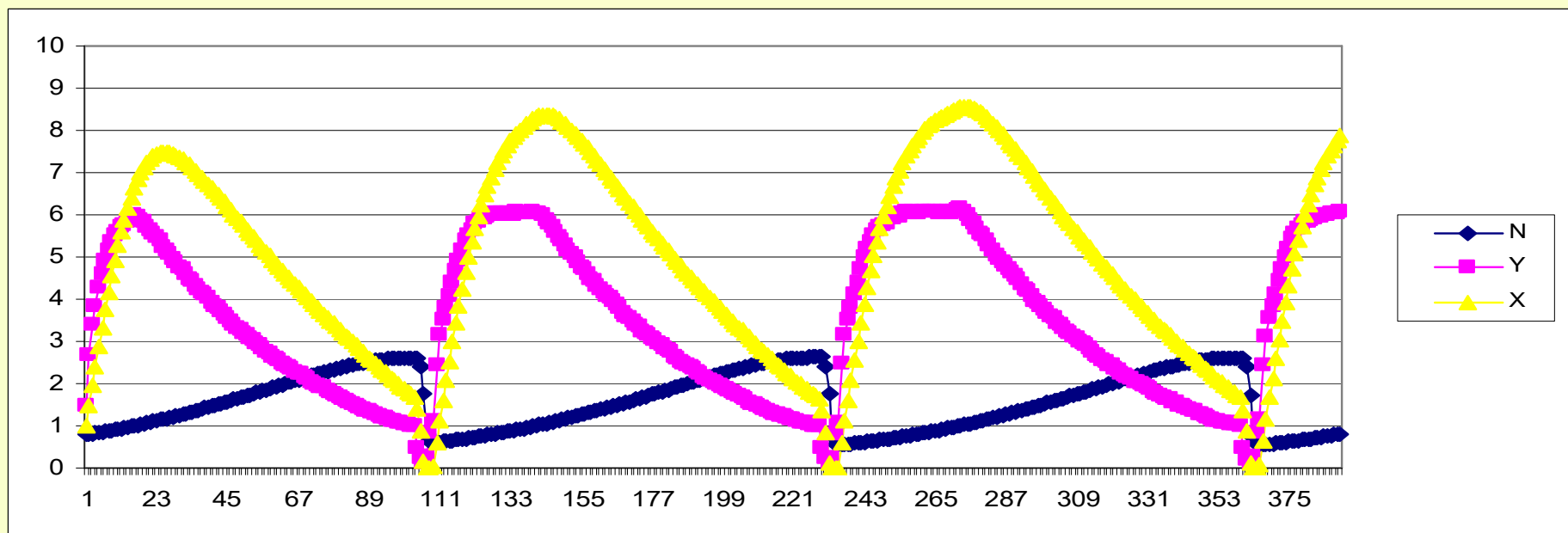
$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = \beta\gamma R(N)N - \alpha_X X - C(N, \frac{Y}{Y_0}) \\ \frac{dY}{dt} = \gamma R(N) - \alpha_Y Y - \beta\gamma R(N) \\ \frac{dN}{dt} = rN(1 - \frac{Y_0}{Y}) \end{cases}$$

$$R(N) = \begin{cases} R_0, & N < N_0 - \text{область I} \\ R_0 \frac{N_0}{N}, & N \geq N_0 - \text{область II} \end{cases}$$

X – материальные накопления землевладельцев

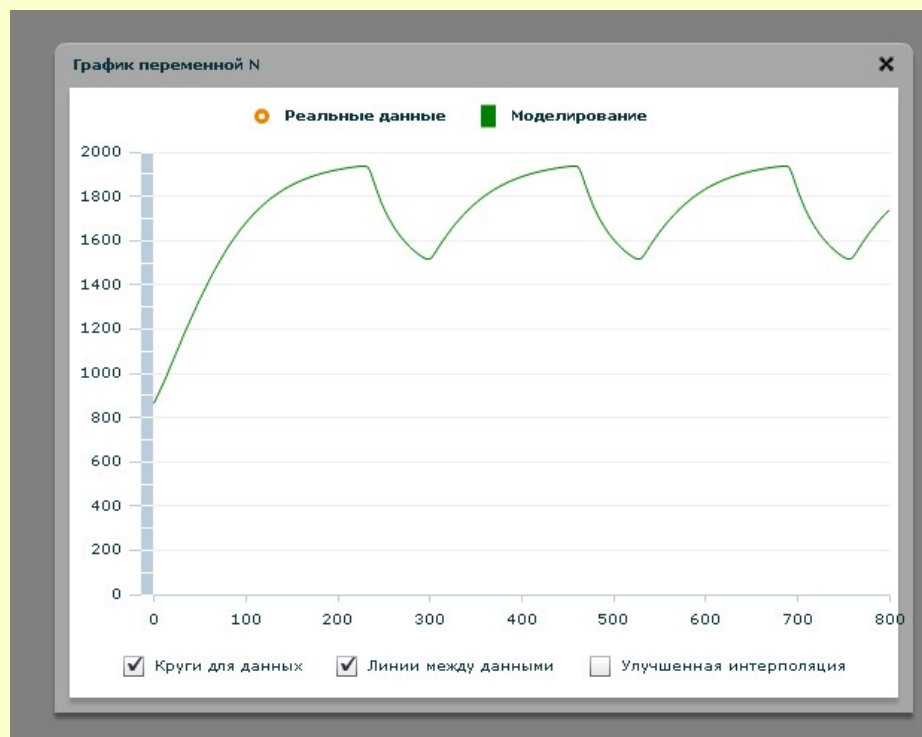
Y – материальные накопления земледельцев

N – численность земледельцев



Циклическая динамика численности населения
(при неизменной производительности труда)

Выход из мальтузианской ловушки



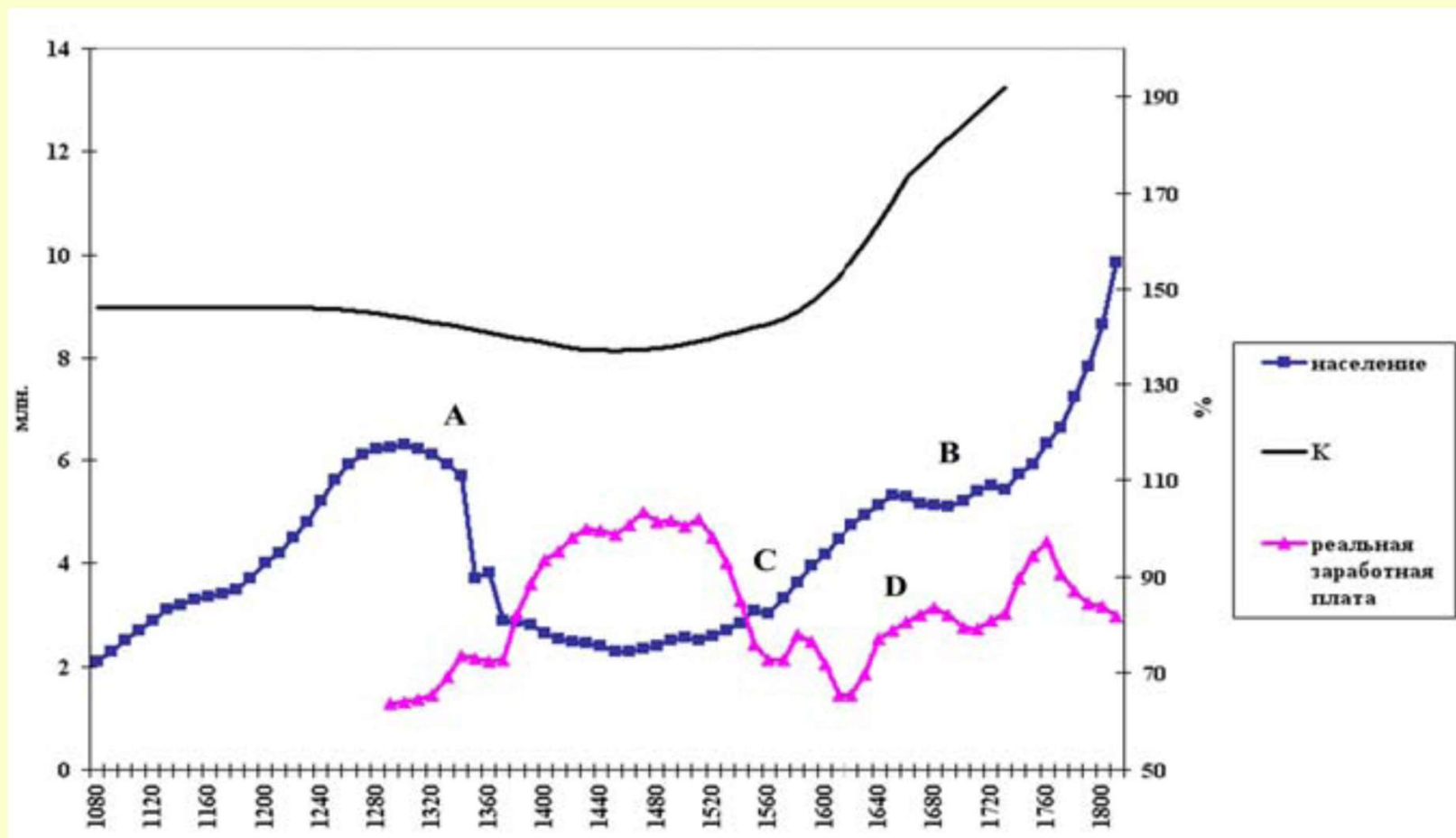
Расчет динамики населения
без роста производительности труда



Расчет динамики населения
при росте производительности труда

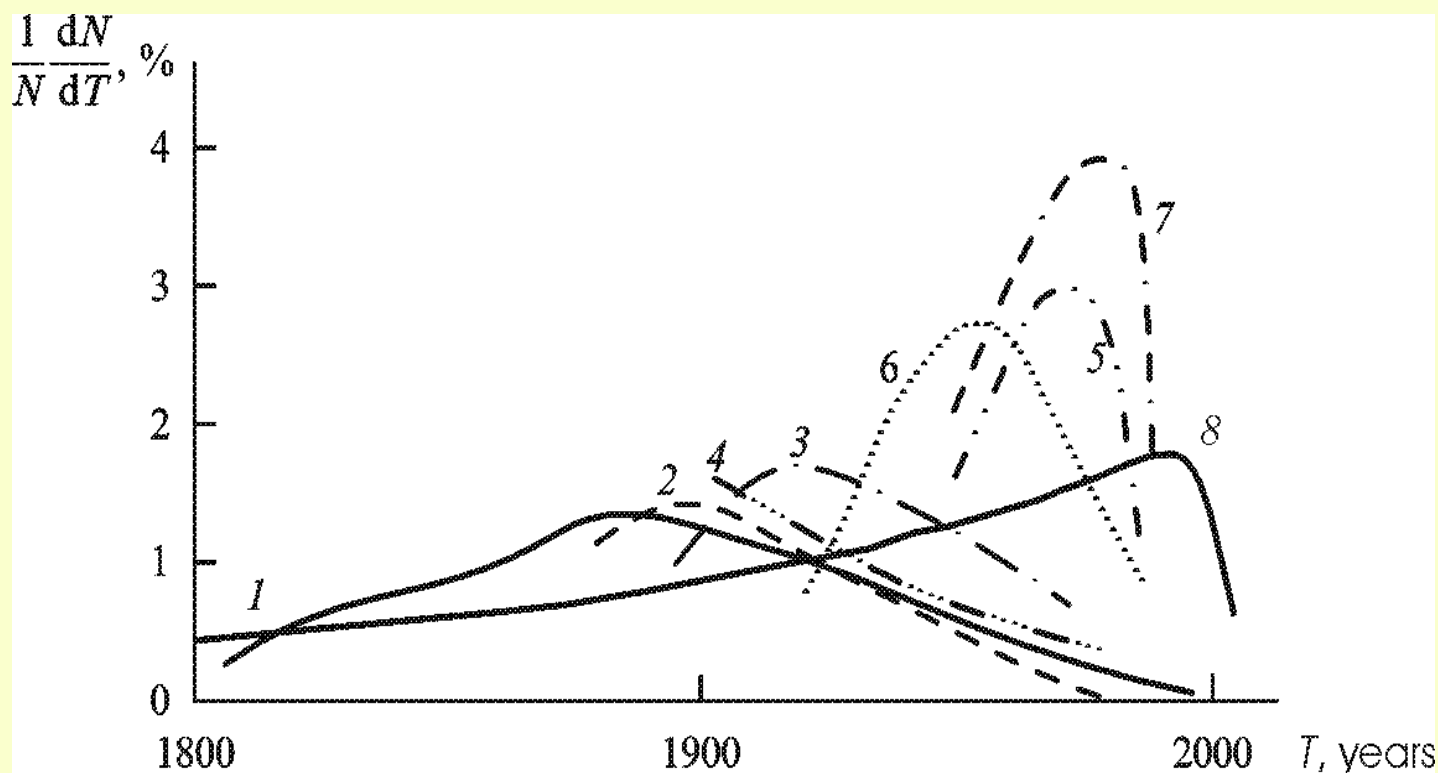
Для выхода из мальтузианской ловушки темп роста ВВП
должен быть выше темпа роста численности населения

Англия: выход из мальтузианской ловушки

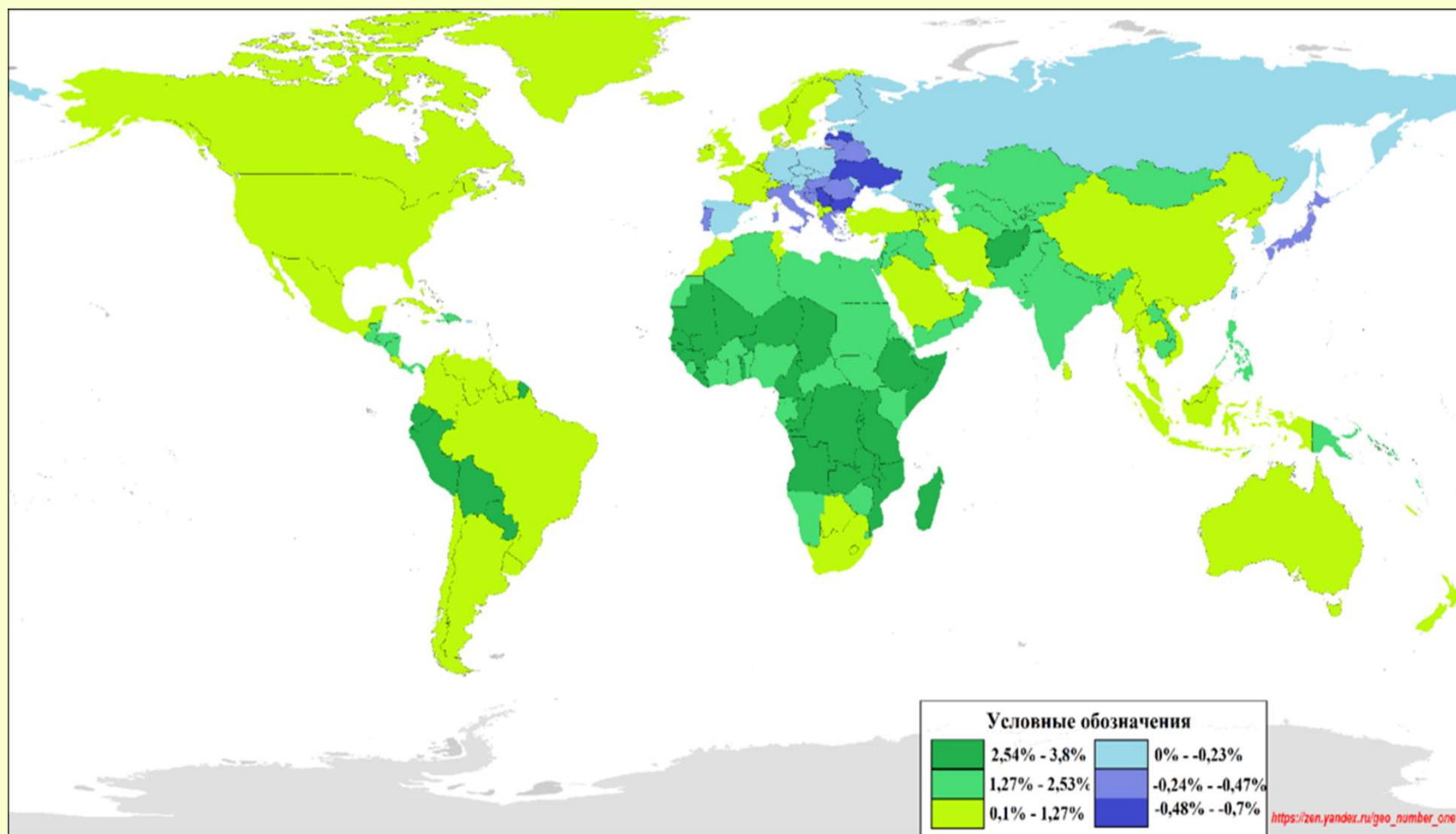


Численность населения и уровень потребления в Англии XII-XVIII вв. За уровень потребления взят усредненный по 30-летиям тренд реальной заработной платы лондонского каменщика (средний уровень XV века взят за 100%).

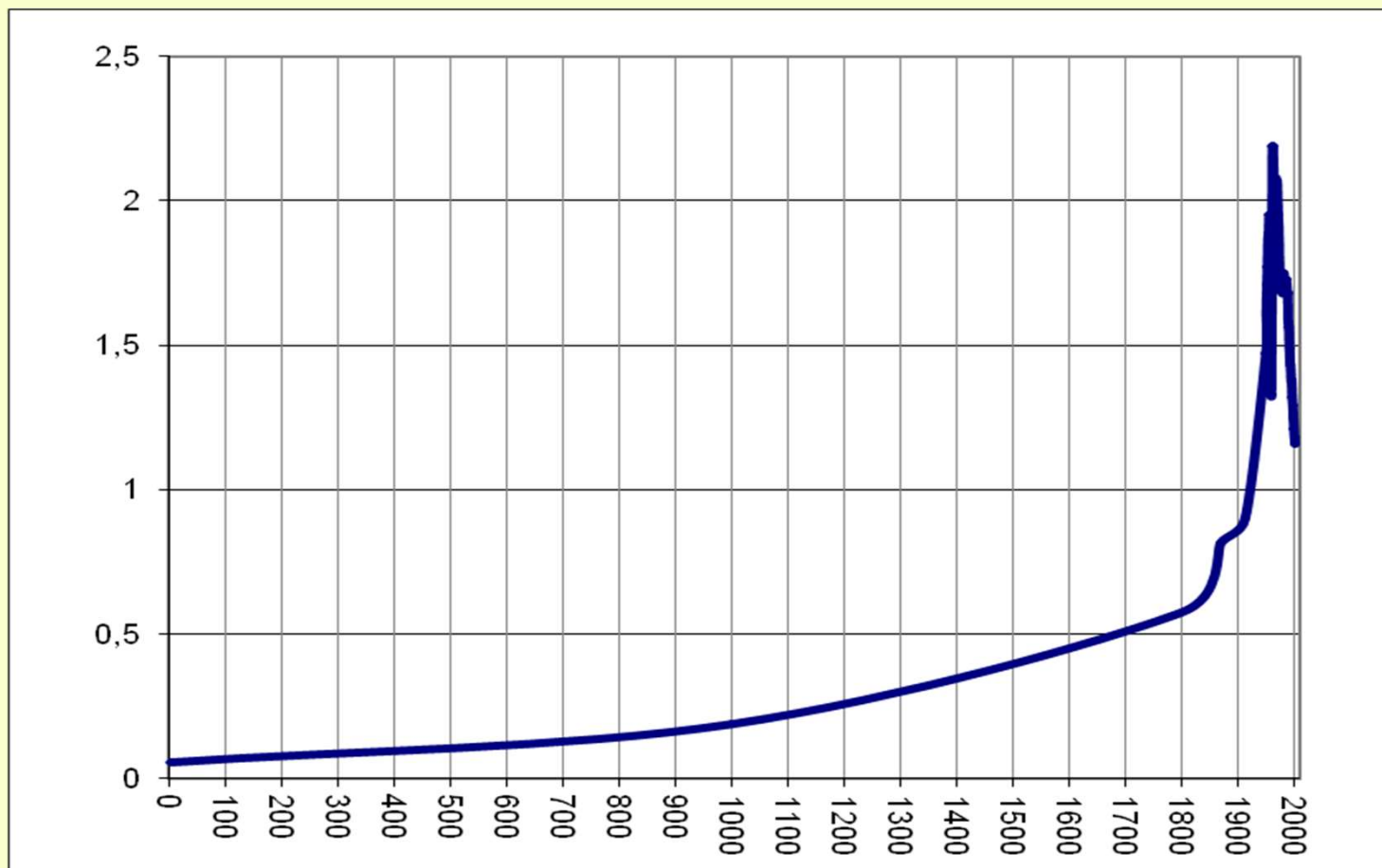
Демографический переход в разных странах



Изменение темпов прироста населения
во Франции (1), Германии (2), России (3), США (4), Маврикии (5),
Шри Ланке (6), Коста Рике (7), в мере в целом (8)

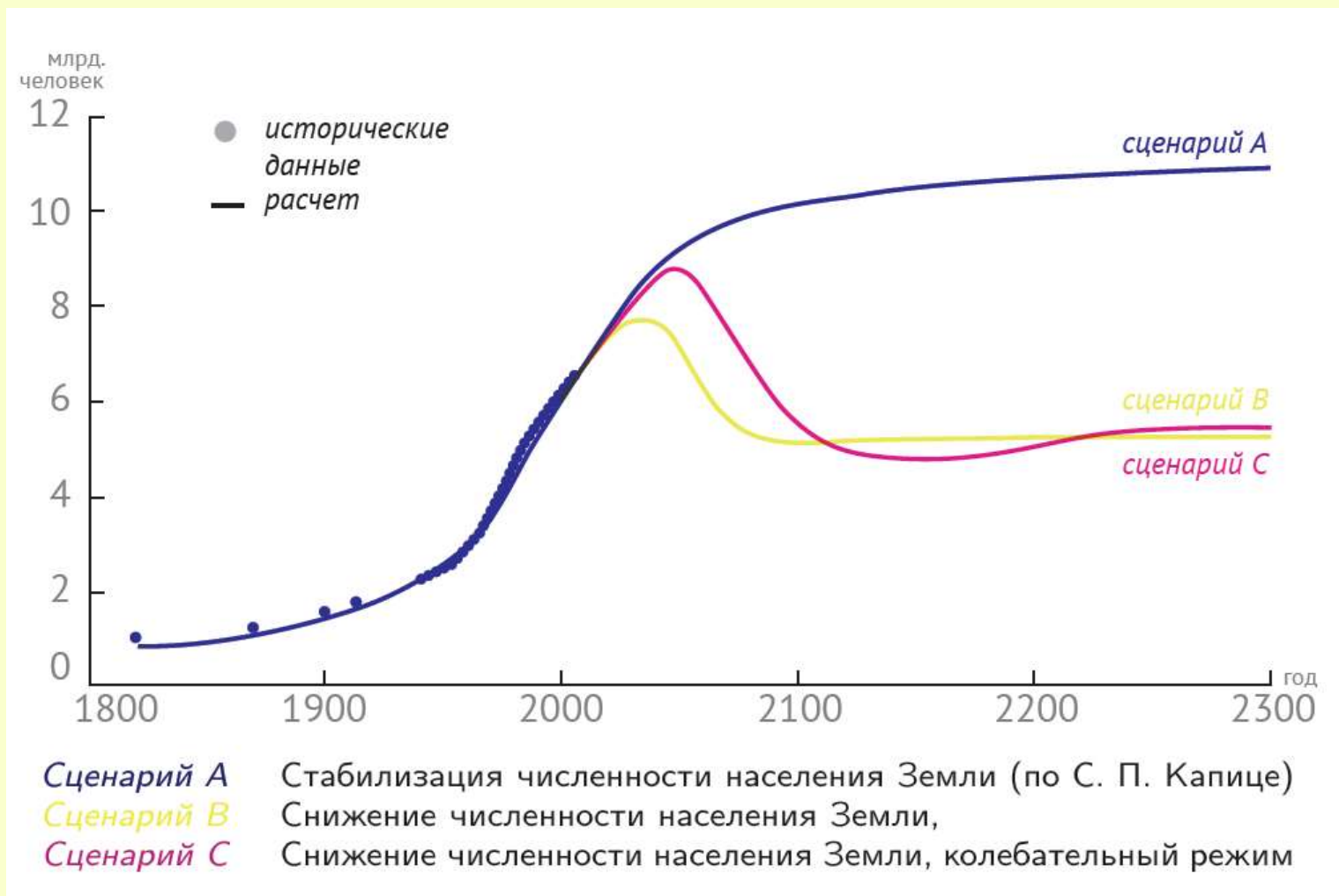


Коэффициенты естественного прироста населения в 2020 г., %

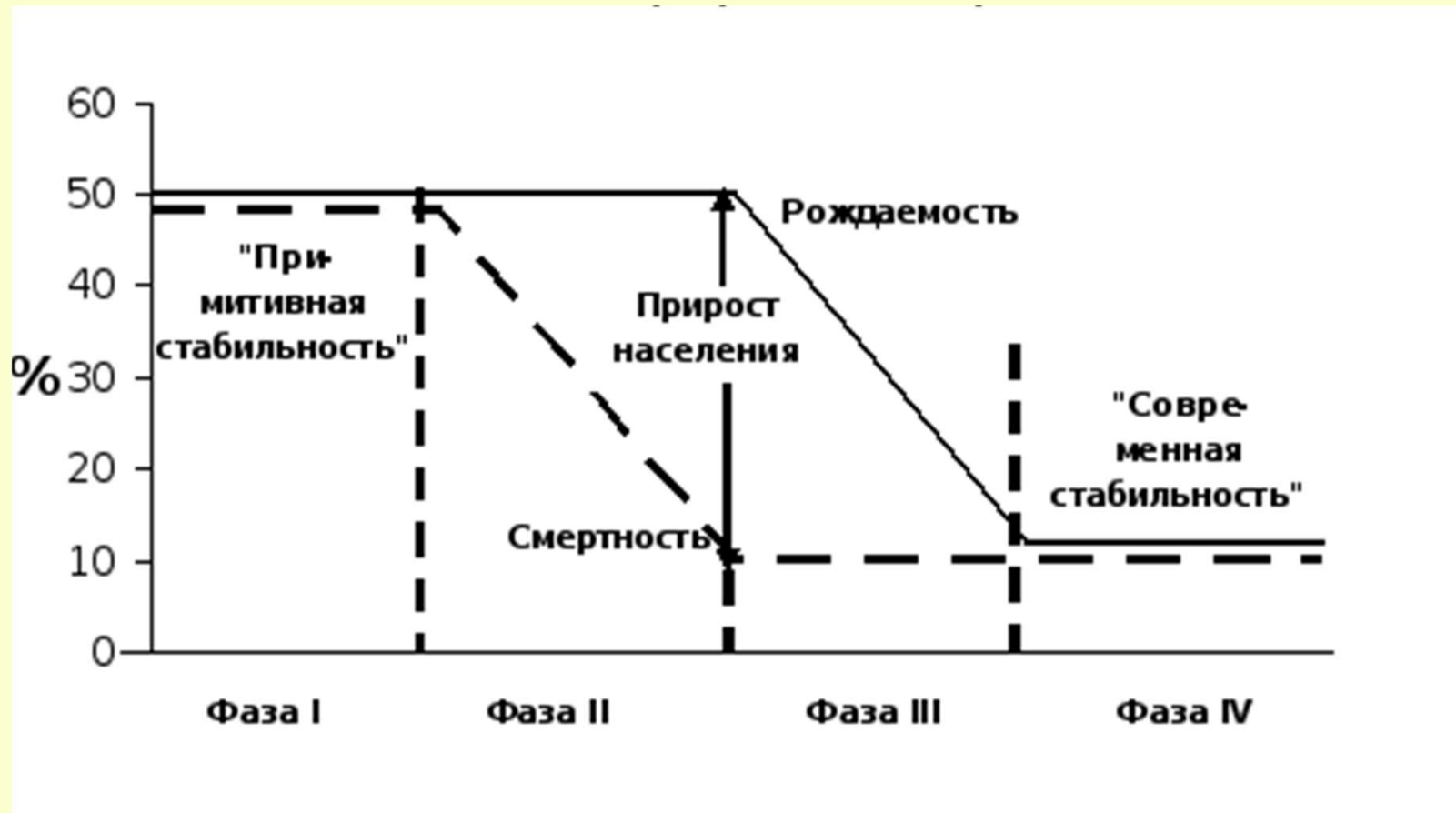


Темпы роста населения Земли (смена тенденций)

Возможные сценарии глобального демографического перехода



Фазы демографического перехода



В I и IV фазах рост численности населения слабый.
В II и III фазах рост численности населения сильный.

Изменения демографической структуры общества

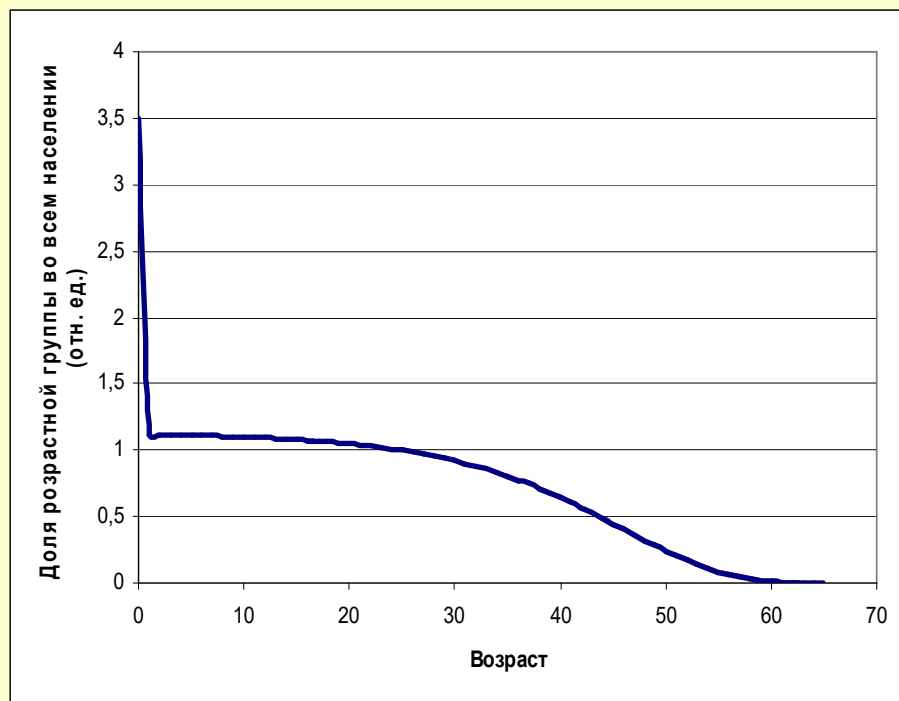
Демографическая модель МакКендрика – фон Ферстера (McKendrick 1926; von Foerster 1959).

Уравнения для определения количества лиц возраста τ в момент времени t :

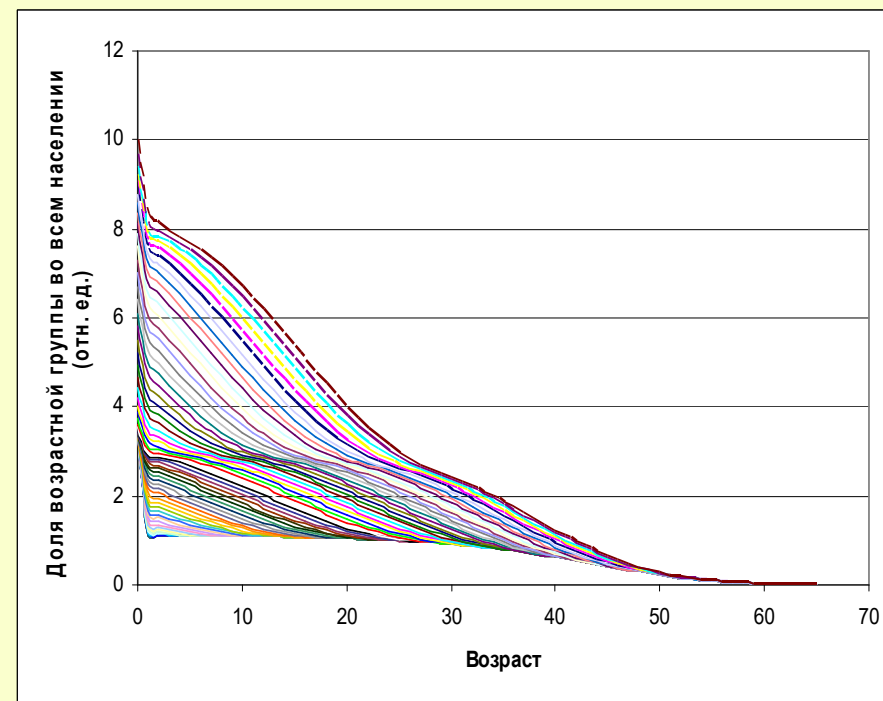
$$\frac{\partial u(\tau, t)}{\partial t} + \frac{\partial u(\tau, t)}{\partial \tau} = -d(\tau, t)u(\tau, t)$$
$$u(0, t) = 0,5 \int_0^{\infty} u(\tau, t)b(\tau, t)d\tau, \quad u(\tau, 0) = g(\tau),$$

где $u(\tau, t)$ - количество лиц возраста τ в момент времени t , $b(\tau, t)$ - интенсивность рождения детей у женщин возраста τ в момент времени t , $d(\tau, t)$ – возрастной коэффициент смертности для лиц возраста τ в момент времени t , $g(\tau)$ - возрастная структура общества в начальный момент времени (считается, что разница между численностью женщин и мужчин пренебрежимо мала, количество рождающихся мальчиков равно количеству рождающихся девочек, величина коэффициента смертности $d(\tau, t)$ одинакова для женщин и мужчин).

Изменения демографической структуры общества при выходе из мальтузианской ловушки

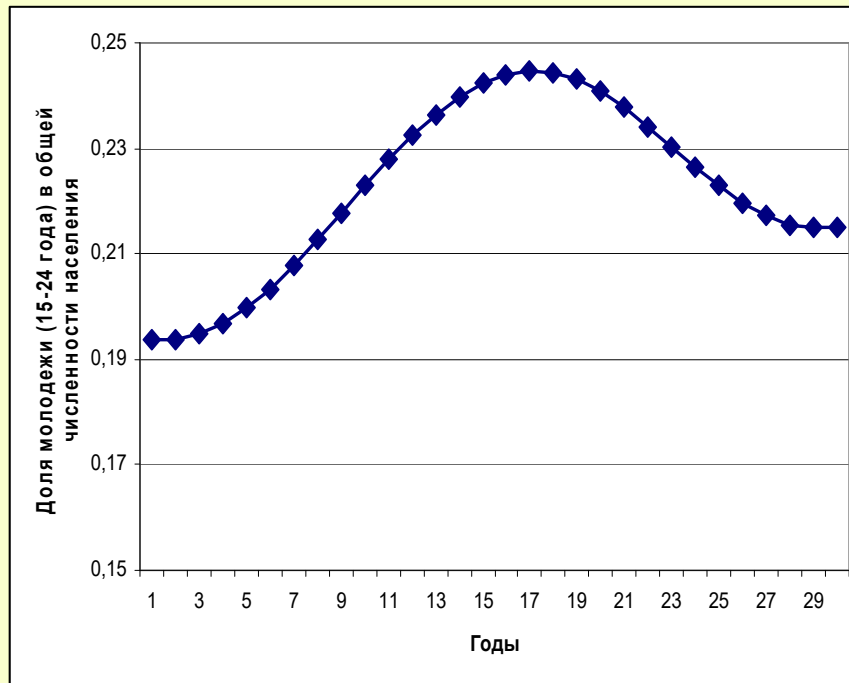


Исходная возрастная структура общества

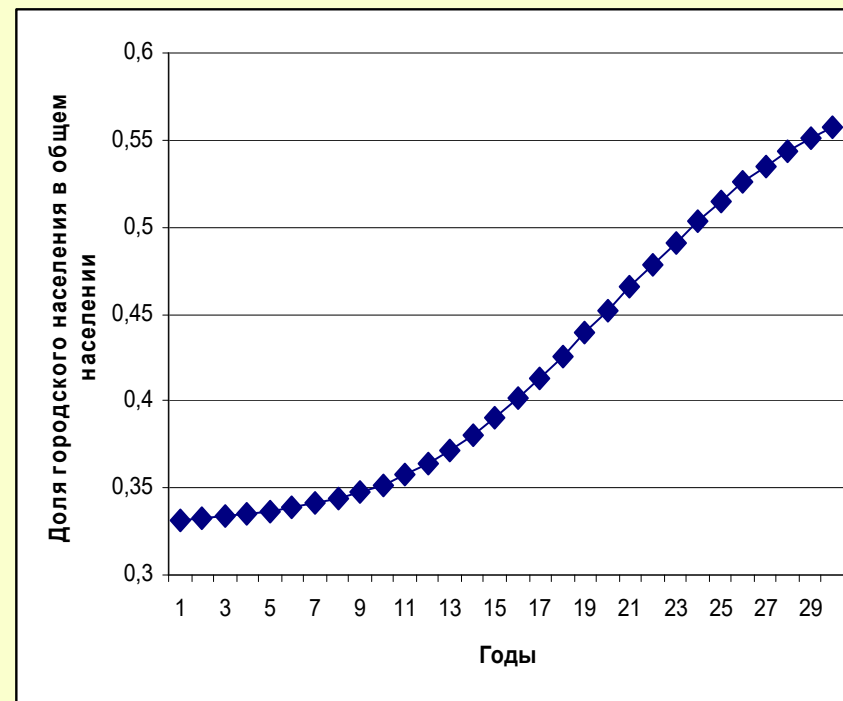


Изменение возрастной структуры общества при снижении младенческой смертности

Изменения демографической структуры общества при выходе из мальтузианской ловушки («молодежный бугор»)

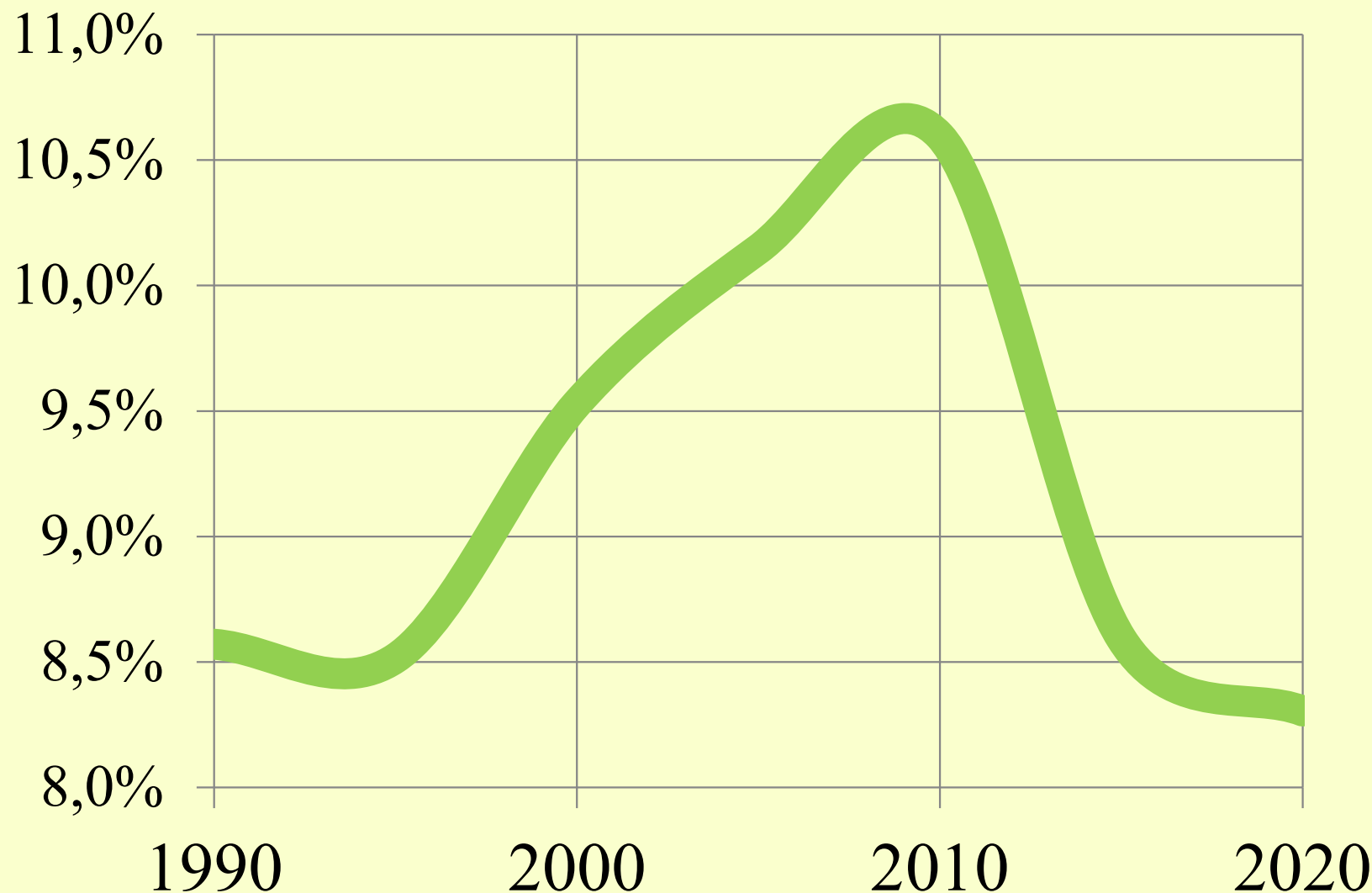


Изменение доли молодежи
(15-24 года) в общей численности
населения при снижении
младенческой смертности
(модельный случай)



Увеличение доли городского населения в
общем количестве населения под
влиянием миграционного притока в
города из сельской местности
(модельный случай)

«Молодежный бугор» в Египте



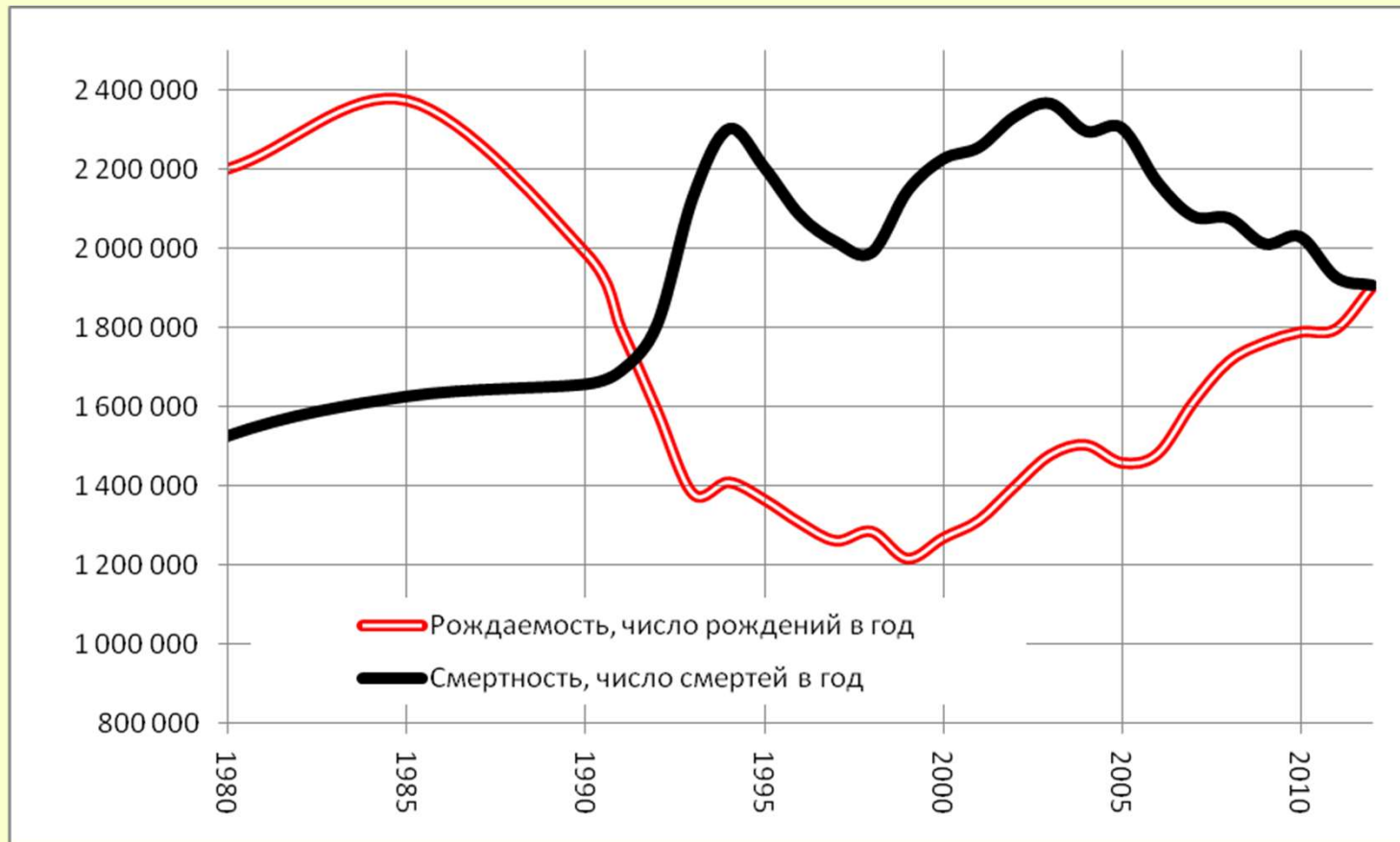
Динамика доли молодежи в возрасте 20-24 года в общей численности населения Египта, 1990-2010 гг. (с прогнозом до 2020 г.)

Демографическая ситуация в России



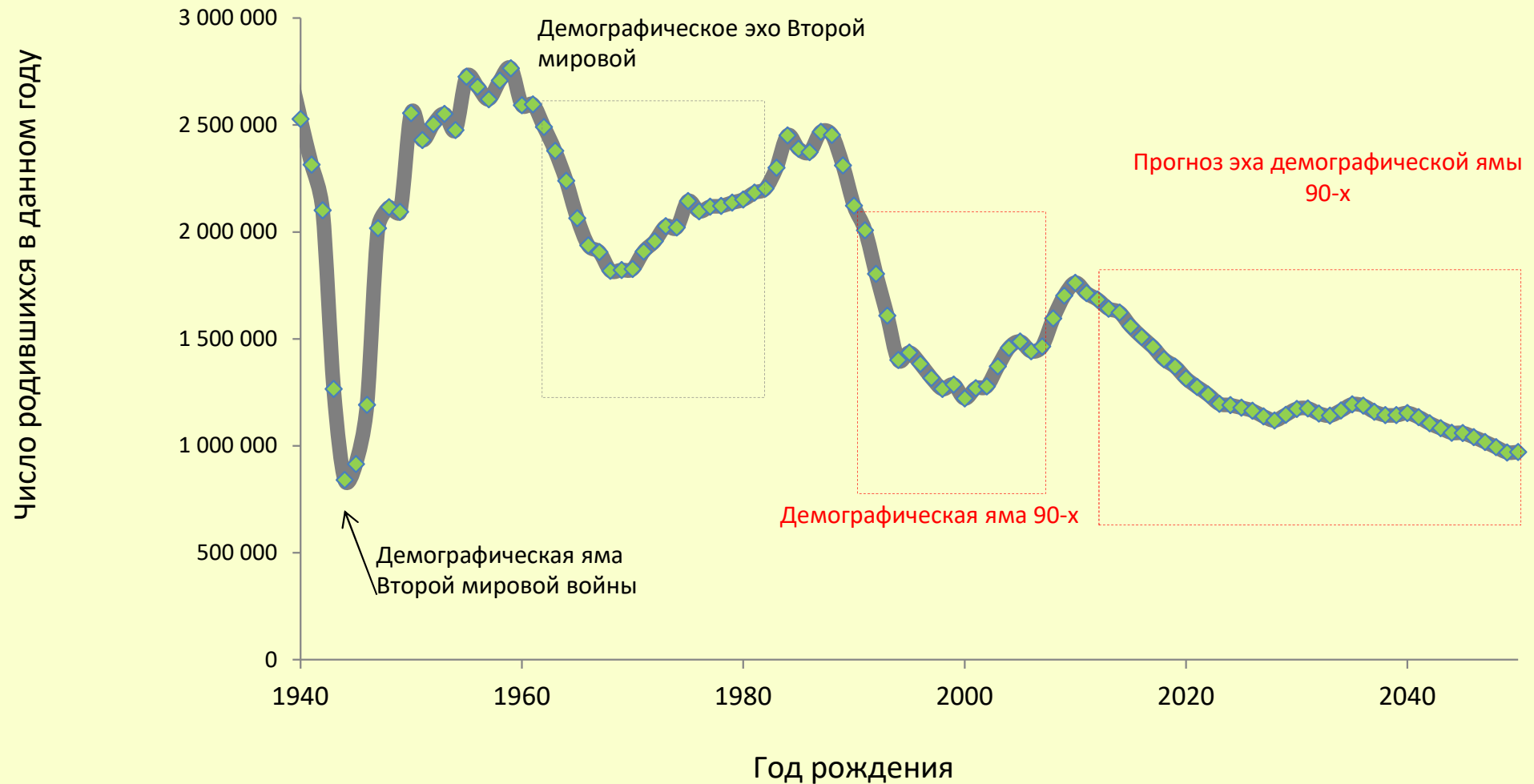
Динамика численности населения РФ, млн чел.

«Русский крест» («демографическая яма» последних десятилетий)



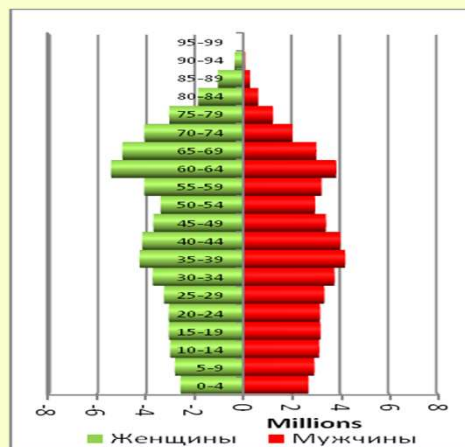
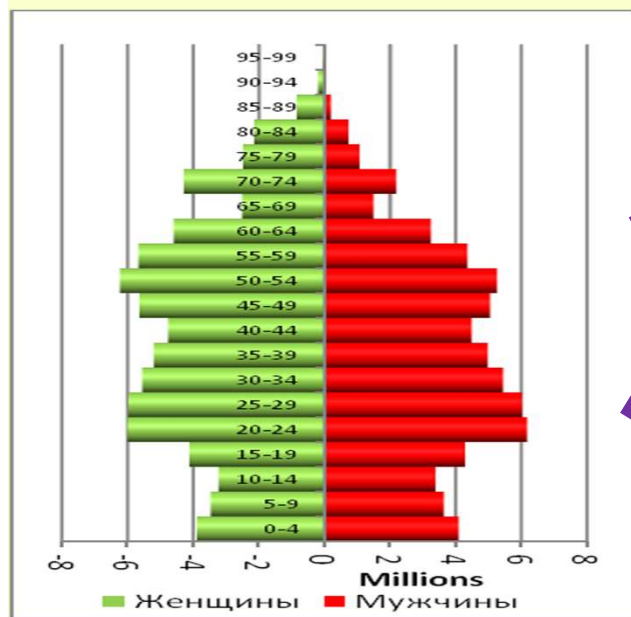
Динамика рождаемости и смертности в России, человек в год

Демографические ямы Второй мировой войны и 1990-х в сопоставлении

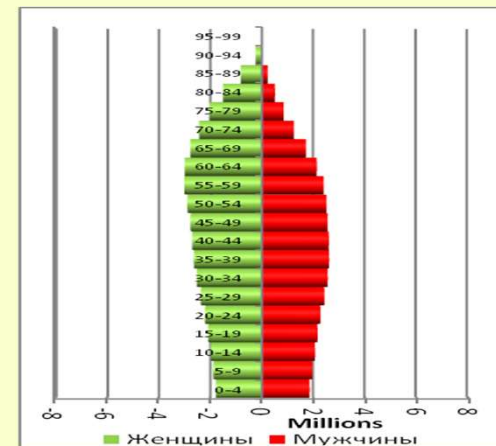
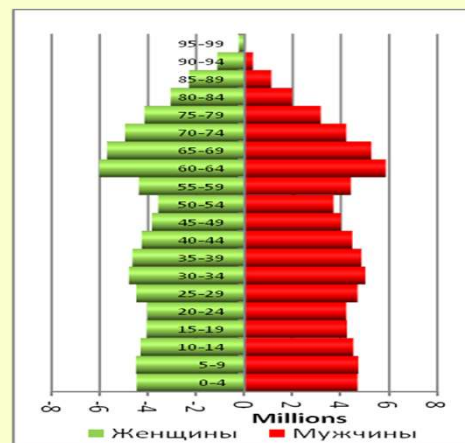


Число новорожденных россиян по годам

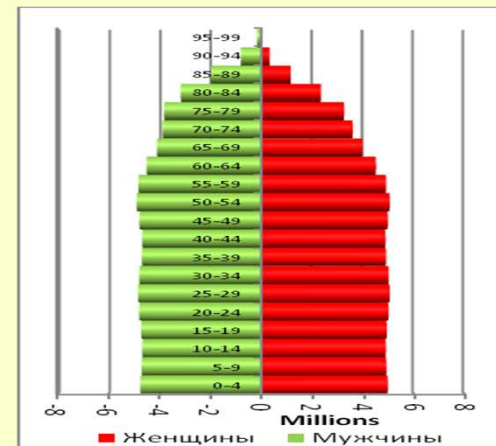
Демографическая пирамида и ее возможные трансформации



2050

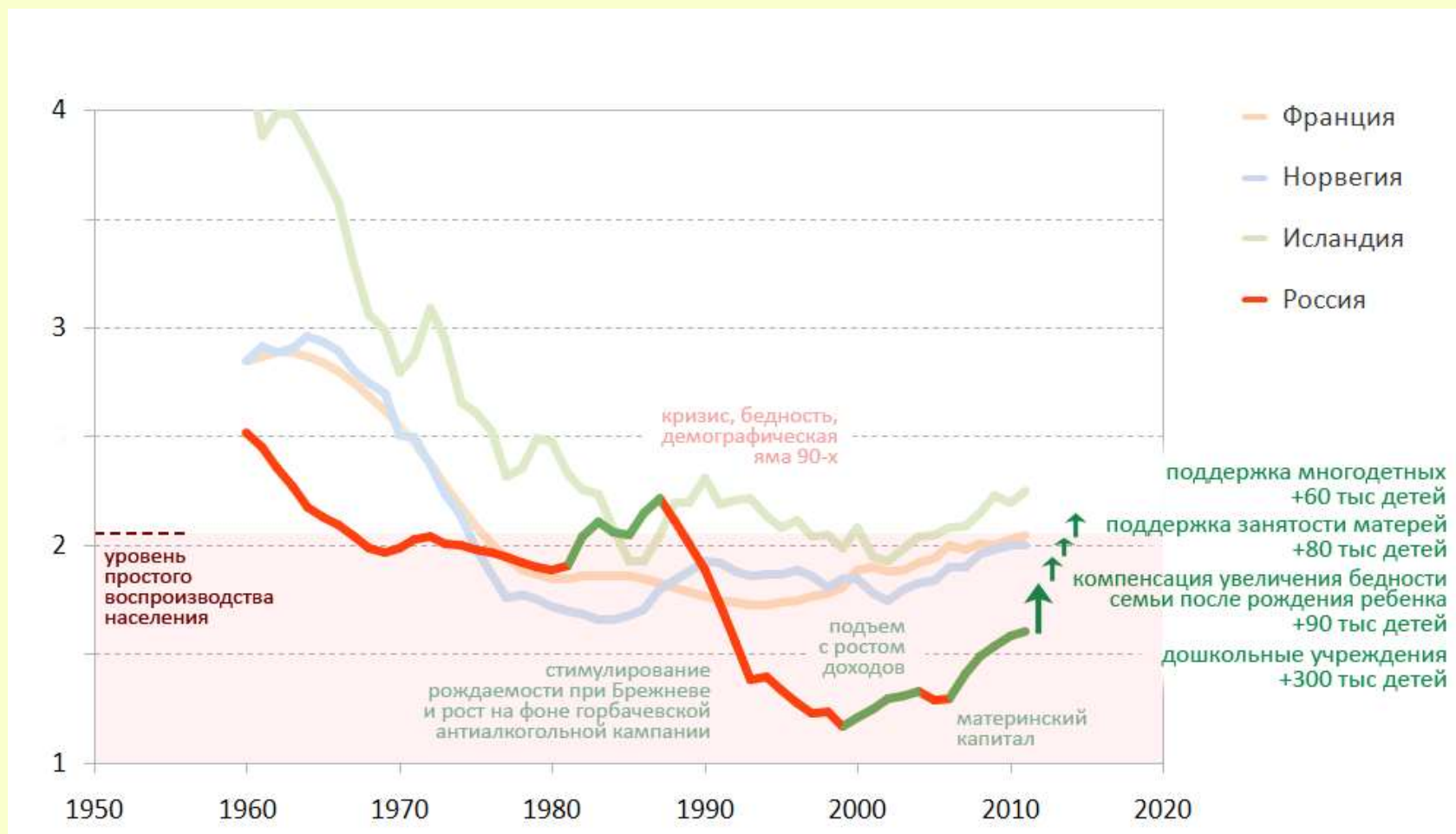


2100



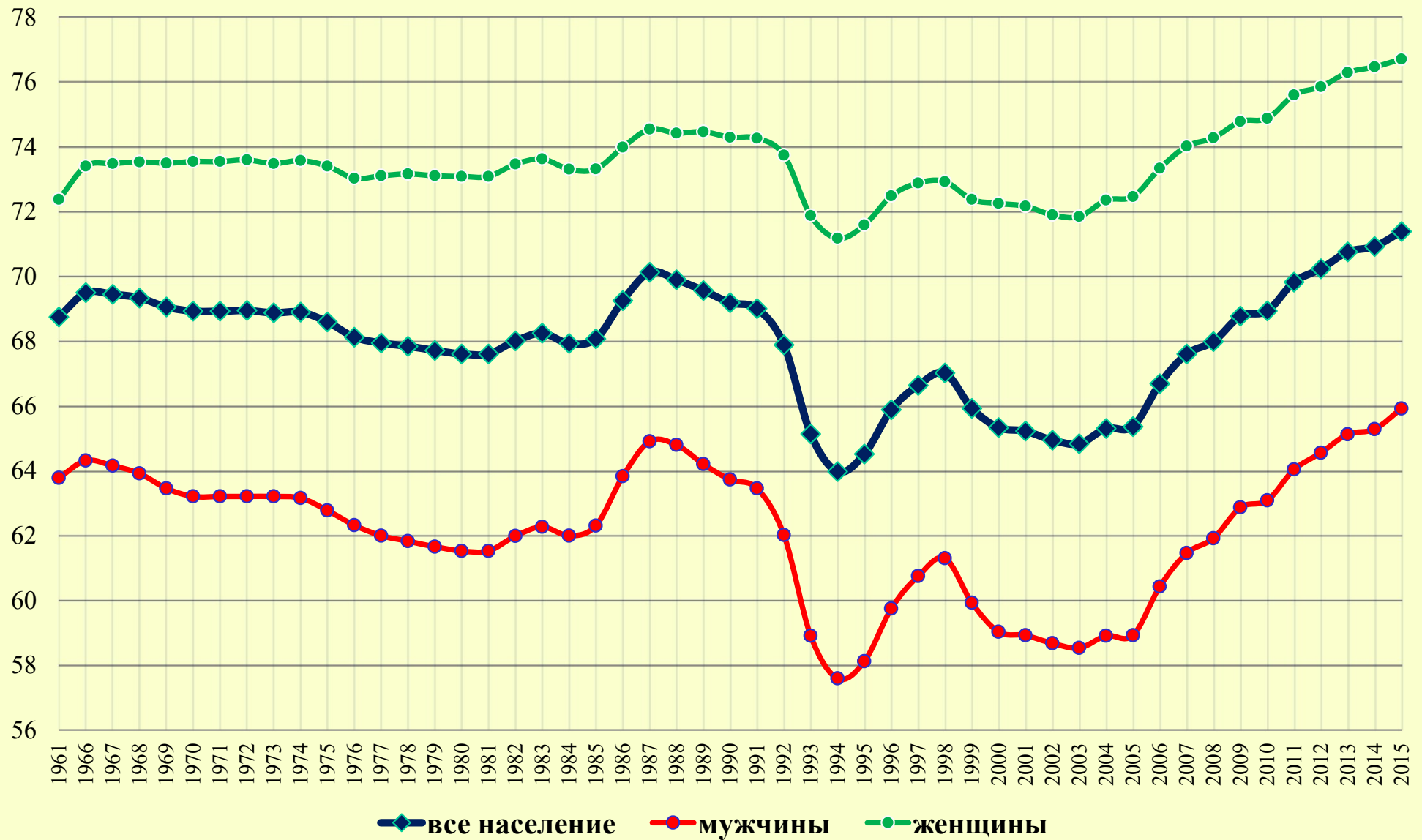
Варианты демографического развития: инерционный и оптимистический

Анализ мер поддержки рождаемости



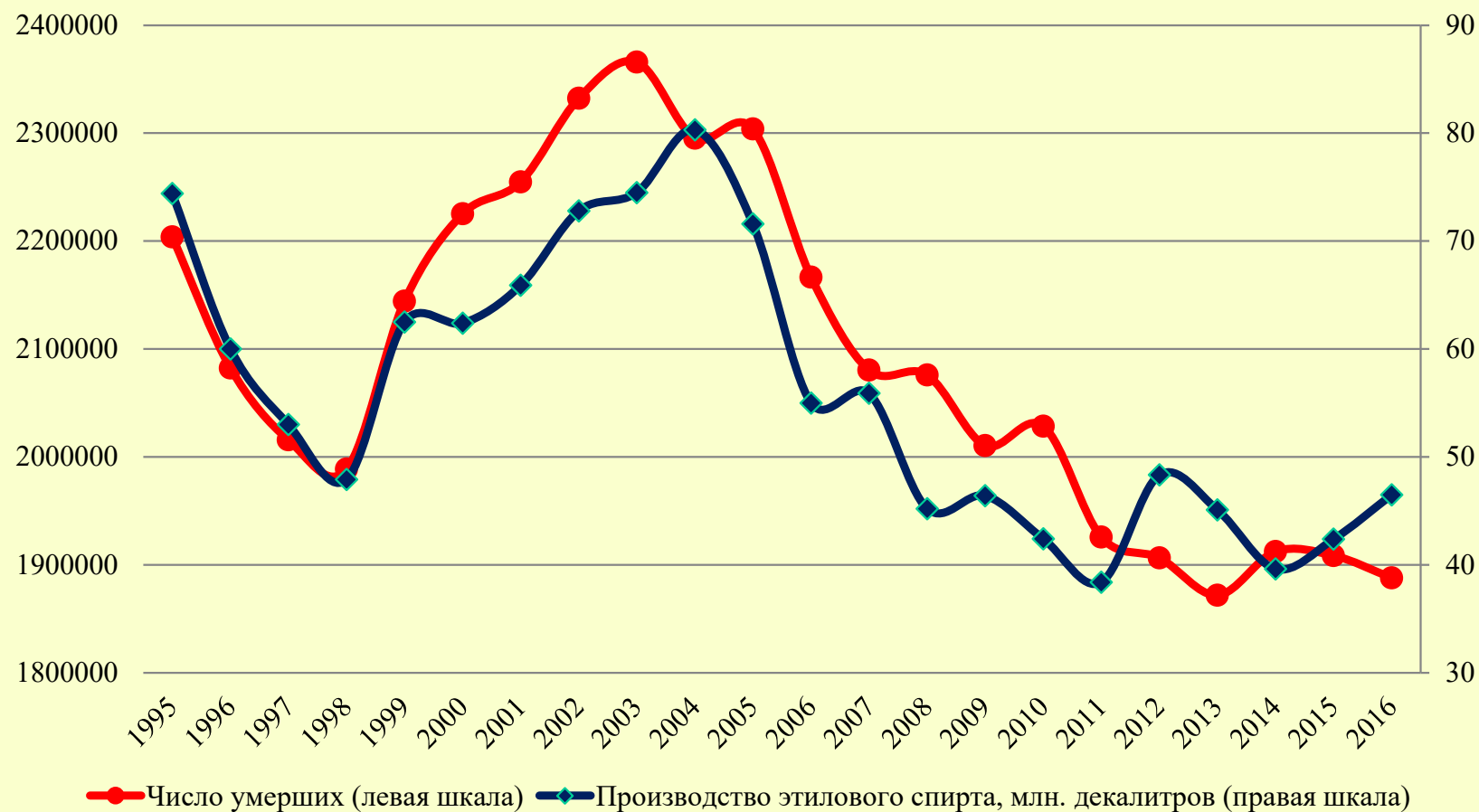
Изменение среднего количества детей на одну женщину в РФ

Динамика средней продолжительности жизни в России



Средняя ожидаемая продолжительность жизни россиян, лет, 1961–2015 гг.

Динамика средней продолжительности жизни в России



Производство этилового спирта из пищевого сырья и число умерших в России

Возможные сценарии демографического будущего России

