

Германский А.М. Вариации естественной смертности населения Земли и радиоуглеродный механизм старения. Доклад на конференции SENS2, Кембридж, 2005.

Вариации естественной смертности населения Земли и  
радиоуглеродный механизм старения  
А.М. Германский

Резюме

*Изучена историческая динамика естественной смертности населения в 48 странах Европы периода 1970/2002 г.г. и в 191 стране мира за 1999, 2000 и 2001 годы.*

*Установлено, что вариаций параметров естественной смертности практически всего населения планеты имеют общую закономерность, которая следует из радиоуглеродного механизма старения. Полученные результаты позволяют гипотетически представить связь вероятности естественной смерти человека с условиями внешней среды через детерминированное этой средой изменение концентрации радиоуглерода в организме.*

*Рассмотрена возможность экспериментальной проверки такой гипотезы, которая заключается в выборе основного риск фактора, определяющего естественную смертность того или иного биологического объекта. Далее необходимо сопоставить его интенсивность с содержанием радиоуглерода в организме в целом и в отдельных его структурах.*

Введение

В работе [1] предложен радиоуглеродный механизм старения (РМС), существование которого подтверждается вариациями естественной смертности людей, происходящими согласовано с изменениями концентрацией атмосферного радиоуглерода [2]. Еще одним доказательством в пользу РМС является существование ряда закономерностей, в том числе обнаруженных в работе [1], т.к. все они могут быть строго

Германский А.М. Вариации естественной смертности населения Земли и радиоуглеродный механизм старения. Доклад на конференции SENS2, Кембридж, 2005.

обоснованы исходя из математического описании РМС. Так, например, одна из них выражается уравнением:

$$K_e = \Omega \times \exp[(\varphi - \omega_0)/B], \quad (1)$$

где  $K_e$  и  $B$  – параметры, определяемые по вариациям  $R_e$  и  $\alpha_e$  уравнения Гомперца [3] на исторической шкале времени из выражения:

$$R_e \times \alpha_e = K_e \times \exp(-\alpha_e/B). \quad (2)$$

В уравнении (1):  $\Omega$ ,  $(\varphi - \omega_0)$  – константы, которым в рамках РМС придан определенный биологический смысл.

В процессе ретроспективного исследования смертности людей, закономерность (1) отчетливо проявилась во все периоды, обусловленные скоростью и вектором изменения концентрации атмосферного радиоуглерода. Это, а так же сам факт существования связи естественной смертности с концентрацией атмосферного радиоуглерода, указывают на то, что темп естественного старения человека обусловлен уровнем содержания радиоуглерода в его организме.

В то же время, остается непонятным то, что обнаруженная на примере 10 стран закономерность (1) практически не искажается другими риск факторами, с вязанными с уровнем медицинского обслуживания, с последствиями социальных, экономических и политических потрясений и т.д. Так, достоверность аппроксимации формулой (1) взаимосвязи параметров  $K_e$  и  $B$  в большинстве случаев соответствовала значениям по коэффициенту Пирсона -  $r^2$ , близким к 1 (см. табл. в работе [1]). В тоже время, в изучаемый 150-летний исторически период мощность риск факторов, независимых от вариаций атмосферного радиоуглерода, но влияющих на естественную смертность, несомненно, изменялась.

Германский А.М. Вариации естественной смертности населения Земли и радиоуглеродный механизм старения. Доклад на конференции SENS2, Кембридж, 2005.

В связи с этим цель исследования - глобальная проверка универсальности закономерности (1), наблюдаемой при вариациях возрастной динамики естественной смертности людей, и объяснение результатов с позиции РМС.

#### Европа, период 1970/2002 года

Использованы таблицы смертности для 48 стран Европы из базы данных Европейского отдела (HFA-MDB), которые были расположены на сайте Всемирной организации здравоохранения - WHO Statistical Information System (WHOSIS) (<http://www3.who.int/whosis/menu.cfm>). Исходной информацией послужила статистика общей смертности ( $q_0$ ) и гибели от случайных причин ( $q_c$ ) в возрастных группах 45/54, 55/64, 65/74 и 75/84 года, которая позволила вычислить смертность населения от естественных причин ( $q_e$ ) как разность между соответствующими показателями –  $q_e = q_0 - q_c$ .

Здесь, как далее и для других стран мира, параметры  $R_e$  и  $\alpha_e$  уравнения Гомперца определены в результате аппроксимации экспонентой эмпирической зависимости  $q_e = F(t)$ , где  $t$  – середина возрастного интервала соответствующих групп населения. Во всех случаях наблюдалась высокая достоверность аппроксимации. Например, при использовании статистики европейских стран в 97% случаев величина коэффициента Пирсона -  $r^2$  была не ниже 0,99, а в 99% - не ниже 0,95.

Аналогичным образом были решены и другие задачи, связанные с определением параметров уравнения (1). Одновременно во всех случаях проведена оценка значимости как аппроксимирующего уравнения в целом, так и отдельных его параметров с помощью F-критерия Фишера.

Результаты обработки статистики смертности населения 48 стран Европы после отбраковки коэффициентов  $K_e$  и  $B$  при уровне значимости  $p < 0,05$  показаны в таблице.

Германский А.М. Вариации естественной смертности населения Земли и радиоуглеродный механизм старения. Доклад на конференции SENS2, Кембридж, 2005.

Таблица.

Параметры  $K_e$  и  $B$  зависимости  $R_e \times \alpha_e = K_e \times \exp(-\alpha_e/B)$  для стран Европы в период 1971/2002 годы

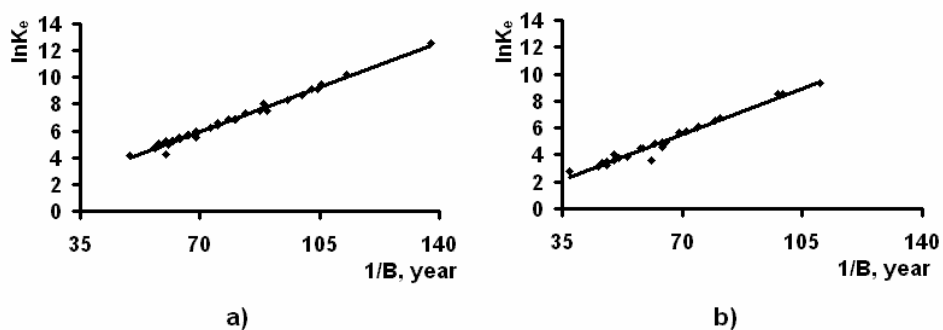
| Страна               | Исторический период, годы. | Группы населения      |                      |                       |                      |
|----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
|                      |                            | мужчины               |                      | женщины               |                      |
|                      |                            | $K_e, 1/\text{год}^2$ | $B^{-1}, \text{год}$ | $K_e, 1/\text{год}^2$ | $B^{-1}, \text{год}$ |
| Албания              | 1987/01                    | 945                   | 78,5                 | 24,3                  | 51,6                 |
| Армения              | 1981/02                    | 68,6                  | 51,6                 | 26,3                  | 48,0                 |
| Азербайджан          | 1981/02                    | 181                   | 61,8                 | 44,6                  | 51,5                 |
| Белоруссия           | 1981/01                    | 1790                  | 89,8                 | 261                   | 70,0                 |
| Бельгия              | 1971/97                    | 9105                  | 102,5                | -                     | -                    |
| Босния и Герцеговина | 1985/91                    | 133                   | 58,0                 | 279                   | 68,9                 |
| Болгария             | 1971/02                    | 235                   | 64,0                 | 22,3                  | 45,4                 |
| Венгрия              | 1971/02                    | 182                   | 60,1                 | 29,9                  | 46,4                 |
| Великобритания       | 1971/00                    | 13048                 | 105,5                | 11160                 | 110,1                |
| Греция               | 1971/99                    | 170                   | 64,6                 | 4936                  | 97,8                 |
| Грузия               | 1981/01                    | 116                   | 56,9                 | 400                   | 74,4                 |
| Дания                | 1971/99                    | 951                   | 80,5                 | 46,9                  | 54,1                 |
| Израиль              | 1971/99                    | 8970                  | 104,4                | 3980                  | 96,0                 |
| Ирландия             | 1971/99                    | 1560                  | 83,1                 | 5050                  | 99,4                 |
| Исландия             | 1971/99                    | 237                   | 68,7                 | 100                   | 64,2                 |
| Италия               | 1971/00                    | 5680                  | 99,8                 | -                     | -                    |
| Казахстан            | 1981/02                    | 599                   | 75                   | 229                   | 67,9                 |
| Киргизия             | 1981/02                    | 288                   | 66,8                 | 56,6                  | 52,7                 |
| Латвия               | 1980/02                    | 292                   | 66,3                 | 85,8                  | 58,6                 |
| Литва                | 1981/02                    | 297                   | 68,6                 | 140                   | 65,2                 |
| Люксембург           | 1971/02                    | 1412                  | 83,9                 | 18,8                  | 45,7                 |
| Македония            | 1991/00                    | 114                   | 56,7                 | 85,2                  | 57,8                 |
| Мальта               | 1971/02                    | 2970                  | 88,5                 | 157                   | 64,4                 |
| Молдавия             | 1981/02                    | 735                   | 77,1                 | 54,7                  | 50,0                 |
| Нидерланды           | 1971/00                    | 959                   | 80,1                 | 0,66                  | 13,2                 |
| Норвегия             | 1971/01                    | 1850                  | 87,5                 | 1,53                  | 25,7                 |
| Польша               | 1971/01                    | 166                   | 59,6                 | 5,46                  | 31,1                 |
| Россия               | 1980/02                    | 363                   | 68,8                 | 440                   | 74,6                 |
| Румыния              | 1971/02                    | 195                   | 62,0                 | 32,9                  | 48,0                 |
| Сан-Марино           | 1995/00                    | 71,5                  | 59,9                 | 36,5                  | 60,9                 |
| Сербия и Черногория  | 1992/00                    | 61,2                  | 49,5                 | 130                   | 61,9                 |
| Словакия             | 1986/01                    | 291                   | 66,6                 | 681                   | 79,5                 |
| Словения             | 1985/02                    | 372                   | 70,4                 | 6,27                  | 35,0                 |
| Таджикистан          | 1981/01                    | 144                   | 60,6                 | 305                   | 71,3                 |
| Туркмениа            | 1981/98                    | 253                   | 64,0                 | 16,8                  | 37,2                 |
| Узбекистан           | 1981/01                    | 38                    | 42,3                 | 9,00                  | 31,7                 |

Продолжение таблицы.

| Страна    | Исторический период, годы. | Группы населения           |                |                            |                |
|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|
|           |                            | мужчины                    |                | женщины                    |                |
|           |                            | $K_e$ , 1/год <sup>2</sup> | $B^{-1}$ , год | $K_e$ , 1/год <sup>2</sup> | $B^{-1}$ , год |
| Финляндия | 1971/02                    | 3953                       | 95,5           | -                          | -              |
| Хорватия  | 1985/02                    | 232                        | 64,3           | 138                        | 64,0           |
| Чехия     | 1986/02                    | 74427                      | 128,5          | -                          | -              |
| Швеция    | 1971/01                    | 26400                      | 112,9          | -                          | -              |
| Швейцария | 1971/00                    | 271576                     | 137,6          | -                          | -              |
| Эстония   | 1981/02                    | 152                        | 57,8           | 36,6                       | 50,1           |
| Украина   | 1981/02                    | 510                        | 73,0           | 848                        | 81,0           |

Аппроксимацию зависимости  $K_e = F(B^{-1})$  выражением (1) для мужского и женского населения Европы в полулогарифмических координатах иллюстрирует рис.1.

Взаимосвязь коэффициентов  $K_e$  и  $B$  уравнения  $R_e \times \alpha_e = K_e \times \exp(-\alpha_e/B)$  по результатам анализа естественной смертности населения Европы 1970-2002 г.



а) – мужское население; б) – женское население

Рис.1

Германский А.М. Вариации естественной смертности населения Земли и радиоуглеродный механизм старения. Доклад на конференции SENS2, Кембридж, 2005.

Достоверность аппроксимации, соответствует  $r^2 > 0,98$ . Проверка уравнения (1) с

помощью F-критерия Фишера при уровне значимости  $p < 0,01$  позволяет сделать вывод о его состоятельности и, следовательно, о существовании жесткой связи между параметрами  $K_e$  и  $B$ .

Таким образом, установлено, что вариации величины  $B^{-1} = D \times (\eta / \varepsilon)$  для населения европейских стран в 1970/2002 г.г. происходят при относительном постоянстве параметров  $\Omega$  и  $(\varphi - \omega_0)$ . Определение доверительного интервала их значений при  $p < 0,05$  показало следующее. Для мужского населения  $\Omega_m = 0,5 \pm 0,2 \text{ год}^{-2}$ ;  $(\varphi - \omega_0)_m = 0,094 \pm 0,005 \text{ год}^{-1}$ , а для женского населения -  $\Omega_{ж} = 0,3 \pm 0,2 \text{ год}^{-2}$  и  $(\varphi - \omega_0)_{ж} = 0,10 \pm 0,01 \text{ год}^{-1}$ , что в пределах погрешности совпадает с результатами исследования [1].

#### 191 страна мира в период 1999, 2000 и 2001 годов

Использована статистика смертности населения 191 страны, за 1999, 2000 и 2001 годы, расположенная на сайте Всемирной организации здравоохранения - WHO Statistical Information System (WHOSIS) (<http://www3.who.int/whosis/menu.cfm>). Исходными были базы данных по общей смертности раздельно мужского и женского населения ( $q_0$ ) в возрастных группах 55/59, 60/64, 65/69, 70/74, 75/79, 80/84 года. После определения параметров экспоненты возрастной зависимости естественной смертности по методике [2] была проведена отбраковка результатов по итогам сравнения значений  $R_e$  и  $\alpha_e$ , вычисленных для каждого года. В тех случаях, когда максимальные амплитуды вариаций каждого из параметров  $R_e$  и  $\alpha_e$  были меньше или равны ширине регламентируемого методикой [2] доверительного интервала, данные из дальнейшего анализа исключались. Кроме того, при последующем вычислении параметров  $\Omega$  и  $(\varphi - \omega_0)$  уравнения (1) использовали только те

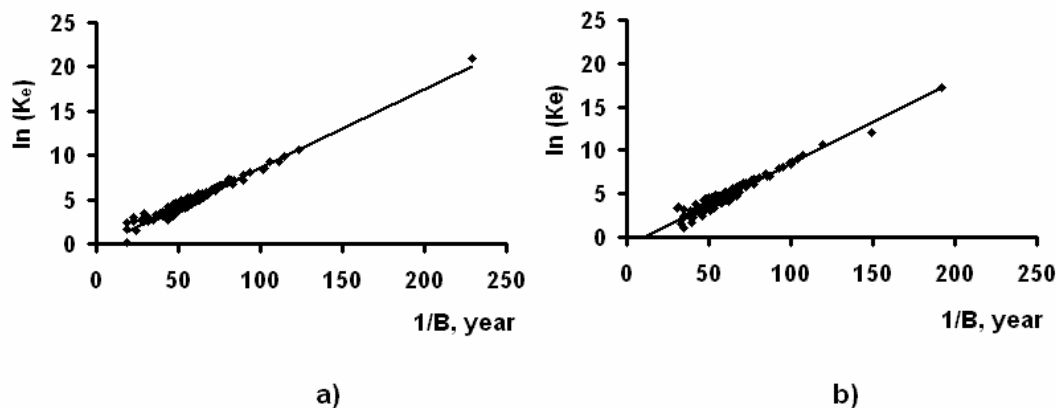
Германский А.М. Вариации естественной смертности населения Земли и радиоуглеродный механизм старения. Доклад на конференции SENS2, Кембридж, 2005.

значения коэффициентов  $K_e$  и  $B$ , которые прошли проверку значимости при 95%

доверительной вероятности.

В итоге, после отбраковки в вычислении параметров  $\Omega$  и  $(\phi - \omega_0)$  уравнения (1) использованы 122 пары значений параметров  $K_e$  и  $B$  для женского населения и 113 - для мужского населения из 191-го варианта в каждой группе. Результаты в полулогарифмических координатах иллюстрирует рисунок 2. Видно, что вариации  $K_e$  и  $B$ ,

Взаимосвязь коэффициентов  $K_e$  и  $B$  уравнения  $R_e \times \alpha_e = K_e \times \exp(-\alpha_e/B)$  по результатам анализа естественной смертности населения 191 стран мира в 1999, 2000, 2001 годах.



а) – мужское население; б) – женское население

Рис.2

Германский А.М. Вариации естественной смертности населения Земли и радиоуглеродный механизм старения. Доклад на конференции SENS2, Кембридж, 2005.

обусловленные изменениями возрастной динамики естественной смертности людей в период с 1999 по 2001 год, как и в предыдущих случаях, удовлетворительно подчиняются закономерности (1). Численные значения  $\Omega$  и  $(\varphi-\omega_0)$  с указанием ширины доверительного интервала при  $p < 0,05$  соответствуют: для мужского населения  $\Omega_m = 0,8 \pm 0,1 \text{ год}^{-2}$ ,  $(\varphi-\omega_0)_m = 0,089 \pm 0,003 \text{ год}^{-1}$  и для женского населения -  $\Omega_{\text{ж}} = 0,4 \pm 0,1 \text{ год}^{-2}$ ,  $(\varphi-\omega_0)_{\text{ж}} = 0,10 \pm 0,01 \text{ год}^{-1}$ . Полученные значения с учетом погрешности их определения не отличаются от аналогичных, определенных, как для 10 стран мира периода 1850-2000г.г. [1], так и для 48 стран Европы периода 1970–2002 года, что указывает на глобальный характер обнаруженного явления.

### Обсуждение

Гипотеза о РМС может позволить объяснить глобальную закономерность в вариациях параметров  $K_e$  и  $B$  через последовательную связь: условия обитания  $\rightarrow$  концентрация радиоуглерода в организме  $\rightarrow$  естественная смертность людей. Для этого достаточно допустить, что изменения концентрации радиоуглерода в организме обусловлены не только стационарным содержанием  $^{14}\text{C}$  в атмосфере, но и детерминированы какими то другими факторами среды обитания людей.

Другими словами, для такого объяснения достаточно дополнить РМС двумя положениями.

1. Среди функций организма существует такая, которая обеспечивает возможность, как накопления, так и выведения части радиоуглерода из организма человека, в зависимости от воздействия внешних факторов, создавая тем самым определенный градиент концентрации  $^{14}\text{C}$  на границе с окружающей биосферой.

2. Распределение  $^{14}\text{C}$  в разных органах человека и структурах клетки происходит дифференцировано. Степень дифференциации связана с результатом длительного, в

Германский А.М. Вариации естественной смертности населения Земли и радиоуглеродный механизм старения. Доклад на конференции SENS2, Кембридж, 2005.

течение многих поколений взаимодействия с окружающей средой, обусловленной совокупностью природных, социальных и исторических условий, и формируется как особенность строения и жизнедеятельности организма у людей, проживающих в конкретных регионах. Сформировавшемуся таким образом фенотипу свойственна присущая только ему эффективность дискриминационного механизма, обеспечивающего дифференцированное включение радиоуглерода в различные органы и клеточные структуры.

Сформулированному положению 2 можно найти ряд доказательств, известных из литературы. В работе [4] было установлено, что в условиях длительного поступления радиоуглерода крысам, ежедневно вводимого животным в форме  $^{14}\text{C}$ -карбоната натрия (в течение всей жизни животных), равновесное состояние наступало через месяц после начала введения радионуклида. Большую часть  $^{14}\text{C}$  регистрировали в мышцах, скелете, жировой ткани, и печени, где концентрация радиоуглерода была в 1,5-2 раза выше средней для организма. Объяснить такое дифференцированное накопление за счет различия в скорости метаболизма углерода в разных органах невозможно, т.к. в данном случае имело равновесное состояние поступления и выведения радиоуглерода. Это не возможно объяснить и за счет различия в содержании общего углерода в органах и тканях животного: в мышцах, скелете и печени содержание общего углерода ниже, чем в среднем по всему телу.

В качестве примера, подтверждающего существования градиента концентрации  $^{14}\text{C}$  в организме уже на более дискретном уровне, можно привести данные исследования [5]. Показано, что в период ядерных испытаний в атмосфере концентрация  $^{14}\text{C}$  в плазме крови некоторых людей к 1964 году возросла в 1,6, а в эритроцитах только 1,1 раза, что говорит существовании дискриминационного эффекта, препятствующего включению

Германский А.М. Вариации естественной смертности населения Земли и радиоуглеродный механизм старения. Доклад на конференции SENS2, Кембридж, 2005.

радиоуглерода в химическую структуру эритроцитов. Более того, отношение концентрации радиоуглерода в плазме и эритроцитах крови, взятой у людей в одном и том же 1964 году, весьма различалась – от 1,38 до 1,00, т.е. эффективность дискриминационного эффекта зависит и от особенности организма индивидуума.

С учетом сформулированного положения 2, в самом простом случае, допускающем различие в концентрациях  $^{14}\text{C}$  в ДНК ( $c_1$ ) и в окружающих ее структурах клетки ( $c_2$ ), основное уравнение, связывающее естественную смертность ( $q_e$ ) с радиоуглеродом и возрастом, приобретает, как это показано в [1], вид

$$q_e = \Omega \times \exp(\eta \times D \times c_2) \times (\varphi - \omega_0 - \varepsilon \times c_2)^{-1} \times \exp[(\varphi - \omega_0 - \varepsilon \times c_2) \times t], \quad (3)$$

где  $D = c_1/c_2$ ;  $\eta$ ,  $\varepsilon$ , - константы;  $t$  – возраст. Таким образом, при  $\eta/\varepsilon = \text{const}$  уравнение (3) позволяет объяснить наблюдаемые согласованные с  $K_e$  вариации параметра  $B$  формулы (1) за счет различия значений эффективности дискриминации –  $D$  у людей, проживающих в разных странах, т.к. в этом случае  $B^{-1} = D \cdot \eta/\varepsilon$ .

Эффективность дискриминации в пределах изученного исторического отрезка резко меняется в период интенсивного изменения концентрации радиоуглерода в атмосфере. При всплеске концентрации “бомбового”  $^{14}\text{C}$ , вызванным ядерными испытаниями в атмосфере, эффективность дискриминации в тех странах, где она была низкой, возросла (Норвегии, Швеция, Великобритания и др. см. табл. [1]). После пика концентрации “бомбового”  $^{14}\text{C}$  в течение 10 лет величина  $B$  для мужского населения этих стран, в основном, вернулась к прежнему уровню; среди женского населения оставалась высокой более длительное время. Таким образом, в рамках РМС изменение концентрации радиоуглерода в биосфере является фактором, оказывающим заметное влияние на эффективность защиты организма от проникновения  $^{14}\text{C}$  в ДНК.

Германский А.М. Вариации естественной смертности населения Земли и радиоуглеродный механизм старения. Доклад на конференции SENS2, Кембридж, 2005.

#### Возможность экспериментальной проверки гипотезы

Как уже было отмечено, то, что распределение  $^{14}\text{C}$  в разных органах человека и структурах клетки происходит дифференцировано, подтверждается информацией, почерпнутой из литературы. Однако для доказательства существования зависимости уровня радиоуглерода в организме от мощности воздействия на него риск факторов, влияющих на естественную смертность, требует проведения специальных экспериментов. Основанием к проведению экспериментальных исследований является наличие сильной корреляции между параметрами  $K_e$  и  $B$  по уравнению (1), глобальность установленного факта и его прогнозируемость в контексте РМС.

Эксперимент заключается в выборе основного риск фактора, определяющего естественную смертность того или иного биологического объекта. Далее требуется сопоставить интенсивность и продолжительность его воздействия на объект с содержанием радиоуглерода в организме в целом и в отдельных его структурах.

Если говорить о человеке, то по результатам работы [6], рост заболеваемости и смертности людей, вызванный болезнями сердца и сосудов, связан, прежде всего, с психосоциальными факторами. Известно, что естественная смертность от сердечно-сосудистых заболеваний составляет половину от всех случаев. Было установлено, что такие риск факторы, как курение, употребление алкоголя, высокий уровень холестерина в крови, состояние медицинской помощи и т.д. не играют решающей роли в этом процессе. Тогда, согласно предлагаемой гипотезе, за длительным эмоционально-психическим перенапряжением следует ожидать повышение концентрации  $^{14}\text{C}$  в организме относительно предшествовавшего уровня. На практике это поддается экспериментальной проверке путем замера концентрации радиоуглерода в организме в целом и отдельных его структурах до и после длительных стрессовых нагрузок.

Германский А.М. Вариации естественной смертности населения Земли и радиоуглеродный механизм старения. Доклад на конференции SENS2, Кембридж, 2005.

#### Литература

1. A.M.Germansky, A.A.Germanskaia. Radiocarbon ageing mechanism. Conference - SENS2, Cambridge, England. 7-11 September 2005.
2. Germanskaia A.A. Historical dynamics of natural death rate of the population and variations of atmospheric radiocarbon. Conference - SENS2, 7-11 September 2005. Cambridge, England. 2005.
3. Gompertz B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality and on a new mode of determining life contingencies. Philos. Trans. Roy. London. A. 1825; 115: 513-585.
4. Василенко И.Я., Осипов В.А. Кинетика обмена и биологическое действие радиоактивного углерода. М.: Медицина, 2002.
- 5.Libby W.F., Berger R., Mead J.F., Aleksander Q.V., Ross J.F. Replacement rates for human tissue from atmospheric radiocarbon. Science 1964; 146:1170-1172.
6. Чазов Е.И. Реальность и надежды кардиологии. /Российские медицинские вести 2003. Т.8, №3: 4.