

УДК 31:338.432

В. В. Тарасова,

д. е. н., доцент, професор кафедри економіки природокористування та менеджменту лісового господарства, Житомирський національний агроекологічний університет

ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА СТАН ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

V. Tarasova,

Dr. of Science in Economics, associate professor, professor of environmental economics and management of forestry, Zhytomyr National Agroecological University

THE IMPACT OF AIR POLLUTION ON THE HEALTH OF THE POPULATION

У статті розглядаються взаємовідносини довкілля і суспільства з використанням основних методів статистики — табличного, графічного паралельних рядів, дисперсійного та кореляційного на базі системи інтегральних показників, визначених за методом питомої участі. Виявлена залежність між станом забруднення атмосферного повітря та станом здоров'я населення.

The article deals with the relations of the environment and society using basic statistical methods — tabular, graphical, parallel lines, dispersion and correlation on the basis of integral indicators defined by the specific participation. The correlation between the health of the population and the state of air pollution is found.

Ключові слова: суспільство, довкілля, атмосфера, забруднення, небезпека, захворювання, здоров'я, охорона.

Key words: society, environment, atmosphere, pollution, danger, disease, health, protection.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На фоні потепління клімату відбувається розширення географічних ареалів розповсюдження небезпечних тропічних вірусів (малярії, вірусів лихоманки тощо), загрожуючи також спалахами епідемій черевного тифу, холери, чуми та інших інфекцій, збудники яких мають схильність до мутацій і здатні адаптуватися до змін середовища. Крім цього, антропогенне забруднення довкілля канцерогенними факторами на обмежених територіях гігантів індустрії зумовлює розвиток новоутворень, імунодепресивних станів організму, мутагенні зміни, скорочення тривалості життя людей. Аналіз вітчизняної медико-демографічної ситуації висвітлює різні аспекти негативного впливу несприятливих факторів природного й антропогенного середовища в регіонах України на динаміку захворюваності, інвалідизації, тривалості життя, смертності населення. Забруднення атмосферного повітря та накопичення в ньому шкідливих речовин, особливо високих рівнів SO₂, NO₂, O₃, спричиняє широкий спектр проблем зі здоров'ям респіраторної системи — від її легкого подразнення до порушення функції легень та проявляється у зростанні показників захворювання на туберкульоз й смертності від хвороб органів дихання.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Ознаками сучасної медико-демографічної ситуації стали: послідовне скорочення кількості населення, насамперед під впливом падіння народжуваності та подальшого зростання смертності, коефіцієнти якої в 2005—2010 роках у 1,5—2,4 рази перевищували коефіцієнти народжуваності; погіршення здоров'я всіх вікових категорій населення; зменшення тривалості життя, погіршення умов розвитку системи охорони здоров'я [1, с. 105]. Шкоду, завдану здоров'ю, розглядають як джерело прямих втрат від забруднення довкілля, що доповнюються непрямими втратами (збільшення витрат і втрата доходів у результаті забруднення, видатки на відновлення здоров'я потерпілих від аварій тощо) [2, с. 10].

Основними показниками стану небезпеки здоров'я населення є — кількість народжених, кількість померлих, кількість потерпілих від виробничого травматизму, кількість загиблих від виробничого травматизму, захворювання на туберкульоз, кількість відвідувань за зміну амбулаторно-поліклінічних закладів [3, с. 288]. Дослідженнями встановлено, що найбільш вагомими серед сукупності факторів, які формують та впродовж усього життя впливають на

Таблиця 1. Органи і системи людини, які зазнають впливу від шкідливих хімічних сполук

Критичні органи та системи	Сполуки:
Органи дихання	SO ₂ , NO ₂ , сірководень, пил, фенол, аміак, залізо, хром VI, цинк, мідь, марганець, кадмій, нікель, формальдегід
Імунна система	БП, цинк, нікель, формальдегід, бензол
Вроджені вади розвитку	БП, CO, сірковуглець, свинець, бензол
Кров	CO, NO ₂ , цинк, нікель, свинець, бензол
Центральна нервова система	CO, фенол, марганець, нікель, свинець, бензол
Серцево-судинна система	CO, фенол, бензол, сірковуглець
Репродуктивна система	Свинець, бензол
Гормональний статус	Кадмій, свинець
Нирки	Фенол, свинець, кадмій
Печінка	Фенол
Очі	Формальдегід

стан здоров'я людини, є: обсяги виробництва промислової продукції і стан забруднення довкілля (безпосередня залежність стану здоров'я від них становить 18—20%), а також стан розвитку системи охорони здоров'я (7—12%).

Наявність взаємозв'язку соціально-економічних показників зі станом забруднення довкілля [4—5] та його кількісна оцінка визначені за допомогою кореляційно-регресійного аналізу [6—7], який дозволяє не тільки виявити найбільш щільні взаємозв'язки, але й встановити найбільш вагомні ознаки для регресійного аналізу і побудови регресійних моделей для прогнозування.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основною метою досліджень є комплексна інтегральна оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на стан здоров'я населення в регіонах України за 2006—2011 роки на базі паралельних статистичних рядів, їх графічних зображень та дисперсійного і кореляційно-регресійного методів. Для виявлення взаємозв'язків проводилася комплексна оцінка систем всіх факторних і результативних показників за методом питомої участі [8], який дозволяє порівнювати між собою не порівнювані показники, що мають різні одиниці виміру та різну абсолютну розмірність. Алгоритм оцінки складався з визначення питомих рівнів двох груп показників (стану здоров'я та стану забруднення атмосферного повітря) за середніми даними 2006—2011 років, інтегрування показників кожної групи в

один комплексний показник, аналіз взаємозв'язку інтегральних питомих показників, виявлення зон ризику катастрофічного забруднення атмосферного повітря в Україні та пов'язаної з ним небезпеки захворюваності.

Попередніми дослідженнями науковців встановлено, що забруднення атмосферного повітря і накопичення в ньому шкідливих хімічних сполук впливає у першу чергу (за інгаляційного шляху

надходження) на показники захворювання органів і систем людини (табл. 1).

За наявності в атмосферному повітрі викидів шкідливих речовин від стаціонарних та пересувних джерел та кількості проб забруднюючих речовин, що перевищує ГДК (пил і сажа, сірчистий газ, сірководень, окис вуглецю, сірковуглець, окиси азоту, аміак, фенол і його похідні) нами визначено середнє питома забруднення атмосферного повітря (За):

$$Za = \Sigma (Za_i / \Sigma Za_i) / n_i,$$

Za_i — абсолютний рівень і-го показника забруднення атмосфери в регіоні; ΣZa_i — загальний підсумок і-го показника забруднення атмосфери в цілому по регіону, Σ(Za_i/Za_i) — сума питомих показників забруднення атмосфери в регіоні, n_i — кількість питомих показників.

Стан захворюваності (небезпеки здоров'я) населення в регіоні визначався нами за системою показників (кількість народжених, кількість померлих, кількість потерпілих від виробничого травматизму, кількість загиблих від виробничого травматизму, захворювання на туберкульоз, кількість відвідувань за зміну амбулаторно-поліклінічних закладів) за формулою:

Таблиця 2. Паралельний ряд залежності стану здоров'я від стану забруднення атмосфери за 2006—2011 рр.

№ регіону	Області	Питома, %		№ регіону	Області	Питома, %	
		забруднення атмосфери, Зат	небезпека здоров'ю, Cz			забруднення атмосфери, Зат	небезпека здоров'ю, Cz
А	Б	1	2	А	Б	1	2
24	Чернівецька	0,92	1,74	1	АР Крим	2,87	4,00
19	Тернопільська	1,13	2,17	16	Полтавська	3,04	3,37
17	Рівненська	1,15	2,62	2	Вінницька	3,15	3,09
3	Волинська	1,19	2,52	15	Одеська	3,30	4,59
11	Кіровоградська	1,43	2,86	9	Ів-Франківська	3,70	2,55
14	Миколаївська	1,50	2,63	13	Львівська	4,22	4,72
22	Хмельницька	1,57	2,81	10	Київська	4,39	3,60
21	Херсонська	1,59	2,62	20	Харківська	4,84	4,98
18	Сумська	1,61	2,79	8	Запорізька	5,17	4,03
25	Чернігівська	1,61	2,56	12	Луганська	8,17	7,61
7	Закарпатська	1,63	2,36	4	Дніпропетровська	15,29	8,13
6	Житомирська	1,65	3,21	5	Донецька	22,69	15,72
23	Черкаська	2,18	2,70		Україна	100,00	100,00

Джерело: власні дослідження; визначено до загального підсумку по Україні.

$$Cz = \Sigma (Cz_i / \Sigma Cz_i) / n_i,$$

де Cz — середній питомий рівень захворюваності населення, Cz_i — абсолютний рівень i -го показника небезпеки здоров'я в регіоні, ΣCz_i — загальний підсумок i -го показника небезпеки здоров'я в цілому по регіону, $\Sigma (Cz_i / \Sigma Cz_i)$ — сума питомих показників небезпеки здоров'я, n_i — кількість питомих показників.

Розгляд взаємозв'язку між забрудненням атмосферного повітря і станом небезпеки здоров'я здійснено за даними паралельного ряду (табл. 2).

Цей ряд, який побудовано за зростанням факторного показника (питомого забруднення стану атмосфери), свідчить про те, що сім регіонів перевищують стан забруднення атмосфери проти умовного середнього державного рівня (4,0%) і створюють небезпеку здоров'ю. При цьому підприємства трьох областей — Луганської, Дніпропетровської та Донецької — викидають в атмосферу шкідливих речовин у 2—5 разів більше проти середнього, створюючи високу небезпеку розвитку захворювань легень та епідемії різних видів. Зв'язок питомого показника небезпеки здоров'ю з факторним наочно відображено лінійною діаграмою (рис. 1).

Дані рис. 1 свідчать про дуже щільний зв'язок між забрудненням атмосфери і станом здоров'я — обидві лінії мають однаковий характер змін і майже співпадають. Сукупний коефіцієнт кореляції, визначений за рівнянням регресії, підтверджує цей зв'язок ($R=0,966$).

В умовах України кожен відсоток підвищення забруднення атмосферного повітря підвищує стан небезпеки захворювань на 0,56 відсотка. У зоні катастрофічного забруднення атмо-

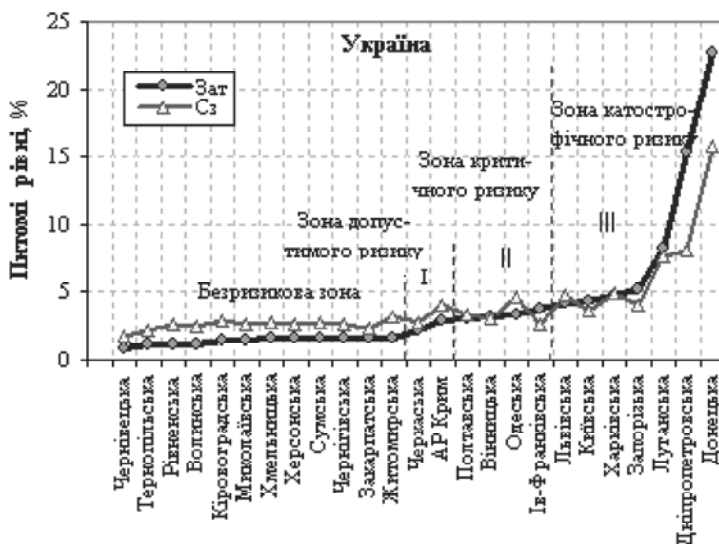


Рис. 1. Вплив забруднення атмосфери на стан здоров'я населення, 2006—2011 рр.

Джерело: власні дослідження.

ферного повітря знаходяться сім областей, в яких забруднення перевищує середній державний рівень у 1,5—5,5 разів. У шістьох з них спостерігається висока захворюваність на туберкульоз.

Залежність захворювань на туберкульоз від викидів в атмосферу відображена на рис. 2.

Ліва діаграма (рис. 2) відображує дуже високу залежність стану захворювання на туберкульоз від викидів шкідливих речовин в атмосферу стаціонарними джерелами і автотранспортом.

Кожен шар характеризує відсотковий (питомий) розмір викидів різними джерелами, серед яких викиди від автотранспорту є більшими за розміром у всіх регіонах окрім Луганської, Дніпропетровської та Донецької областей. Висота обох шарів — це розмір викидів всіма джерелами, з якими в прямій пропорціональній залежності знахо-

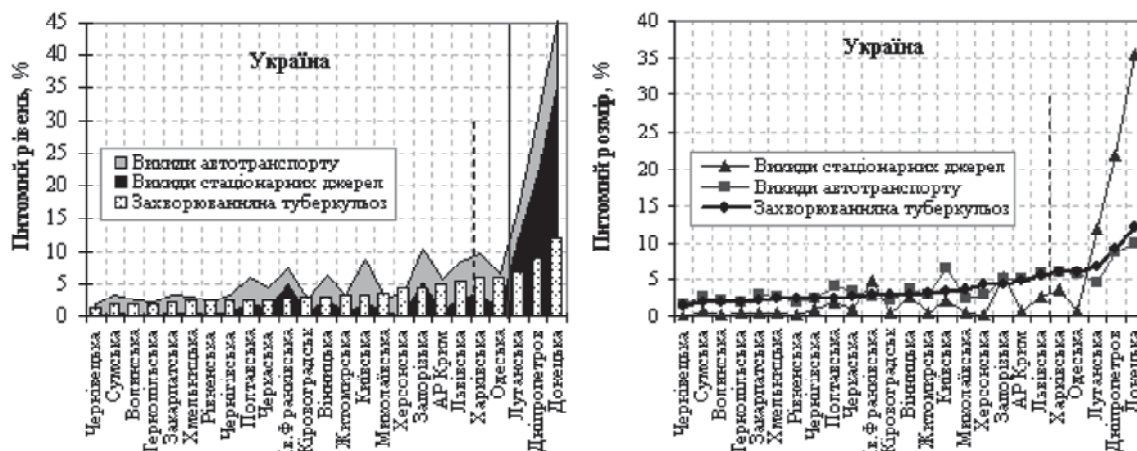


Рис. 2. Залежність захворювання на туберкульоз від викидів в атмосферу, 2006—2011 рр.

Джерело: власні дослідження.

Таблиця 3. Дисперсійний аналіз залежності захворювання на туберкульоз від стану забруднення атмосфери

Показники	Умовні позначення	Загальна варіація	у тому числі	
			систематична	випадкова
1. Кількість спостережень	N	25	x	x
2. Обсяг варіації	W	151,1	133,9	17,2
Кількість ступенів вільності	k	24	2	22
3. Дисперсія на: одиницю спостереження	σ^2	6,04	5,36	0,68
ступінь вільності	S^2	x	66,95	0,78
4. Сила зв'язку	η		0,941	0,337
5. Ступінь впливу	η^2	1,0	0,886	0,114
6. Критерій Фішера: фактичний	F		85	x
табличний	$F_{0.05}$		2,8	x
7. Достовірність, суттєвість			так	ні

Джерело: власні дослідження.

диться показник захворювання на туберкульоз. Кількісну залежність захворювання на туберкульоз досліджено дисперсійним (табл. 3) і кореляційно-регресійним (табл. 4) методами.

Дисперсійний аналіз залежності захворювання на туберкульоз від стану забруднення атмосфери дає можливість, використовуючи закон розкладання обсягів загальної варіації (W), виявити обсяги варіації захворювань, що сформовані дією систематичних (викидів в атмосферу) і випадкових (інших) факторів. На цій основі з'являється можливість встановлення ступеня впливу викидів в атмосферу на захворювання туберкульозом.

Ця ступінь впливу становить 88,6%, а лише 11,4 % захворювань залежить від інших екологічних факторів. Зв'язок між викидами в атмосферу та захворюваннями на туберкульоз прямий і дуже високий ($\eta = 0,941$). Суттєвість і достовірність дії систематичних факторів (викидів в атмосферу) підтверджується значенням критерію Фішера (F), що набагато разів перевищує його табличні (критичні) значення з ймовірністю $P = 0,95$.

У процесі прогнозування майбутніх станів захворювань, перш за все, вибирається рівняння регресії (прямолінійне або криволінійне) порівнюванням двох показників η і R . Якщо $\eta = R$, або різниця між ними дуже мала ($<0,1$) — зв'язок можна визнати прямолінійним. Тому поряд з дисперсійним аналізом проводиться кореляційно-регресійний (табл. 4). Парні коефіцієнти кореляції (r) вказують на однаково силу зв'язку обох джерел викидів зі станом захворювання на туберкульоз, але ко-

ефіцієнт регресії (b) показує, що більш вагомим впливом є викиди автотранспорту ($b = 0,606$). Права діаграма (рис. 2) підтверджує цей висновок. Надійність цих висновків висока, оскільки критерій Стьюдента коефіцієнтів регресії (t) значно перевищує табличні значення ($t = 4,6 > 2,06$). Сукупний коефіцієнт кореляції дорівнює по абсолютній величині кореляційному відношенню ($R = \eta = 0,941$), що свідчить про наявність дуже високого лінійного зв'язку між викидами в атмосферу і захворюванням на туберкульоз.

А це означає, що для подальших досліджень можна будувати рівняння прямої лінії:

$$Y = 0,147 X_1 + 0,606 X_2 + 0,988.$$

Звідси аналітичне рівняння лінійної регресії можливого захворювання на туберкульоз має такий вигляд:

$$Z_t = 0,147 V_s + 0,606 V_t + 0,988$$

Порівнянням фактичного стану захворюваності з теоретично можливим (при даних умовах життєдіяльності) у кожному регіоні визначено абсолютні і відносні відхилення від можливого рівня (табл. 5).

Позитивні відхилення свідчать про перевищення фактичного стану захворюваності над можливим і більш високу небезпеку стану здоров'ю населення, ніж очікувалося. Чим більшим є ступінь перевищення можливих рівнів захворюваності, тим вищим є ризик небезпеки різного виду епідемій.

Такий ризиковий стан спостерігається в АР Крим та у Львівській, Херсонській і Рівненській областях. Особливо високим цей ризик є у Рівненській області, де перевищення можливих рівнів захворюваності становить 56,1 %.

Дотримання чинних нормативно-правових вимог щодо підвищення рівня природно-техно-

Таблиця 4. Кореляційний аналіз залежності захворювання на туберкульоз від стану забруднення атмосфери

Показники	Умовні позначення	Викиди в атмосферу від джерел:		
		стаціонарних V_s	автотранспорту V_t	разом V_a
1. Парний коефіцієнт кореляції	r	0,886	0,888	x
2. Сукупний коефіцієнт кореляції	R	x	x	0,941
3. Коефіцієнт детермінації	R^2	x	x	0,886
4. Критерій Фішера: фактичний	F	x		85
табличний	$F_{0.05}$	x	x	3,44
5. Коефіцієнт регресії	b	0,147	0,606	x
6. Вільний член	a	x	x	0,988
Критерій Стьюдента: фактичний	t	4,1	4,6	x
табличний	$t_{0.05}$	x	x	2,06

Джерело: власні дослідження.

генної безпеки, поліпшення якості довкілля в аспекті покращення середовища життєдіяльності й стану здоров'я населення, цілком відповідає не лише зміцненню людського капіталу, але й підвищенню рівня екологічної безпеки населення, зниженню ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, зменшенню соціально-економічних збитків суспільства від впливу несприятливих факторів довкілля

ВИСНОВКИ

Дослідження виконано за системним підходом на базі великої кількості статистичних показників стану забруднення атмосферного повітря і стану небезпеки захворюваності населення, поєднаних за методом питомої участі. Цей методологічний підхід дозволив не тільки виявити найбільш щільні взаємозв'язки між системами показників, але й встановити найвагоміші ознаки для дисперсійного і регресійного аналізу та побудови регресійних моделей для прогнозування.

Дані досліджень свідчать про надмірність техногенного навантаження на довкілля в індустріально-промислових регіонах України, що створює ризик небезпеки здоров'ю. Такий ризиковий стан спостерігається в АР Крим та у Львівській, Херсонській і Рівненській областях. Особливо високим цей ризик є у Рівненській області, де перевищення можливих рівнів захворюваності становить 56,1 %. Ознаками впливу негативної екологічної ситуації в цих регіонах стали послідовне скорочення кількості населення під впливом падіння народжуваності та подальшого зростання смертності, погіршення здоров'я всіх вікових категорій населення, зменшення тривалості життя. У зв'язку з цим особливу увагу слід приділяти державному обліку й санітарно-епідеміологічному нагляду, обґрунтуванню розрахунків відповідних санітарно-захисних зон та зон обмеження забудови, складанню санітарних паспортів на радіотехнічні об'єкти та іншим питанням.

Ці показники (нами розроблені) та метод питомої участі, який дає високонадійні оцінки, доцільно використовувати при створенні і аналізі інформаційних систем, призначених для дослідження і регулювання соціально-екологічних проблем у регіонах.

Таблиця 5. Перевищення фактичного стану захворювання над можливим у регіонах України за 2006–2011 рр.

Групи за рівнем захворюваності%	Області	Питома вага стану захворюваності, %		Відхилення фактичного від можливого	
		фактичний	можливий	абсолютне	відносне, %
I – <10	Закарпатська, Чернівецька, Миколаївська, Луганська, Вінницька	3,49	3,34	0,15	4,4
II – 10-20	Івано-Франківська, Донецька	9,14	8,03	1,10	13,7
III – 20-30	Сумська, Хмельницька	2,80	2,26	0,54	23,7
IV – 30-40	Волинська, Чернігівська, Кіровоградська, Одеська, Житомирська	3,15	2,34	0,80	34,3
V – > 40	Херсонська, Львівська, АР Крим, Рівненська (56,1%)	3,49	2,35	1,14	48,5
	Україна	3,94	3,24	0,70	21,6

Джерело: власні дослідження.

Література:

1. Тарасова В.В. Кореляційний аналіз стану охорони здоров'я населення України / В.В. Тарасова, І.М. Ковалевська // Економіка АПК. — 2012. — № 12. — С. 105—109.
2. Ковалевська І. М. Статистичне оцінювання впливу екологічних факторів на соціально-економічне становище в Україні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. економ. наук: спец. 08.00.10 "Статистика" / І.М. Ковалевська. — Київ, 2013. — 20 с.
3. Тарасова В.В. Фактори впливу на стан здоров'я населення / В.В. Тарасова, І.М. Ковалевська // Вісник ЖНАЕУ. — 2012. — № 2, т. 1. — С. 287—292.
4. Тарасова В. В. Взаємовідносини довкілля і суспільства: статистичний аналіз / В.В. Тарасова, І.М. Ковалевська // Система державної статистики в Україні: сучасний стан, проблеми, перспективи: зб. тез. доп. X Міжн. конф. з нагоди Дня працівників статистики. — К.: НАСОНА, 2012. — С. 35—38.
5. Тарасова В.В. Статистичний аналіз взаємовідносин довкілля і суспільства / В.В. Тарасова, І.М. Ковалевська // НАСОНА, зб. наук. праць. — К.: НАСОНА, 2012. — С. 67—74.
6. Тарасова В.В. Екологічна статистика: курс лекцій / В.В. Тарасова, Н.О. Парфенцева, І.М. Ковалевська. — Житомир: ЖНАЕУ, 2012. — 142 с.
7. Тарасова В.В. Екологічна статистика. Теоретичні основи та лабораторний практикум на базі комп'ютерних технологій програми МО Excel: підручник / В.В. Тарасова, Н.О. Парфенцева, І.М. Ковалевська. — К.: Центр навчальної літератури, 2013. — 295 с.
8. Тарасова В. В. Метод питомої участі при комплексній оцінці сукупних ресурсів / В.В. Тарасова // АгроІнКом. — 2007. — № 3—4. — С. 56—59.

Стаття надійшла до редакції 30.07.2013 р.