

Демографічні дослідження

Випуск 23

2001

Використання закону виживання популяцій як підґрунтя і засобу для визначення «стандартизованих» показників перебігу процесів формування здоров'я й середньої тривалості життя в населеннях

У статті наведено спосіб отримання дійсних знань про перебіг процесів формування здоров'я і середньої тривалості життя на окремих територіях для використання в загальному і порівняльному аналізі для прийняття управлінських рішень, спрямованих на покращання здоров'я.

Сьогодні середня тривалість очікуваного життя після досягнення будь-якого віку знаходиться шляхом побудови таблиць смертності переважно за методом Ch. L. Chang [11]. Проте вже досить давно помічено, що на показники цих таблиць істотно впливають випадкові коливання чисел померлих в окремих вікових групах [3]. Для усунення цього недоліку і «згладжування» випадкових коливань використовуються різні методи: «плинної середньої» [3], застосування емпіричних співвідношень між коефіцієнтами смертності m_x та середньою тривалістю життя померлих протягом вікового інтервалу їх смерті k_x [4] тощо. Однак при розрахунках таблиць смертності для «малих» населень (чисельністю менше 1 млн. чол.) згадані вище коливання чисел померлих та середнього часу їх життя протягом року смерті відіграють настільки істотну роль, що будь-які традиційні методи усереднення дають надто велику помилку. Більше того, в «малих» населеннях зустрічається такий розподіл чисел померлих, за яким у досить великій кількості вікових інтервалів протягом досліджуваного періоду взагалі ніхто не помирає. Таблиці смертності, побудовані для таких населень, відбивають реальну демографічну ситуацію у досліджуваному періоді, але прогнози перебігу процесів здоров'я і середньої тривалості життя, зроблені на їх основі, не є надійними. Причина в тому, що відмінна від нуля ймовірність смерті існує у будь-якому інтервалі віку. Крім того, з плином часу розподіл чисел померлих між різними віковими інтервалами в «малих» населеннях може істотно змінюватися. З цього приводу для отримання достовірних прогнозів належить використовувати виключно «випрямлені» таблиці та криві виживання населення — з плинним, монотонним зменшенням початкової кількості представників поколінь внаслідок вимирання.

Системно-аналітичним і математичним підґрунтям для такого «випрямлення» може слугувати закон виживання популяцій [6], аналітичний вираз якого має вигляд [5]:

$$l(x) = \exp(-(x/x_0)^\alpha / (\gamma(1-(x/x_0)))) \quad (1)$$

де x_0 — граничний вік існування поколінь, α — індекс їх «внутрішньої» життєздатності і/або життєстійкості, γ — індекс їх «зовнішньої» життєздатності і/або життєстійкості¹. «Згладжування» реальних таблиць смертності на основі формули (1) здійснювалося нами за методом найменших квадратів (МНК). При цьому для зведення системи МНК-рівнянь відносно оцінюваних параметрів α , γ та x_0 до одного рівняння відносно x_0 було використано процедуру лінеаризації функції (1) за параметрами α та γ [1]. Одержане рівняння відносно x_0 [7-9] розв'язувалося методом ділення навпіл; далі знаходилися значення α та γ , які, у відповідності з (1), визначають рівняння «трендової», тобто вільної від випадкових коливань чисел померлих кривої, дожиття (виживання), що відповідає кожній з таблиць смертності. Власне «стандартизована» (трендова) середня тривалість життя після довільного віку $x < x_0$ визначалася за формулою:

$$e_x^{(0)} = (l(x))^{-1} \int_x^{x_0} l(y) dy, \quad (2)$$

де $e_x^{(0)}$ — середня тривалість очікуваного життя після віку x , $l(x)$ визначається за формулою (1), $l(y) \equiv l(x)$ при $y \equiv x$ (знак \equiv означає, що в формулі (1) треба замінити x на y), dy — диференціал змінної інтегрування y .

Таблиця 1. Показники здоров'я і виживання сільських жителів Чернівецької області у 1990р. (обидві статі)*

Назва району	Індекс «внутрішньої» життєстійкості (α)**	Індекс «зовнішньої» життєстійкості (γ)**	Граничний вік x_0 , роки	Таблична середня тривалість життя, роки	Трендова середня тривалість життя, роки
Вижницький	0,92	5,32	100,86	71,54	70,95
Герцаївський	0,74	6,31	101,02	72,70	72,43
Глибоцький	0,90	6,06	101,04	72,25	74,36
Заставнівський	0,90	5,17	100,89	70,97	70,35
Кельменецький	0,82	7,16	101,03	74,90	74,98
Кіцманський	0,94	8,02	100,06	79,82	76,63
Новоселицький	0,83	6,43	101,23	71,58	73,56
Путильський	0,72	5,60	101,07	70,37	70,30
Сокирянський	1,13	5,17	100,01	79,21	71,48
Сторожинецький	0,85	6,91	101,14	73,46	74,77
Хотинський	0,93	5,67	101,11	71,45	72,24
Область (сільське населення)	0,94	5,01	100,70	73,46	70,09

Використання матеріалів 10-річної давнини пов'язано виключно з часом перепису населення, за яким можна було отримати найбільш точні дані щодо структури населення.

** Показники α та γ в інтегральному вимірі не мають одиниць розмірності.

Результати обчислень, які проводилися за матеріалами перепису населення Чернівецької області та її адміністративних районів 1989 р. та даними про дворічну смертність (з 1 січня 1989 р. по 31 грудня 1990 р.), наведено в табл. 1-3. При цьому таблиці смертності, на основі яких визначалися

¹ «Життєздатність» — біологічний, а «життєстійкість» — соціальний аспект використання отримуваних в аналізі показників.

параметри закону виживання, будувалися з використанням повних дат народження і смерті померлих [10].

З наведених даних випливає, що граничний вік існування поколінь (x_0) практично не залежить ні від адміністративного району, ні від статі, і для однорічного інтервалу таблиць смертності його можна вважати приблизно рівним 101 рокові (100 років плюс крок таблиць). Отриманий результат обумовлений конкретними віковими особливостями смертності на досліджуваних територіях, особливостями обліку тривалості життя осіб, які померли у віці більшому за 100 років, а також фундаментальними біофізичними процесами на клітинному рівні [12]. Внаслідок цього він відбиває потенційний життєвий ресурс умовного покоління, повнота використання якого визначається якістю генофонду (α) та сприятливістю середовища для його збереження (γ) [5]².

Таблиця 2. Показники здоров'я і виживання чоловіків – сільських жителів Чернівецької області у 1990 р.

Назва району	Індекс «внутрішньої» життєстійкості (α)	Індекс «зовнішньої» життєстійкості (γ)	Граничний вік x_0 , роки	Таблична середня тривалість життя, роки	Трендова середня тривалість життя, роки
Вижницький	1,01	3,15	101,03	67,20	62,96
Герцаївський	0,96	3,37	101,15	69,74	63,71
Глибоцький	0,94	4,52	101,21	68,64	68,69
Заставнівський	0,87	3,87	100,21	66,24	64,74
Кельменецький	0,74	5,53	100,63	71,39	68,99
Кіцманський	1,06	4,48	101,35	75,69	69,66
Новоселицький	0,97	4,03	100,64	66,64	66,65
Путилівський	0,94	2,93	100,44	68,22	60,52
Сокирянський	1,32	2,25	101,13	75,93	60,24
Сторожинецький	0,88	4,57	101,23	68,11	68,46
Хотинський	0,89	3,74	100,94	67,05	65,76
Область (сільське населення)	0,95	5,41	101,27	69,22	71,82

Індекс «внутрішньої» життєстійкості істотним чином впливає на форму кривої сили смертності, а також на рівень смертності в дитячому віці. Якщо він менше одиниці ($\alpha < 1$), то крива сили смертності є літерно U-подібною і сила смертності прямує до безмежності у вікових (x) групах, чисельність яких прямує до нуля ($\lim_{x \rightarrow 0} \mu(x) = \infty$). Якщо ж $\alpha \geq 1$, то крива сили смертності є літерно J-подібною, причому за умови $\alpha = 1$ сила смертності скінченна і відмінна від нуля ($\lim_{x \rightarrow 0} \mu(x) = \mu_0 < \infty$), а за $\alpha < 1$ вона дорівнює нулю ($\lim_{x \rightarrow 0} \mu(x) = 0$). Криві сили смертності, одержані для всіх вивчених територій, окрім Сокирянського району, для населення в цілому є

² Біологічний граничний вік може бути вищим за 101 рік, але його точному виміру заважає існуюча система статистичного обліку вікових груп населення і померлих: остання графа статистичного обліку — «100 років і більше» — не відповідає умовам проведення точних розрахунків.

U-подібними. Для чоловіків вони J-подібні у 3-х районах — Вижницькому, Кіцманському та Сокирянському і U-подібні в решті районів, а також для області в цілому. Для жінок криві виживання на всіх вивчених територіях є U-подібними.

Таблиця 3. Показники здоров'я і виживання жінок – сільських жителів Чернівецької області у 1990 р.

Назва району	Індекс «внутрішньої» життєстійкості (α)	Індекс «зовнішньої» життєстійкості (γ)	Граничний вік x_0 , роки	Таблична середня тривалість життя, роки	Трендова середня тривалість життя, роки
Вижницький	0,76	6,09	100,67	75,55	71,89
Герцаївський	0,51	9,52	100,92	75,20	76,93
Глибоцький	0,94	5,59	100,93	75,16	71,95
Заставнівський	0,94	5,01	100,70	75,00	70,09
Кельменецький	0,96	5,35	101,01	77,87	71,49
Кіцманський	0,76	9,07	100,01	83,33	77,24
Новоселицький	0,69	8,27	100,80	76,26	76,09
Путильський	0,18	12,25	101,45	65,92	78,56
Сокирянський	0,95	5,85	100,01	81,54	72,12
Сторожинецький	0,83	7,60	100,84	78,41	75,78
Хотинський	0,83	6,59	100,87	75,38	73,68
Область (сільське населення)	0,77	11,67	100,72	77,13	81,10

Слід зазначити, що у восьми з одинадцяти адміністративних районів і в області в цілому значення α для чоловіків більші, ніж для жінок (табл. 2, 3). Цей факт репрезентує статевий диморфізм перебігу процесів формування здоров'я та смертності населення і обумовлюється тим, що значення α відображають, головним чином, вроджену (генетичну) здатність поколінь пристосовуватися до середовища. Чим менше значення α , тим більша генетична неоднорідність населення і тим менший ступінь її пристосованості до середовища. В ідеально однорідному та ідеально пристосованому до середовища населенні α прямує до безмежності ($\alpha \rightarrow \infty$). Якщо при цьому соціальна пристосованість (зовнішня життєстійкість) більше нуля ($\gamma > 0$), то з формули (1) випливає, що в усіх вікових групах ($x < x_0$) функція дожиття дорівнює одиниці ($l(x) \equiv 1$).

З табл. 1 видно, що за ступенем пристосованості населення (в цілому) до умов середовища (з точки зору потреб виживання і збереження здоров'я) адміністративні райони Чернівецької області можна розташувати в такій послідовності: Сокирянський, Кіцманський, Хотинський, Вижницький, Глибоцький, Заставнівський, Сторожинецький, Новоселицький, Кельменецький, Герцаївський, Путильський. За ступенем пристосованості чоловічих субнаселень до середовища (табл. 2) їх можна розташувати в такому порядку: Сокирянський, Кіцманський, Вижницький, Хотинський, Новоселицький, Герцаївський, Глибоцький, Путильський, Сторожинецький, Заставнівський, Кельменецький, жіночих (табл. 3) — Кельменецький, Сокирянський, Глибоцький (і Заставнівський), Сторожинецький (і Хотинський), Вижницький, Кіцманський, Новоселицький, Герцаївський, Путильський. Той факт, що розрахункова «внутрішня» життєстійкість у чоловіків пере-

важно більша, ніж у жінок, підтвердило міркування В. П. Войтенка [2] про накопичення і перенесення корисних генетичних змін до загального «популяційного казана» переважно чоловічою частиною населення.

З суто математичної точки зору індекс «внутрішньої» життєстійкості впливає на форму і величини показників кривої виживання та структури смертності. Проведений соціально-медичний аналіз довів, що зменшення значення цього індексу віддзеркалює нарощування питомої ваги дитячої смертності в загальній структурі смертності населення, і у таких випадках особлива увага служб охорони здоров'я повинна звертатися на покращання якості сімейної, акушерсько-гінекологічної та педіатричної допомоги. Одержання великих показників «внутрішньої» життєстійкості репрезентує відносно більшу вагу в загальній структурі смертності осіб зрілого, похилого та старечого віку і, отже, в цих випадках дії служб охорони здоров'я повинні спрямовуватися на усунення відповідних причин.

Індекс зовнішньої життєстійкості (γ) як параметр масштабу у відповідності з (1) визначає рівень смертності в усіх вікових групах. Проведений нами раніше [5] аналіз диференціального рівняння, якому задовольняє функція дожиття (1), довів, що параметр γ визначається, головним чином, зовнішніми соціально-економічними та екологічними факторами, що і дало підстави назвати цей параметр коефіцієнтом якості навколишнього середовища (з боку сприятливості для збереження здоров'я). Однак людські популяції є соціально і економічно активними. Вони в процесі своєї життєдіяльності активно змінюють середовище. І з цієї точки зору, параметр γ репрезентує не тільки сприятливість середовища для збереження здоров'я, але й здатність населення пристосувати це середовище до потреб власного існування.

З наведених в таблицях даних видно, що за якістю зовнішньої сприятливості територій для мешкання населення (γ) сільські адміністративні райони Чернівецької області можуть бути розташовані в такому порядку (табл. 1): Кіцманський, Кельменецький, Сторожинецький, Новоселицький, Герцаївський, Глибоцький, Хотинський, Путильський, Вижницький, Заставнівський, Сокирянський, в тому числі для чоловіків (табл. 2): Кельменецький, Сторожинецький, Глибоцький, Кіцманський, Новоселицький, Заставнівський, Хотинський, Глибоцький, Вижницький, Путильський, Сокирянський, а для жінок (табл. 3): Путильський, Герцаївський, Кіцманський, Новоселицький, Сторожинецький, Хотинський, Вижницький, Сокирянський, Глибоцький, Кельменецький, Заставнівський. У всіх районах, окрім Кельменецького (табл. 2, 3), коефіцієнт сприятливості соціо-екологічного середовища для жіночих субнаселень є вищим, ніж для чоловічих, і це додатково підтверджує статевий диморфізм особливостей перебігу процесів формування здоров'я, смертності і виживання населення.

Слід зауважити, що поширені погляди щодо поділу складових смертності на «внутрішню» (ендогенну) і «зовнішню» (екзогенну) є досить умовними, оскільки параметри α і γ пов'язані в формулі закону неадитивно і кожен з цих параметрів [9] має як «зовнішню», так і «внутрішню» складову. Дійсно, «генетична якість» поколінь новонароджених сформована способом життя їх предків і тим середовищем, в якому вони жили і відтворювали нащадків, а спостережувана здатність поколінь пристосувати середовище до потреб власного існування (у соціально та економічно активному віці) визначається переважно сукупністю їх умінь і навичок та рівнем соціальної відповідальності.

Таблиця 4. Відмінності між табличною і «стандартизованою» тривалістю життя в Чернівецькій області та її адміністративних районах (за даними таблиць 1-3)

Район	Різниця між табличною і «стандартизованою» тривалістю життя (роки)			Різниця табличних тривалостей життя чоловіків і жінок (роки)	Різниця «стандартизованих» тривалостей життя чоловіків і жінок (роки)
	Обидві статі	Чоловіки	Жінки		
Вижницький	-0,59	-4,24	-3,66	8,35	8,93
Герцаївський	-0,27	-6,03	1,73	5,46	13,22
Глибоцький	2,11	0,05	-3,21	6,52	3,26
Заставнівський	-0,62	-1,50	-4,91	8,76	5,35
Кельменецький	0,08	-1,40	-6,38	6,48	1,5
Кіцманський	-3,19	-6,03	-6,99	7,64	7,58
Новоселицький	2,00	0,01	-0,17	9,62	9,44
Путильський	-0,07	-7,7	12,64	-2,3	18,04
Сокирянський	-7,73	-15,7	-8,42	5,61	11,88
Сторожинецький	1,31	0,35	-2,63	10,3	7,32
Хотинський	0,79	-1,29	-1,70	8,33	7,92
Область (сільське населення)	-3,37	2,6	3,97	7,91	9,28

Відмінності між табличною і «стандартизованою» тривалостями життя при народженні представлені в таблиці 4. З неї видно, що випадкові коливання смертності відіграють досить істотну роль у формуванні характеристик виживання населення. Так, розходження між табличними та «стандартизованими» значеннями тривалості життя для населення в цілому за абсолютними величинами змінюються від 0,07 року (в Путильському районі — 0,1% від табличної тривалості) до 7,73 року (в Сокирянському районі — 9,8% від табличної тривалості). Для чоловіків ці розходження змінюються від 0,05 року (у Глибоцькому районі — 0,07% від табличного значення) до 15,69 року (у Сокирянському районі — 21% від табличного значення). Для жінок вищезгадані розходження змінюються від 0,17 року (у Новоселицькому районі — 0,22% від табличного значення) до 12,64 року (в Путильському районі — 19,2% від табличного значення). За «стандартизованою» тривалістю життя населення в цілому сільські райони області можуть бути розташовані в такому порядку: Кіцманський, Кельменецький, Сторожинецький, Глибоцький, Новоселицький, Герцаївський, Хотинський, Сокирянський, Вижицький, Заставнівський, Путильський. За «стандартизованою» тривалістю життя чоловіків в такому порядку: Кельменецький, Кіцманський, Глибоцький, Сторожинецький, Новоселицький, Хотинський,

Заставнівський, Герцаївський, Вижницький, Путильський, Сокирянський, а за тривалістю життя жінок — Путильський, Кіцманський, Герцаївський, Новоселицький, Сторожинецький, Хотинський, Сокирянський, Глибоцький, Вижницький, Кельменецький, Заставнівський. Отримані дані також свідчать, що за умовні стандарти значень середньої тривалості життя при народженні в Чернівецькій області можна прийняти 70,30 року для населення в цілому, 68,69 року — для чоловіків і 76,09 року — для жінок, оскільки розходження між цими і табличними показниками мінімальні.

Аналіз причин значних розходжень між табличними і «стандартизованими» показниками середньої тривалості життя при народженні показав, що коли «стандартизована» середня тривалість життя значно більша за табличну (як для жінок Путильського району), в загальній структурі смертності є високою частка дитячої смертності, а якщо вона значно менша від табличної (як для чоловіків Сокирянського району) — то в загальній структурі надлишкової смертності переважає смертність серед громадян працездатного та похилого віку. Отримані в практиці охорони здоров'я за таким інтегральним аналізом результати вкрай слушні для прийняття управлінських рішень при формуванні програм міжсекторального співробітництва, спрямованих на збереження та покращання здоров'я населення.

Ще один аспект статевого диморфізму перебігу процесів здоров'я і виживання полягає в тому, що, як правило, «внутрішня», вроджена життєстійкість чоловіків вища, ніж у жінок, і в загальних розрахунках (для обох статей) — $\alpha_{ж} < \alpha_{с} < \alpha_{ч}$, а «зовнішня» навпаки — $\gamma_{ч} < \gamma_{с} < \gamma_{ж}$, (тут позначки «ч», «ж» і «с» означають, відповідно, чоловіків, жінок і населення в цілому). У нашому випадку ця закономірність виконувалася в усіх сільських районах, окрім Глибоцького, Заставнівського і Кельменецького. Вона у відповідності з [11] відбиває рушійну роль «чоловічої» і стабілізуючу роль «жіночої» частин населення. Проведений аналіз показав, що виконання цієї закономірності гарантується у тому випадку, коли зв'язок між віковими коефіцієнтами смертності та середнім часом життя померлих протягом вікового інтервалу їх смерті є оберненим і не порушується при штучних змінах у населеннях (наприклад, внаслідок зміни адміністративного поділу територій), а також під час переходу від табличних показників до «стандартизованих».

Наведені результати показали зручність і реальну перевагу використання «стандартизованих» показників у практиці управління здоров'ям населення — їх залучення гарантує прийняття більш адекватних до стану здоров'я і релевантних до його структури (за статтю і віком) рішень.

Висновки:

1. Дійсні показники середньої тривалості життя населення можна визначати виключно за параметрами закону виживання популяції, розрахунки яких проводяться за даними таблиць смертності, отриманих з використанням повних дат народження і смерті померлих.

2. Статеві характеристики досліджуваних груп населення суттєво обумовлюють відмінності спостережуваних характеристик перебігу процесів формування здоров'я і виживання населення.

3. У порівняльному аналізі перебігу процесів формування здоров'я, смертності і виживання населення на окремих територіях належить використовувати виключно стандартизовані показники, «випрямлені» за законом виживання популяцій.

1. Айвазян С. А., Енкоков И. С., Мешалкин Л. Д. Исследование зависимостей. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 488 с. – С. 69.
2. Войтенко В.П. Факторы смертности и продолжительность жизни. – К.: Здоров'я, 1987. – 148 с.
3. Мерков А. М., Поляков Л. Е. Санитарная статистика. – М.: Медицина, 1980. – 384 с.
4. Стефановський А. Деякі питання методики побудови повних таблиць смертності та очікуваної тривалості життя населення // Демографічні дослідження. Вип. 21. – К.: Ін-т економіки НАН України, 1999. – С. 227.
5. Таралло В. Л., Горський П. В. Закон виживання і тривалість життя поколінь // Демографічні дослідження. Вип. 21. – К.: Ін-т економіки НАН України, 1999. – С. 172-173.
6. Таралло В. Л., Горський П. В., Тимофеев Ю. А. Закон виживання популяції. Зареєстровано в Міжнародному Регистрі Глобальних Систем Інформації. Регістрац. номер №000324. Шифр 00005. Код 00015. Сертифікат-лицензія Міжнародної реєстраційної палати інформаційно-інтелектуальної новизни МАІ СЭС ООН (г. Москва) от 4 июня 1998 г.
7. Таралло В. Л., Горський П. В. Метод расчета «трендовых» показателей средней продолжительности предстоящей жизни. Зареєстровано в Міжнародному Регистрі Глобальних Систем Інформації. Регістрац. номер № 000325. Шифр 00012. Код 00015. Сертифікат-лицензія Міжнародної реєстраційної палати інформаційно-інтелектуальної новизни (г. Москва) от 4 июня 1998 г.
8. Таралло В. Л., Горський П. В. Медико-соціальна оцінка якості регіонів мешкання населення. Методичні рекомендації. – Чернівці: ОВС, 1996. – 42 с.
9. Таралло В. Л., Горський П. В. Екологічна модель популяції як основа визначення власних показників здоров'я населення для інформаційного забезпечення управління системою його охорони. – Чернівці: Чернівецький медичний інститут, 1995. – 34 с. – Деп. в ДНТБ України 2 жовтня 1995 р. – № 2198. – Ук. 95.
10. Таралло В. Л., Горський П. В. Метод построения таблиц смертности. Зареєстровано в Міжнародному Регистрі Глобальних Систем Інформації. Регістрац. номер №000323. Шифр 00012. Код 00015. Сертифікат-лицензія Міжнародної реєстраційної палати інформаційно-інтелектуальної новизни (г. Москва) от 4 июня 1998 г.
11. Chang Ch. L. Lifetable and mortality Analysis. – Geneva: World Health Organization, 1978. – 199 p.
12. Strehler B. L., Mildvan S. S. General theory of mortality and aging. – Science, 1960. – 132 (3418). – P. 14-21.

The paper deals with the method of obtaining real knowledge concerning the course of health processes and population survival formation on solitary territories for the purpose of using managerial decisions in a comparative and general analysis aimed at improving the health of the communities.