

## ВПЛИВ РІВНЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ НА ІНТЕГРАЛЬНИЙ ПОКАЗНИК ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

*У статті визначено інтегральний показник здоров'я населення України. Проаналізовано зв'язок між цим показником та рівнем шкідливих викидів в атмосферне повітря на території країни.*

**Вступ.** Форсований розвиток промислового сектора, пов'язаний з післявоєнною перебудовою 70-х рр., призвів до підвищення рівня економіки країн Європи, з одного боку, і відсутності нагляду над екологічною ситуацією в державах, з іншого. Проблеми екологічної безпеки займали важливе місце для України з перших днів проголошення її в якості незалежної держави. Пов'язані ці проблеми із Чорнобильською катастрофою 1986 року. Однак багаторазові перебудови, зміна влади різко загальмували рішення даних питань, незважаючи на те, що вони наростали в геометричній прогресії. В 1997 р. Україна стала повноправною стороною Рамкової конвенції. На третій конференції сторін у японському місті Кіото був прийнятий Кіотський протокол, в якому розписувалися аспекти скорочення викидів парникових газів до 2012 р. В 1999 р. Україна підписала даний Протокол, однак не ратифікувала його [1]. Таким чином, комплексних заходів щодо рішення даного питання на території України не проводили. Разом з тим, стан здоров'я й тривалість життя населення-надзвичайно важливі критерії суспільного прогресу. Однак усе з більшою мірою дається взнаки той факт, що успіх в області охорони й зміцнення здоров'я населення багато в чому залежить від умов і стану навколишнього середовища. Оцінка захворюваності й смертності населення в результаті погіршення якості навколишнього середовища здобуває все більшу актуальність на різних рівнях керування національним господарством.

У відповідь на зростаючу стурбованість громадськості й урядів із приводу забруднення навколишнього середовища і її впливу на стан здоров'я населення в Європі, тричі були проведені міжнародні конференції Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВОЗ) по охороні навколишнього середовища й здоров'я населення.

Проблемам впливу забруднення навколишнього середовища на рівень здоров'я населення були присвячені праці чималої кількості авторитетних вчених.

Большаков А.М., Крутько В.Н., Пуцилло Є.В. у своєму посібнику [3] розглянули теоретичні основи оцінки й керування ризиками впливу факторів навколишнього середовища на здоров'я людини. Освітлені в порівняльному аспекті сучасні методичні підходи до гігієнічного нормування й оцінки ризиків. Особлива увага приділена проблемам кількісної оцінки й керування ризиками, організації збору вихідних матеріалів і їхнього аналізу, розробці управлінських рішень по корекції факторів ризику. Великий розділ посібника присвячений прикладним аспектам теорії оцінки й керування ризиками. Докладно розглянуті методи математичної статистики, які застосовуються для оцінки ризиків.

Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманін Ю.О., Аваліані С.Л., Буштуева К.О. [4] виклали основні принципи й критерії, що лежать в основі міжнародно-визнаної методології оцінки ризику для здоров'я населення. Концепція ризику розглядається як основний інструмент оптимізації прийняття управлінських рішень і один з найважливіших, системних елементів соціально-гігієнічного моніторингу. Книга містить великий обсяг довідкових даних про властивості найпоширеніших і небезпечних хімічних речовин, що забруднюють навколишнє середовище, а також відомості про сучасні комп'ютерні програми й бази даних, орієнтовані на проведення досліджень по оцінці ризику.

Незважаючи на широту охоплення теми представлені роботи мають явні недоліки й неточності. Так можна виділити, по-перше, неаргументованість зв'язку між розвитком порушення здоров'я населення й факторами навколишнього середовища. По-друге, здоров'я населення розглядається як якісний показник і не несе в собі кількісної міри.

У зв'язку із цим, мета роботи – оцінити рівень здоров'я населення України й дослідити залежність між рівнем викидів і інтегральним показником здоров'я населення.

**Основний розділ.** Експерти ВОЗ при розробці стратегії «Здоров'я для всіх в 2000» для оцінки рівня суспільного здоров'я рекомендують використовувати такі показники: відрахування ВВП, що йдуть на охорону здоров'я; доступність первинної медико-санітарної допомоги; відсоток осіб, які були піддані імунізації від інфекційних хвороб; рівень дитячої смертності й середня тривалість життя; рівень гігієнічної грамотності дорослого населення; забезпеченість населення безпечним водопостачанням [5].

Використовуючи стратегію ВОЗ, а також з огляду на доступність інформації, А.Г. Кулак [6] пропонує модель інтегрального показника здоров'я населення, відповідно до якої використовуються медико-санітарні, демографічні й соціально-економічні показники:

1. Медико-демографічні показники: загальний коефіцієнт народжуваності, коефіцієнт дитячої смертності, очікувана тривалість життя при народженні. Коефіцієнт смертності в працездатному віці, коефіцієнт смертності від хвороб системи кровообігу.

2. Захворюваність: загальна захворюваність населення, захворюваність зляжисними новоутвореннями, активним туберкульозом, число абортів на 100 пологів, число осіб, вперше визнаних

інвалідами.

3. Розвиток галузі охорони здоров'я: чисельність лікарів і середнього медичного персоналу на 10 000 населення, потужність лікарських амбулаторно-поліклінічних організацій, число лікарняних ліжок на 10 000 населення, частка державного бюджету, що направляється на потреби охорони здоров'я.

При відборі цих показників враховувалося наступне: по-перше, таке складне явище, як здоров'я населення, не може бути відображене за допомогою тільки демографічних показників, тому необхідно використовувати й показники захворюваності, і характеристики розвитку галузі охорони здоров'я; по-друге, приймалася до уваги доступність статистичних даних, а також те, наскільки повно вони відображають процеси демографічного розвитку.

Таким чином, використовуючи модель А.Г. Кулак, визначимо оцінку інтегрального показника здоров'я населення України. Відповідні дані по першій групі показників наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку інтегрального показника здоров'я населення по першій групі показників (на 10 000 тис. населення)

Показник Рік	1 група				
	Загальний коефіцієнт народжуваності	Коефіцієнт дитячої смертності	Очікувана тривалість життя, роки	Коефіцієнт смертності від хвороб кровообігу	Коефіцієнт смертності в працездатному віці
2000	7,8000	11,9000	67,9000	102,7700	60,16
2001	7,7000	11,3000	68,3000	103,7100	61,16
2002	8,1000	10,3000	68,3000	104,5400	61,35
2003	8,5000	9,6000	68,2000	105,6600	61,91
2004	9,0000	9,5000	68,2000	106,4500	65,23
2005	9,0000	10,0000	68,0000	103,7600	66,12

Джерела інформації, наведеної в табл. 1:

1. Загальний коефіцієнт народжуваності [9, с.351].
2. Коефіцієнт дитячої смертності [9, с.358].
3. Очікувана тривалість життя [8, с.211].
4. Коефіцієнт смертності від хвороб кровообігу [7].
5. Коефіцієнт смертності в працездатному віці [9, с.355].

Таблиця 2

Вихідні дані для розрахунку інтегрального показника здоров'я населення по другій групі показників (на 10 000 тис. населення)

Показник Рік	2 група				
	Захворюваність злоякісними новоутвореннями	Активним туберкульозом	Число абортів на 100 пологів	Особи, що вперше визнані інвалідами	Загальна захворюваність
2000	31,8000	6,0400	113,0000	54,0000	6796,6000
2001	32,0000	6,9500	98,0000	55,0000	6724,1300
2002	32,4000	7,6000	89,0000	53,0000	6898,6700
2003	32,6000	7,7800	77,0000	56,0000	6997,1300
2004	33,0000	8,1200	68,0000	55,0000	6890,7000
2005	33,6000	8,4400	62,0000	56,0000	7013,8000

Джерела інформації, наведеної в табл. 2:

1. Захворювання злоякісними новоутвореннями [9, с.355].
2. Захворювання активним туберкульозом [9, с.211].
3. Число абортів на 100 пологів [9, с.484].
4. Особи, що вперше визнані інвалідами [9, с.489], [7].
5. Загальна захворюваність [9, с.477], [7].

## Вихідні дані для розрахунку інтегрального показника здоров'я населення по третій групі показників

Показник Рік	3 група			
	Число лікарів і середнього медичного персоналу	Потужність лікарняних амбулаторно-поліклінічних організацій	Число лікарняних ліжок	Частка державного бюджету на охорону здоров'я.
2000	156,5000	198,4000	95,0000	9895,0000
2001	156,8000	203,2000	96,6000	10005,0000
2002	156,9000	205,0000	97,3000	12080,0000
2003	157,4000	206,8000	96,6000	14958,0000
2004	158,3000	209,6000	95,7000	18470,0000
2005	154,1000	211,7000	95,2000	22718,0000

Джерела інформації, наведеної в табл. 3:

1. Чисельність лікарів і середнього медичного персоналу [8, с.209].
2. Потужність лікарських амбулаторно-поліклінічних організацій [8, с.209].
3. Число лікарняних ліжок [8, с.209].
4. Частка державного бюджету на охорону здоров'я [7].

На підготовчому етапі необхідно розрахувати стандартизовані значення показників для приведення вихідних даних до однорідного виду за наступною формулою:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{\max j}}, \quad (1)$$

де  $z_{ij}$  – стандартизоване значення  $j$ -го показника в  $i$ - інтервал часу ( $j = \overline{1, m}; i = \overline{1, n}$ );

$x_{ij}$  – вихідні значення змінних;

$x_{\max j}$  – максимальне значення  $j$ -го показника за весь досліджуваний період.

Таким чином, за формулою (1) одержують стандартизовані значення показників по всіх трьох групах (табл. 4 – 6).

Таблиця 4

## Стандартизовані значення показників по першій групі

Показник Рік	1 група				
	Загальний коефіцієнт народжуваності	Коефіцієнт дитячої смертності	Очікувана тривалість життя	Коефіцієнт смертності від хвороб кровообігу	Коефіцієнт смертності у працездатному віці
2000	0,8667	0,0000	0,9941	0,0346	0,0777
2001	0,8556	0,0504	1,0000	0,0257	0,0583
2002	0,9000	0,1345	1,0000	0,0179	0,0555
2003	0,9444	0,1933	0,9985	0,0074	0,0509
2004	1,0000	0,2017	0,9985	0,0000	0,0000
2005	1,0000	0,1597	0,0146	0,0253	0,0008

Таблиця 5

## Стандартизовані значення показників по другій групі

Показник Рік	2 група				
	Захворюваність злоякісними новоутвореннями	Активним туберкульозом	Число абортів на 100 пологів	Особи, що вперше визнані інвалідами	Загальна захворюваність
2000	0,0536	0,2844	0,0000	0,0357	0,0000
2001	0,0476	0,1765	0,1327	0,0179	0,0111
2002	0,0357	0,0995	0,2124	0,0536	0,0288
2003	0,0298	0,0782	0,3186	0,0000	0,0714
2004	0,0179	0,0379	0,3982	0,0179	0,1155
2005	0,0000	0,0000	0,4513	0,0000	0,0000

Стандартизовані значення показників по третій групі

Показник Рік	3 група			
	Число лікарів і середнього медичного персоналу	Потужність лікарняних і амбулаторно-поліклінічних організацій	Число лікарняних ліжок	Частка державного бюджету на охорону здоров'я
2000	0,9886	0,9372	0,9764	0,4356
2001	0,9905	0,9598	0,9928	0,4404
2002	0,9912	0,9684	1,0000	0,5317
2003	0,9943	0,9769	0,9928	0,6584
2004	1,0000	0,9901	0,9836	0,8130
2005	0,9735	1,0000	0,9784	1,0000

Потім по кожній із трьох груп показників автор розраховує багатомірну середню величину за кожний рік досліджуваного періоду:

$$\bar{z}_{il} = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^{k_l} z_{ij}, \quad (2)$$

де  $k_l$  – кількість показників у групі;

$l$  – число груп показників ( $l=1,2,3$ ).

«При розрахунку даної величини важливо враховувати, що окремі показники характеризуються різним ступенем впливу на інтегральний показник, тому такі змінні, як тривалість життя, забезпеченість медичним персоналом і інші, що мають позитивний вплив на сукупний рівень здоров'я населення, необхідно застосовувати у вигляді  $z_{ij}$ . А фактори, що мають негативний зв'язок з рівнем здоров'я (показники смертності, захворюваності, інвалідності, число абортів тощо) – у вигляді  $(1-z_{ij})$ , що дозволить перейти до односпрямованих величин» [6, с. 6].

Таким чином, приймаючи до уваги всі виправлення щодо розрахунку даних показників, слід скористатися формулою розрахунку багатомірної середньої величини. Результати розрахунку зведені в табл. 7.

Таблиця 7

Багатомірна випадкова величина по кожній із трьох груп за досліджуваний період

Група Рік	3 група		
	1 група	2 група	3 група
2000	0,3946	0,0747	0,8344
2001	0,3980	0,0772	0,8459
2002	0,4216	0,0860	0,8728
2003	0,4389	0,0996	0,9056
2004	0,4400	0,1175	0,9467
2005	0,2401	0,0903	0,9880

Для побудови агрегованого індексу здоров'я на підставі багатомірних середніх величин по кожній групі, розраховуються базисні ряди індексів. Оцінюється значимість кожної групи показників, тобто розраховуються їхні ваги по матриці парних кореляцій:

$$w_l = \sum_{u=1}^l r_{uv} / \sum_{u=1}^l \sum_{v=1}^l r_{uv}, \quad (3)$$

де  $w_l$  – ваги, з якими багатомірна середня величина по кожній із груп включається в агрегований індекс;

$r_{uv}$  – коефіцієнт парної кореляції між багатомірними середніми величинами ( $u, v = 1,2,3$ ).

Коефіцієнт парної кореляції між багатомірними середніми величинами приймає вид (табл. 8):

Таблиця 8

Групи	1	2	3
1	1,0000	0,2352	-0,5940
2	0,2352	1,0000	0,6327
3	-0,5940	0,6327	1,0000

Тоді ваги будуть відповідно рівні:

$$w_1 = 0,1807$$

$$w_2 = 0,5265$$

$$w_3 = 0,2928$$

На заключному етапі агрегований індекс здоров'я населення розраховується через лінійну комбінацію всіх структурних елементів по формулі середньої арифметичної зваженої:

$$y_i = w_1 \cdot I_{i1} + w_2 \cdot I_{i2} + w_3 \cdot I_{i3} \quad (4)$$

де  $I_{i1}$ ,  $I_{i2}$ ,  $I_{i3}$  – базисні індекси багатомірних випадкових величин по кожній групі.

Використання даної формули дозволило досягти однієї з поставлених цілей і одержати агрегований індекс здоров'я населення України.

y2000	1,0000
y2001	1,0137
y2002	1,0523
y2003	1,0917
y2004	1,1332
y2005	1,1542

Описаний автором алгоритм був використаний при оцінці здоров'я населення України за період 2000-05 рр. (рис. 1), при цьому за базисне значення (100%) був прийнятий рівень здоров'я населення за станом на 2000 рік.

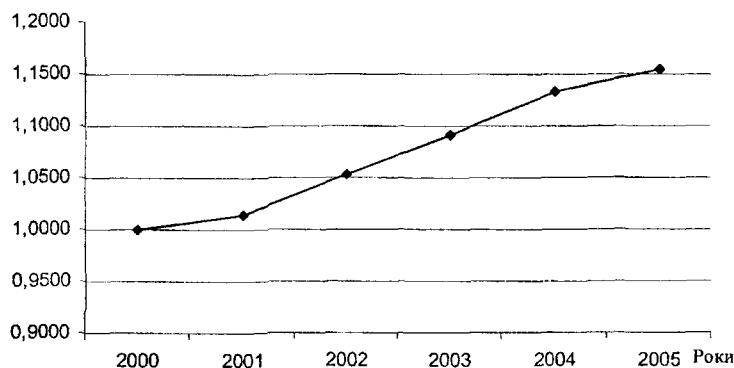


Рис. 1. Динаміка інтегрального індексу здоров'я населення України в 2000-05 рр.

Для оцінки кореляції між індексом здоров'я населення України й рівнем викидів на її території, скористаємося наступними даними (табл. 9):

Таблиця 9

## Рівень шкідливих викидів в атмосферне повітря на території України

Рік	Шкідливі викиди в атмосферне повітря, тис. тонн
2000	5908,6000
2001	6049,5000
2002	6101,9000
2003	6191,3000
2004	6325,9000
2005	6615,6000

Таким чином, маючи всі необхідні дані, можна розрахувати парний коефіцієнт кореляції між агрегованим індексом здоров'я населення та рівнем шкідливих викидів в атмосферне повітря на території України. Для поставленої мети слід скористатися наступною формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{n \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (5)$$

де  $x$  – агрегований індекс здоров'я населення;

$y$  – шкідливі викиди в атмосферне повітря, тис. тонн;

$\bar{x}, \bar{y}$  – середні значення досліджуваних показників;

$\sigma_x \cdot \sigma_y$  – середні квадратичні відхилення досліджуваних показників;

$n$  – кількість досліджуваних періодів ( $n=6$ )

Скориставшись формулою (5) маємо  $r_{xy} = 0,9426$ . При цьому парний коефіцієнт кореляції, як статистична величина, повинне бути оцінений на достовірність за допомогою  $t$ -критерію Стьюдента, який має бути розрахований за формулою:

$$t_{розр.} = \frac{r_{xy}}{\sqrt{1 - r_{xy}^2}} \cdot \sqrt{n - 2} \quad (6)$$

**Висновки.** Таким чином, авторами розрахований коефіцієнт лінійної парної кореляції між рівнем викидів і інтегральним показником здоров'я населення, що виявився рівним 0,9426. Це говорить про прямий досить сильний зв'язок між досліджуваними факторами. Перевірка за критерієм Стьюдента ( $t_r=5,6445$ ) підтвердила статистичну вірогідність отриманих результатів. Порівнявши отримане значення з табличним ( $t_{розр.}=2,7764$ ) при ступенях волі  $df = n - 2$ , одержуємо  $t_r > t_{розр.}$

Отриманий зв'язок на перший погляд здається парадоксальним. Однак, на думку авторів, це пояснюється істотною неоднорідністю досліджуваних даних, пов'язаною з неоднорідністю розміщення промислового потенціалу й неоднорідністю медико-санітарних, демографічних і соціально-економічних показників по території України. Тому подальший напрямок досліджень повинен бути пов'язаний з елімінуванням регіонального фактору.

### Література

1. Солодько П. Протоколи киотских мудрецов // Украинский деловой еженедельник. – 2003. – № 17. – С. 2 – 3.
2. Большаков А.М., Крутько В.Н., Пуцилло Е.В. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения. – М: Эдиториал УРСС, 1999. – 256 с.
3. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. / Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А. и др.; под. ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. – М. НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
4. Здоровье для всех к 2000 году: Глобальная стратегия ВОЗ // Всемирная Ассамблея здравоохранения. Сессия 34(А34/5): Программа ВОЗ. – 1981. – 106 с.
5. Кулак А.Г. Моделирование интегрального показателя здоровья населения // Статистика Украины.- 2007.- №2. – С. 4 – 9.
6. Земля тревоги нашої. За матеріалами доповіді про стан навколишнього середовища в Донецькій області у 2005 році / Під. ред. С.В. Третьякова. – Донецьк, 2006. – 108 с.
7. Официальный сайт государственного комитета статистики Украины // Ukrstat.gov.ua
8. Статистичний щорічник України 2005. – К.: Консультант, 2006.- 576 с.
9. Україна у цифрах 2005. – К.: Консультант, 2006. – 247 с.

Надійшла 06.11.2008 р.