

## СЕКЦІЯ 1 СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 911.3.30

Барановський М.О.,  
доктор географічних наук, професор,  
завідувач кафедри географії  
*Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя*

Барановська О.В.,  
кандидат географічних наук, доцент,  
доцент кафедри географії  
*Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя*

Гребень А.О.,  
аспірант природничо-географічного факультету  
*Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя*

### **ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ І ЗАХВОРЮВАНІСТЬ НАСЕЛЕННЯ: МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ЗАЛЕЖНОСТІ ТА РЕГІОНАЛЬНИХ ВІДМІННОСТЕЙ**

У статті продемонстровано можливості використання регресійного аналізу для оцінки впливу забрудненості компонентів природи на захворюваність населення. На основі 17 показників у розрізі адміністративних районів Житомирської області встановлено вибіркового характеру впливу стану забрудненості окремих компонентів довкілля на кількісні характеристики та особливості поширення окремих видів захворюваності населення. Виявлено, що серед екологічних характеристик найсуттєвіший вплив на захворюваність населення у Житомирській області мають такі показники, як щільність викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на 1 км<sup>2</sup> та утворення відходів I–IV класів небезпеки. За формулами регресійної залежності визначено ймовірні зміни показників захворюваності в разі зростання чи зменшення параметрів стану довкілля.

**Ключові слова:** медико-географічні дослідження, забруднення довкілля, захворюваність населення, поширеність хвороб, регресійний аналіз.

В статье раскрыты возможности использования регрессионного анализа для оценки влияния загрязненности компонентов природы на заболеваемость населения. На основании 17 показателей в разрезе административных районов Житомирской области установлен избирательный характер влияния загрязненности отдельных компонентов окружающей среды на количественные характеристики и особенности распространения отдельных видов заболеваемости населения. Установлено, что среди экологических характеристик наиболее существенное влияние на заболеваемость населения в Житомирской области имеют такие показатели, как плотность выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на 1 км<sup>2</sup> и образование отходов I–IV классов опасности. По формулам регрессионной зависимости определены возможные изменения показателей заболеваемости в случае увеличения или уменьшения параметров состояния окружающей среды.

**Ключевые слова:** медико-географические исследования, загрязненность окружающей среды, заболеваемость населения, распространенность болезней, регрессионный анализ.

### **Baranovskyi M.O., Baranovska O.V., Hreben A.O. ENVIRONMENTAL POLLUTION AND POPULATION MORBIDITY: MATHEMATIC AND STATISTICAL APPROACHES TO ESTIMATE DEPENDENCE AND REGIONAL DIFFERENCES**

The article demonstrates the possibility of using regression analysis to assess the influence of nature components pollution on the morbidity of population. The selective nature of the impact of the pollution condition of certain environment components on the quantitative characteristics and the peculiarities of distribution of certain types of population morbidity is determined on the basis of 17 indicators in the



context of the administrative districts of Zhytomyr region. It was revealed that among the ecological characteristics such indicators as the density of pollutants emissions in the air per 1 km<sup>2</sup> and the formation of waste of I-IV classes of danger have the most significant impact on the population morbidity in Zhytomyr region. According to the regression dependence formulas, probable changes in the morbidity rate in case of growth or decrease of environmental parameters are defined.

**Key words:** medical-geographical research, environmental pollution, population morbidity, prevalence of diseases, regression analysis.

**Постановка проблеми.** Немає сумнівів у тому, що стан довкілля, забрудненість окремих компонентів природи можуть мати суттєвий вплив на захворюваність населення, перебіг окремих видів хвороб, регіональні особливості їхнього поширення тощо. Про це зазначається в роботах багатьох науковців – медиків, соціологів, екологів, суспільних географів. Водночас питання об'єктивної оцінки впливу стану довкілля на поширення та перебіг окремих видів захворюваності населення лишається відкритим. Досить часто у наукових публікаціях висновки про вплив забруднення довкілля на захворюваність населення базуються лише на порівняльному аналізі динаміки відповідних показників, що не завжди правильно. У більш ґрунтовних дослідженнях із даної проблематики для оцінки взаємозалежності показників забруднення довкілля і захворюваності населення використовується кореляційний аналіз. Він дає загальне уявлення про наявність взаємозв'язку між показниками, про направленість (пряму чи зворотну) та силу взаємодії між ними. Однак за допомогою кореляційного аналізу неможливо оцінити, як кількісно зміняться, наприклад, показники захворюваності населення в разі збільшення чи зменшення показників забруднення довкілля. Ця обставина визначає необхідність використання більш сучасних методів наукового пошуку, які базуються на існуючих програмних продуктах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наукові розвідки у царині медичної географії в останні роки набувають все більшого поширення, що пов'язано, по-перше, з гуманізацією суспільної географії, яка зумовила зміщення акцентів дослідження з виробничих процесів на окремі аспекти життєдіяльності населення, по-друге, необхідністю аналізу впливу екологічних чинників на стан здоров'я населення, кількісні показники якого постійно погіршуються. Окремо варто вказати на те, що значна

частина території України зазнала радіоактивного забруднення, механізм впливу якого на здоров'я населення до кінця не пізнаний.

Перші ґрунтовні дослідження медико-географічного характеру з'явилися в Україні у 80-х роках ХХ ст. Їхня активізація була зумовлена, насамперед, зростанням уваги з боку громадськості до показників захворюваності населення країни після аварії на ЧАЕС. Фундаментальні праці у царині медичної географії належать В. Барановському [2], В. Гуцуляку [6; 7], В. Шевченку [15] та Л. Шевчук [16].

У ХХІ ст. обсяг публікацій з медичної географії має пульсуючий характер. Їхній пік припадає на чергові круглі дати роковин аварії на ЧАЕС, хоча в останні роки він набуває все більш системного та сталого характеру. Водночас вплив стану довкілля на захворюваність населення аналізується або під час оцінки чинників, що зумовлюють особливості останнього [4; 8; 10; 11], або є окремим аспектом дослідження в разі комплексного вивчення, наприклад, соціальної безпеки [18] чи якості життя населення [5; 12]. Загалом, в Україні домінують медико-географічні дослідження на рівні її регіонів [3; 8; 14; 17]. Окремо варто відзначити ґрунтовне монографічне дослідження науковців Сумського державного педагогічного університету [9].

Як уже зазначалося, у більшості наукових праць з медичної географії основним методичним підходом для оцінки взаємозалежності між показниками стану довкілля та захворюваністю населення виступає кореляційний аналіз. Із його допомогою було виявлено наявність прямого взаємозв'язку між викидами забруднюючих речовин і захворюваністю населення на органи дихання у Херсонській області [10], між якістю питної води і вродженими аномаліями розвитку у Чернівцях [7], між забрудненням ґрунтів цезієм-137 та ендокринними хворобами у Сумській області [9] тощо. Залучення інших, більш точних методів оцінки

таких залежностей, зокрема регресійного аналізу, зустрічається значно рідше. Прикладом може слугувати його використання для оцінки, наприклад, внутрішньої дози опромінення населення від споживання радіаційно забруднених продуктів харчування [1]. Активне застосування регресійного аналізу в медико-географічних дослідженнях суттєво посилить достовірність їхніх результатів і сприятиме зростанню значущості географічної науки.

**Постановка завдання.** Головною метою даного дослідження є тестування можливостей використання регресійного аналізу для оцінки впливу показників забрудненості компонентів природного середовища на захворюваність населення.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Регресійний аналіз є одним із різновидів математико-статистичних методів дослідження, які широко використовуються у багатьох науках для виявлення причинно-наслідкових зв'язків. Він входить до стандартного пакету програми STATISTICA. Переваги регресійного аналізу полягають у тому, що він дозволяє, по-перше, встановити формульну залежність між різними показниками, по-друге, оцінювати вплив на індикатори захворюваності населення багатьох показників одночасно, по-третє, визначити на скільки зміняться зна-

чення показників захворюваності населення у разі зміни показників, які характеризують екологічну ситуацію.

Формула множинної регресії має такий вигляд:  $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + \varepsilon$ , де  $b_1, b_2, \dots, b_n$  – коефіцієнти регресії за відповідних показників,  $b_0$  – вільний член рівняння регресії.

Першим і важливим етапом використання регресійного аналізу є відбір відповідних показників. Ця процедура відбувалася з урахуванням логіки дослідження і передбачала підбір таких показників, які, по-перше, відповідно презентують блоки «Стан довкілля» і «Захворюваність населення», по-друге, мають між собою очевидні чи латентні зв'язки, по-третє, зібрані у розрізі адміністративних районів. У даному дослідженні територією для аналізу було обрано Житомирську область, яка зазнала забруднення у результаті аварії на ЧАЕС, а джерельну базу склали дані статистичних довідників цього регіону [13]. З урахуванням можливостей збору статистичної інформації до наукового аналізу було залучено 17 показників (табл. 1), вісім з яких характеризують захворюваність населення, дев'ять – відображають стан забрудненості компонентів довкілля.

Під час проведення регресійного аналізу перші почергово виступали як залежні змінні,

Таблиця 1

**Перелік показників забруднення довкілля та захворюваності населення Житомирської області**

<b>Показники захворюваності населення Житомирської області на різні види хвороб, випадків на 100 тис. осіб</b>	<b>Показники, що характеризують стан забрудненості довкілля</b>
Загальна захворюваність населення ( $Y_1$ )	Забруднення території хімічними засобами захисту рослин, тис. т ( $X_1$ )
Хвороби ендокринної системи ( $Y_2$ )	Обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, тис. т ( $X_2$ )
Хвороби нервової системи ( $Y_3$ )	Щільність викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, кг на 1 км <sup>2</sup> ( $X_3$ )
Хвороби системи кровообігу ( $Y_4$ )	Щільність викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, кг на особу ( $X_4$ )
Хвороби органів дихання ( $Y_5$ )	Обсяги викидів діоксиду вуглецю, т ( $X_5$ )
Хвороби органів травлення ( $Y_6$ )	Обсяги скидання забруднених вод у природні водні об'єкти, тис. м <sup>3</sup> ( $X_6$ )
Злоякісні новоутворення ( $Y_7$ )	Забруднення території цезієм-137 понад 1 Кі/км <sup>2</sup> , тис. га ( $X_7$ )
Контингент хворих на злоякісні новоутворення ( $Y_8$ )	Забруднення території стронцієм-90 понад 0,02 Кі/км <sup>2</sup> , тис. га ( $X_8$ )
	Утворення відходів I–IV класів небезпеки, т ( $X_9$ )



другі – як предиктори (чинники впливу). Технологічно застосування регресійного аналізу передбачає три варіанти використання показників – стандартний, із включенням і виключенням показників. У даному дослідженні використувався другий варіант, який передбачає покрокове включення до регресійного аналізу окремих показників. Статистично значущими вважалися лише ті показники з переліку предикторів, які відповідали рівню достовірності  $p\text{-level} \geq 0,95$ . Відповідно до кількості показників захворюваності населення було побудовано вісім рівнянь регресії. Це дало можливість визначити, по-перше, перелік показників, які впливають на окремі види захворюваності населення, по-друге, встановити направленість і силу їхньої дії.

Як показали результати регресійного аналізу, далеко не всі показники забруднення довкілля мають хоч якийсь вплив на показники захворюваності населення Житомирської області. Так, у рівняннях регресії жодного разу статистично значущими не виявилися такі показники, як забруднення території хімічними засобами захисту рослин ( $X_1$ ), загальні обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря ( $X_2$ ), обсяги викидів діоксиду вуглецю ( $X_5$ ) та забрудненість території стронцієм-90 ( $X_8$ ). Усі інші індикатори забрудненості довкілля мають певний вплив на показники захворюваності населення. Найбільш часто у рівняннях регресії зустрічаються два показники – щільність викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на 1 км<sup>2</sup> ( $X_3$ ) та утворення відходів I–IV класів небезпеки ( $X_9$ ).

Результати регресійного аналізу (табл. 2) дають підстави стверджувати, що більшість видів захворюваності населення Житомирської області зумовлене дією лише одного показника.

Наприклад, загальна захворюваність залежить від обсягів викидів стічних вод, ендокринної системи – від забруднення території цезієм-137, нервової системи – від обсягів відходів I–IV рівнів небезпеки, контингенту хворих на новоутворення – від щільності викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. У рівнянні регресії, де залежною змінною виступав показник захворюваності населення на органи травлення, не виявилось жодного статистично значущого індикатора. Лише один показник захворюваності – хвороби системи кровообігу – залежить від дії відразу трьох чинників. Отримані результати хоча і частково, проте підтвердили висновки, отримані науковцями під час проведення подібних досліджень в інших регіонах України. Так, у Сумській області розвиток хвороб ендокринної системи, зокрема зобу, значною мірою залежить від забрудненості ґрунтів цезієм-137 [9, с. 142].

Переваги регресійного аналізу полягають у тому, що він дає можливість визначити, на скільки зміняться показники захворюваності у разі збільшення, наприклад, викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря чи зростання радіоактивного забруднення території. Так, зростання викидів забруднюючих речовин у поверхневій воді на 1 тис. м<sup>3</sup> призведе до зростання загальної захворюваності на 57,3 випадків на 100 тис. осіб. За аналогією,

Таблиця 2

**Результати регресійного аналізу залежності між окремими показниками захворюваності населення та забрудненості довкілля у розрізі районів Житомирської області**

Рівняння регресійної залежності
$Y_1 = 162269,7 + 57,3X_6$
$Y_2 = 7903,104 + 87,454X_7$
$Y_3 = 4913,926 + 0,028X_9$
$Y_4 = 54501,69 + 252,74X_4 - 0,62X_3 + 0,10X_7$
$Y_5 = 31286,1 + 20,32X_6 - 0,10X_9$
$Y_5$ – значущі зв'язки відсутні
$Y_7 = 315,6544 + 0,0062X_3 - 0,8340X_7$
$Y_8 = 2009,173 + 0,040X_3$

Розраховано авторами за даними [13].

можна стверджувати, що збільшення території, забрудненої цезієм-137 понад  $1 \text{ Ki}/\text{km}^2$ , може зумовити збільшення на 87,54 випадки захворювань ендокринної системи.

Під час дослідження було виявлено і деякі суперечливі результати, трактування яких потребує додаткового аналізу. Йдеться, насамперед, про ймовірне зменшення показників захворюваності населення у разі зростання рівня забрудненості компонентів природи. Відповідно до формул регресійної залежності, зростання щільності викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря призведе до деякого скорочення захворюваності населення на хвороби системи кровообігу (0,62 випадки), збільшення кількості відходів I–IV класів небезпеки – до скорочення захворюваності органів дихання (0,1). Несподіваною виглядає залежність, за якою збільшення забруднення території цезієм-137 зумовить скорочення загальної захворюваності населення на новоутворення (0,83 випадки на 100 тис. осіб). Такі результати не вписуються у загально визнані норми залежності між показниками захворюваності населення та забрудненості території. Це стосується і показників так званих радіаційно залежних хвороб, адже значна частина території Житомирської області зазнала радіоактивного забруднення у результаті аварії на ЧАЕС. Підтвердженням неоднозначності отриманих на основі використання регресійного аналізу результатів може слугувати оцінка динаміки та просторових особливостей поширення окремих видів захворюваності населення Житомирської області. Така оцінка показала, що в регіоні сформувалися значні міжрайонні відмінності у показниках захворюваності населення на різні види хвороб. Водночас виявити певні закономірності у їхній поширеності практично неможливо. Інколи сусідні райони, які мають майже подібні показники стану довкілля, можуть посідати полярні позиції у рейтингу територій за рівнем захворюваності населення. Райони, які мають найбільше радіаційне забруднення, далеко не завжди вирізняються аналогічними за величиною показниками захворюваності. Подібні особливості та певні суперечливі моменти були виявлені під час проведення аналогічних досліджень і в інших регіонах України.

Однак отримані на основі використання регресійного аналізу результати не спростовують поширеної думки про вплив показників стану довкілля, у т. ч. і радіаційного забруднення, на здоров'я населення. Цей вплив безперечно є, але він по-різному проявляється для великих і малих доз радіації, для різних територій і видів захворюваності. Більш достовірні результати можна отримати, якщо досліджувати лише те населення, яке проживає на забруднених територіях. Очевидно, що на зростання рівня захворюваності населення від онкологічних та інших видів хвороб впливають і вікова структура мешканців, зокрема зростання частки осіб старших вікових груп, і споживання населенням дарів лісу (гриби, ягоди). Суттєвого розширення потребує і перелік показників, які характеризують стан довкілля, рівень забрудненості окремих компонентів природи. У даному випадку бажано спиратися не лише на дані статистичних довідників, які в останні роки стають все обмеженішими, а й на результати польових досліджень. Зрештою, отримані результати не ставлять під сумнів доцільність використання математико-статистичних методів для аналізу взаємозв'язків, які виникають у складних соціально-економічних системах. Результати, отримані на основі їхнього використання, є найбільш достовірними та об'єктивними, навіть за наявності окремих суперечливих моментів.

**Висновки з проведеного дослідження.** Проведена на прикладі Житомирської області з використанням регресійного аналізу оцінка впливу стану довкілля на показники захворюваності населення дає підстави сформулювати такі висновки.

1. Різні показники забрудненості компонентів природи мають неоднаковий та різновекторний вплив на характеристики захворюваності населення. На матеріалах Житомирської області було встановлено, що такі показники, як забруднення території хімічними засобами захисту рослин, загальні обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та забрудненість території стронцієм-90 практично не впливають на інтенсивність захворюваності населення та поширеність різних видів хвороб. Найсуттєвіший вплив на останні мають показники щільності викидів забрудню-



ючих речовин в атмосферне повітря на 1 км<sup>2</sup> та утворення відходів I–IV класів небезпеки.

2. Більшість видів захворюваності населення Житомирської області детермінуються дією лише одного екологічного показника. Так, захворюваність ендокринної системи залежить від забруднення території цезієм-137, нервової системи – від обсягів відходів I–IV рівнів небезпеки, контингенту хворих на новоутворення – від щільності викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Лише хвороби системи кровообігу залежать від дії відразу трьох чинників.

3. Відповідно до формул регресійної залежності можливим є навіть зменшення, наприклад, загальної захворюваності населення на новоутворення в разі зростання забрудненості території цезієм-137. Такі, на перший погляд, алогічні результати вказують не стільки на неефективність методики, скільки на недосконалість показників, за якими ведеться статистична звітність. Відсутність необхідних показників, особливо на низовому рівні, унеможливує виявлення глибинних взаємозв'язків між станом довкілля і захворюваністю населення. Отримані неоднозначні, а почасти і суперечливі результати не ставлять під сумнів доцільність використання регресійного аналізу для такого виду наукових досліджень.

Стала негативна динаміка показників захворюваності населення як в Україні, так і в Житомирській області, зумовлює потребу у подальших наукових дослідженнях у царині медичної географії. Пошук шляхів покращення ситуації вимагає від представників суспільної географії виявлення глибинних механізмів впливу стану довкілля на захворюваність населення, усунення їхньої негативної дії з метою стабілізації демографічної ситуації та підвищення тривалості життя населення країни.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Агеева Т.М. Роль радиозкологических факторов в формировании доз внутреннего облучения сельских жителей территории радиоактивного загрязнения / Т.М. Агеева Т.М., Т.И. Чегерова, А.В. Щур, Т.П. Шапшеева // Экологический вестник: научно-практический журнал. – 2010. – № 2(12). – С. 48–57.
2. Барановський В.А. Медико-географічний атлас / В.А. Барановський, К.Г. Пироженко, В.О. Шевченко. – К.: Зелений світ, 1995. – 32 с.
3. Баркова Г.А. Територіальна організація медичної системи Харківської області та шляхи її вдоско-

налення: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.02 «Економічна та соціальна географія» / Г.А. Баркова. – К., 2007. – 19 с.

4. Батиченко С.П. Суспільно-географічне дослідження соціально-економічних факторів захворюваності населення України // Економічна та соціальна географія. – 2013. – Вип. 2(67). – С. 82–88.

5. Гукалова І.В. Якість життя населення України: суспільно-географічна концептуалізація / І.В. Гукалова. – К.: Інститут географії НАН України, 2009. – 347 с.

6. Гуцуляк В.М. Загальна медична географія світу: [монографія] / В.М. Гуцуляк, Г.Л. Нечипоренко, В.О. Шевченко. – К., 1998. – 178 с.

7. Гуцуляк В.М. Медична географія. Екологічний аспект: [навчальний посібник] / В.М. Гуцуляк. – Чернівці: Рута, 2008. – 132 с.

8. Дем'янчук І.П. Конструктивно-географічні засади медико-географічних досліджень Тернопільської області: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.11 «Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів» / І.П. Дем'янчук. – Київ., 2017. – 20 с.

9. Корнус О.Г. Територіально-нозологічна структура захворюваності населення Сумської області: [монографія] / О.Г. Корнус, О.А. Корнус, В.Д. Шишук. – Суми: СумДПУ, 2015. – 172 с.

10. Молікевич Р.С. Стан здоров'я населення Херсонської області (медико-географічне дослідження): автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.02 «Економічна та соціальна географія» / Р.С. Молікевич. – Київ, 2016. – 20 с.

11. Муха К.П. Медико-екологічна оцінка поселенських геосистем Чернівецької області: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.11 «Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів» / К.П. Муха. – Чернівці, 2008. – 20 с.

12. Покляцький С. Екологічна складова умов життя населення великих міст України / С. Покляцький // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Географія. – 2015. – № 1. – С. 188–196.

13. Окремі показники здоров'я населення та діяльності галузі охорони здоров'я Житомирської області у 2013–2014 роках / Статистичний довідник. – Житомир: управління охорони здоров'я, 2015. – 114 с.

14. Романів О.Я. Медико-географічні основи здоров'я дитячого населення (на матеріалах Хмельницької області): автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.02 «Економічна та соціальна географія» / О.Я. Романів. – Львів, 2003. – 16 с.

15. Шевченко В.А. Медико-географическое картографирование территории Украины: [монография] / В.А. Шевченко. – Киев: Наук. думка, 1994. – 158 с.

16. Шевчук Л.Т. Основи медичної географії / Л.Т. Шевчук – Львів: Світ, 1997. – 167 с.



17. Шиян Д.В. Територіальні особливості захворюваності населення м. Кривий Ріг як центру старопромислового регіону: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.02 «Економічна та соціальна географія» / Д.В. Шиян. – Харків, 2012. – 20 с.

18. Штельмах О.О. Супільно-географічні аспекти соціальної безпеки регіонів України: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.02 «Економічна та соціальна географія» / О.О. Штельмах. – Київ, 2006. – 18 с.