

УДК 504.75.05:504.3.054

Товстуха І.О.

аспірант кафедри економіки та бізнес-адміністрування  
Сумського державного університету**КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЗВ'ЯЗКУ  
МІЖ ВИКИДАМИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ  
ТА РІВНЕМ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НАСЕЛЕННЯ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ****CORRELATION ANALYSIS OF THE RELATION  
BETWEEN MOTOR VEHICLE EMISSIONS AND LEVEL OF MORBIDITY  
OF THE POPULATION OF SUMY REGION****АНОТАЦІЯ**

У статті проведено кореляційно-регресійний аналіз зв'язку між викидами автомобільного транспорту та захворюваністю населення хворобами респіраторної системи в Сумській області. При цьому розраховано рівняння парної регресії, коефіцієнти еластичності та кореляції. Проаналізовано динаміку випадків онкологічних захворювань в Сумській області. Визначено способи покращення екологічної ситуації в регіоні та перспективи подальших досліджень у цьому напрямі.

**Ключові слова:** викиди, забруднення, автотранспорт, захворюваність населення, кореляційно-регресійний аналіз, альтернативні джерела енергії.

**АННОТАЦИЯ**

В статье проведен корреляционно-регрессионный анализ связи между выбросами автомобильного транспорта и заболеваемостью населения болезнями дыхательной системы в Сумской области. При этом рассчитаны уравнение парной регрессии, коэффициенты эластичности и корреляции. Проанализирована динамика случаев онкологических заболеваний в Сумской области. Определены способы улучшения экологической ситуации в регионе и перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

**Ключевые слова:** выбросы, загрязнение, автотранспорт, заболеваемость населения, корреляционно-регрессионный анализ, альтернативные источники энергии.

**ANNOTATION**

In the article, a correlation and regression analysis of the relation between motor vehicle emissions and level of respiratory disease morbidity of the population in Sumy region is conducted. At the same time, paired regression equation, coefficients of elasticity and correlation are calculated. A dynamic of cases of oncological diseases in Sumy region is analysed. Directions for improvement of the ecological situation in the region and prospects for further research in this area are determined.

**Key words:** emissions, pollution, motor transport, population morbidity, correlation and regression analysis, alternating sources.

**Постановка проблеми.** У зв'язку зі швидким зростанням автомобільного транспорту, особливо у великих містах, зростає валовий викид шкідливих речовин з вихлопними газами. Згідно з даними Міністерства інфраструктури автомобільна транспортна система України станом на 2015 рік налічує більше 9,2 млн. транспортних засобів, зокрема 6,9 млн. легкових автомобілів, близько 250 тис. автобусів, 1,3 млн. вантажних автомобілів, понад 840 тис. од. мототранспорту [1].

Забруднення викидами автомобільного транспорту – одна з причин підвищеної захворюваності населення. В масштабах країни частка транспорту в сумарних викидах забруднюючих

речовин в атмосферу від усіх джерел досягає 45%, у викидах парникових газів – приблизно 10%, у масі промислових відходів – 2%, у скиданнях шкідливих речовин зі стічними водами – приблизно 3%, у споживанні речовин, що руйнують озон, – приблизно 5% [1, с. 161-162].

Відповідно до статті 361 Угоди про Асоціацію України з Європейським Союзом [3] основними цілями співпраці України з ЄС є збереження, захист, поліпшення і відтворення якості навколишнього середовища, захист громадського здоров'я, раціональне використання природних ресурсів та заохочення заходів на міжнародному рівні, спрямованих на вирішення регіональних і глобальних проблем довкілля.

Екологічному аспекту Угоди в Україні приділяють значно менше уваги, ніж політичним та економічним питанням. Напрямок охорони навколишнього середовища включає в себе значну кількість актів ЄС і впливає на суміжні області, такі як енергетика, транспорт, а також на дуже велику кількість інших сфер. Тому від виконання Україною своїх зобов'язань в екологічній сфері залежить подальша співпраця з ЄС.

До пріоритетів екологічної політики Сумської області належить забезпечення сприятливого стану навколишнього середовища як необхідної умови гідної якості життя та здоров'я населення [4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту присвячені праці таких вчених, як Р.О. Гончар, О.В. Конціялов, С.Ф. Разанов, В.О. Темніков, О.П. Ткачук, І.К. Шаша. Основою дослідження стали праці, присвячені аналізу зв'язку між викидами автотранспорту та захворюваністю населення, а саме роботи таких науковців, як Ю.С. Кушнірук, І.Г. Маркович, І.Ф. Маркович, Л.М. Скорина.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Незважаючи на достатню кількість наукових публікацій з цієї проблематики, відсутні дослідження зв'язку між викидами оксиду вуглецю, діоксиду сірки, діоксиду азоту автомобільним транспортом та рівнем захворюваності населення хворобами респіраторної системи саме в Сумській області.

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). Метою дослідження є здійснення кореляційного аналізу зв'язку між викидами автомобільного транспорту та захворюваністю населення хворобами респіраторної системи в Сумській області.

Поставлена мета передбачає вирішення таких завдань:

– з'ясувати вплив викидів автотранспорту на здоров'я населення;

– провести кореляційно-регресійний аналіз зв'язку між викидами шкідливих речовин автомобільним транспортом та захворюваністю населення хворобами респіраторної системи в Сумській області;

– обґрунтувати напрями зменшення викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом.

Основним методом дослідження в роботі обрано кореляційно-регресійний аналіз, що дасть змогу визначити те, наскільки значним є вплив обсягів викидів автотранспорту на рівень захворюваності населення. Було розраховано коефіцієнт кореляції, що дає змогу виявити рівень зв'язку між факторною та результативними ознаками за лінійної залежності. Він знаходиться у діапазоні  $0 \leq R \leq 1$ , чим ближче  $R$  до 1, тим тісніше кореляційний зв'язок між ознаками.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Автомобільні транспортні засоби викидають в атмосферу понад 200 шкідливих компонентів, основними з яких є нетоксичні діоксид вуглецю ( $\text{CO}_2$ ) і водяна пара ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Проте, крім них, в атмосферу потрапляють і шкідливі речовини, такі як, зокрема, оксид вуглецю, оксиди сірки, азоту, сполуки свинцю, важких металів, сажа, вуглеводні, канцерогенні і мутагенні сполуки, незгорілі частки палива.

За рік один легковий автомобіль забирає з атмосфери 4 350 кг кисню, а замість нього викидає 3 250 кг вуглекислого і 530 кг чадного газу, 90-150 кг незгорілих вуглеводів, 40 кг оксидів азоту, 1 кг свинцю. Неправильне керування транспортними засобами призводить до збільшення викидів  $\text{CO}$  та  $\text{C}_n\text{H}_m$  на 25-30%,  $\text{NO}_x$  – на 15% [5, с. 21].

Оксид вуглецю чинить токсичну дію на організм людини, що пов'язано зі зміною складу крові і ураженням нервової системи. Щодо діоксиду азоту, то він утворюється в процесі спалювання і завжди супроводжується оксидом азоту. Двоокис азоту здатний порушувати цілісність мембран клітин. За короткострокового впливу може виявлятися схильність до підвищення ризику респіраторних захворювань, а за високих концентрацій можуть виникати гострі запальювальні процеси дихальних шляхів у здорових людей [6, с. 21].

Дослідження проведено на основі даних Центра медичної статистики Міністерства охорони здоров'я України та Головного управління статистики у Сумській області (табл. 1). Таким чином, були проаналізовані такі дані за 2007-2015 роки:

– захворюваність населення хворобами респіраторної системи в Сумській області (на 100 тис. осіб);

– випадки онкологічних захворювань в Сумській області (на 100 тис. осіб);

– обсяги викидів забруднюючих речовин (оксиду вуглецю, діоксиду сірки, діоксиду азоту) в атмосферне повітря автомобільним транспортом.

Таблиця 1

Вихідні дані дослідження

| Роки | Захворюваність населення хворобами респіраторної системи (на 100 тис. осіб) | Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря автомобільним транспортом, тис. т |                                 |                                 |
|------|---|--|---------------------------------|---------------------------------|
|      |   | Оксид вуглецю ( $\text{CO}$ )  | Діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ ) | Діоксид азоту ( $\text{NO}_2$ ) |
| 2010 | 21 872,5  | 40,3   | 0,3                             | 3,8                             |
| 2011 | 21 632,4  | 36,1   | 0,3                             | 3,6                             |
| 2012 | 20 376  | 34,4   | 0,3                             | 3,6                             |
| 2013 | 20 930  | 31,7   | 0,3                             | 3,5                             |
| 2014 | 20 177  | 29,3   | 0,3                             | 3,1                             |
| 2015 | 21 015  | -  | -                               | -                               |

Джерело: складено автором на основі [7; 8]

Важливо зазначити, що під час експлуатації автотранспорту в атмосферу з вихлопними газами та випарами з паливних систем потрапляє ароматичний вуглеводень бензопірен ( $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$ ). Він належить до речовин першого класу небезпеки, тобто має надзвичайно високий вплив на навколишнє середовище, при цьому зміни, викликані ними, незворотні.

Бензопірен – хімічно і термічно стійкий канцероген. Він володіє властивостями біоакмуляції, тобто накопичується в біомасі екосистеми. Крім канцерогенної, бензапірен чинить мутагенну, ембріотоксичну, гепатотоксичну дію.

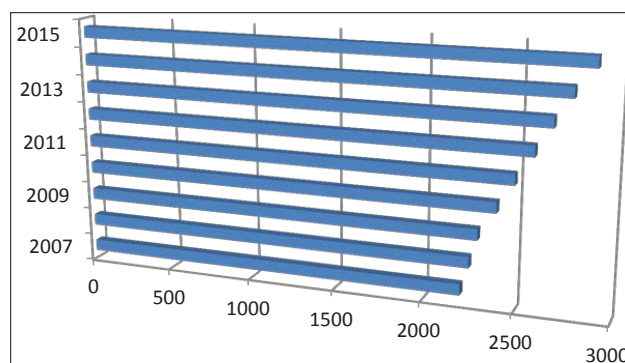


Рис. 1. Випадки онкологічних захворювань в Сумській області протягом 2007-2015 років (на 100 тис. осіб)

Джерело: побудовано автором на основі [8]

Згідно з даними Центра медичної статистики Міністерства охорони здоров'я України кількість випадків онкологічних захворювань в Сумській області невинно зростає (рис. 1). Так, у 2015 році на 100 тис. осіб зареєстровано

но 2 879 випадків, що більше на 23,4%, ніж у 2007 році, та майже на 45%, ніж у 1990 році.

Нині немає можливості провести кореляційний аналіз залежності обсягів викидів бензопірену від пересувних джерел та кількості випадків онкологічних захворювань в Сумській області з причини відсутності достовірних статистичних даних.

Відповідно до вихідних даних можна говорити про відсутній зв'язок між викидами діоксиду сірки (SO<sub>2</sub>) та захворюваністю населення Сумської області. Оскільки кількість зафіксованих викидів SO<sub>2</sub> в регіоні не змінювалася протягом 2010-2014 років, на відміну від випадків захворювання населення хворобами органів дихання.

Для характеристики кореляційного зв'язку між ознаками було розраховано рівняння парної регресії – перший етап кореляційно-регресійного аналізу.

Таким чином, теоретична залежність кількості випадків захворювання населення хворобами респіраторної системи від обсягу викидів

забруднюючих речовин в атмосферне повітря автомобільним транспортом в Сумській області має такий вигляд:

- для оксиду вуглецю (CO):  
 $Y = 15887,94 + 0,149x$ ;
- для діоксиду азоту (NO<sub>2</sub>):  
 $Y = 13218,38 + 2,21x$ .

Тобто зі збільшенням викидів CO та NO<sub>2</sub> на 1 тис. т кількість випадків захворювання збільшується на 0,149 та 2,21 відповідно.

При цьому було розраховано коефіцієнти еластичності. На підставі цього коефіцієнта можна дійти висновку, що зі збільшенням викидів CO та NO<sub>2</sub> на 1% випадки захворювання населення зростають на 0,24% та 0,37% відповідно.

Другим етапом кореляційно-регресійного аналізу є розрахунок коефіцієнта кореляції, в рамках якого дають оцінку щільності (тісноти) зв'язку факторної та результативної ознак.

Виявлено тісний зв'язок між викидами оксиду вуглецю (рис. 2) та діоксиду азоту (рис. 3) в атмосферне повітря автомобільним

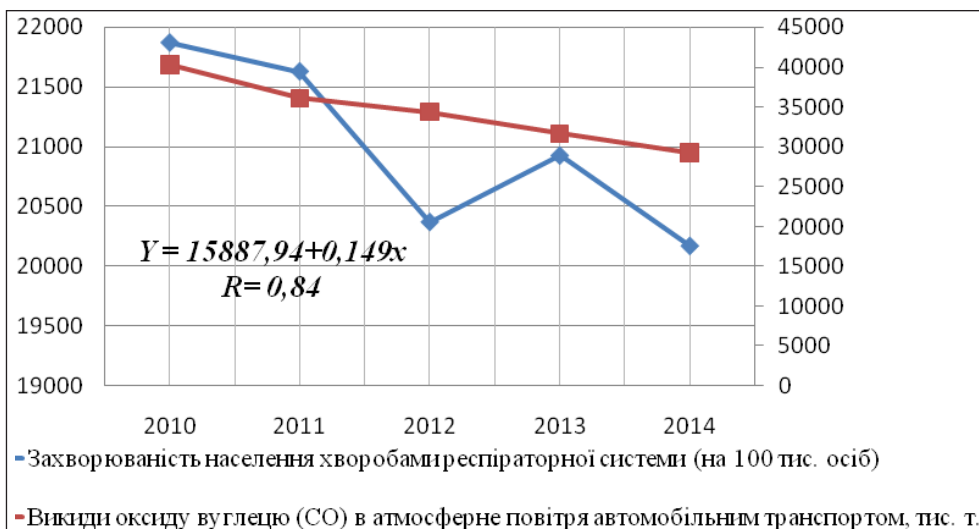


Рис. 2. Щільність зв'язку між викидами оксиду вуглецю автомобільним транспортом та захворюваністю населення

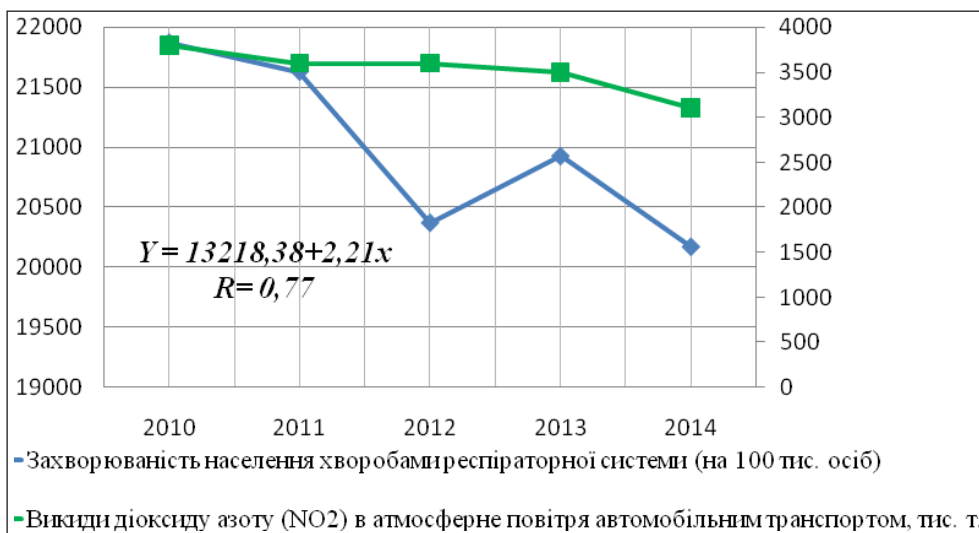


Рис. 3. Щільність зв'язку між викидами діоксиду азоту автомобільним транспортом та захворюваністю населення

транспортом та рівнем захворюваності населення хворобами респіраторної системи в Сумській області. Коефіцієнти кореляції становлять  $R_{CO} = 0,84$  та  $R_{NO_2} = 0,77$  ( $R$  наближається до одиниці).

Варто зазначити, що Угода про асоціацію між Україною та ЄС, підписана в Брюсселі в 2014 році, закріпила раніше прийняті зобов'язання в рамках Європейського енергетичного співтовариства (24 вересня 2010 року). А саме Україна взяла на себе зобов'язання відповідати високим європейським стандартам використання відновлювальних джерел енергії.

Відповідно до вимог директиви № 2009/28/ЄС про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлювальних джерел, було затверджено Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. Він передбачає, що частка енергії, отриманої з відновлюваних джерел енергії, в загальній структурі енергоспоживання країни до 2020 року повинна досягти 11%.

Навіть за умови використання біопалива як добавки до бензину істотно зменшується частка викидів у довкілля шкідливого свинцю, вуглеводнів та метанолу. Вміст сірки в біодизелі в 10 разів менший, ніж у дизельному паливі. Кількість викидів шкідливих сполук і твердих частинок за використання біодизеля зменшується на 20-25% порівняно з дизельним паливом, а чадного газу – на 10-12%, викиди сірки зменшуються на 98%, сажі – на 50-61%, гідрокарбонатів та вуглекислих монооксидів – на 30-34%, диму – в 2 рази, CO – на 7,2%, вуглеводнів – на 1,9%, діоксиду сірки – на 75% [9, с. 159].

**Висновки.** Проведений кореляційний аналіз свідчить про високий ступінь впливу викидів автомобільного транспорту на здоров'я населення, а саме на рівень хвороб респіраторної системи. Беручи до уваги вище перераховані факти, можна стверджувати, що для зменшення негативного впливу автотранспорту на здоров'я населення регіону необхідно впроваджувати використання альтернативних видів палива. Таким чином, це дасть змогу зменшити обсяги викидів шкідливих речовин, покращити рівень якості

життя та здоров'я населення, а також дотримуватися зобов'язання України перед світовим співтовариством. Перспективи подальших досліджень у цьому напрямі полягають в обґрунтуванні еколого-економічної ефективності впровадження альтернативних джерел енергії в Сумській області.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту Міністерства інфраструктури України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-pogaluzi-avtomobilnogo-transportu.html>
2. Шаша І.К. Методика оцінки екологічного ризику від забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом / І.К. Шаша, О.В. Конціялов // Право і безпека. – 2009. – № 3. – С. 160-163.
3. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/984_011)
4. Програма охорони навколишнього природного середовища Сумської області на 2016-2018 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://sm.gov.ua/images/docs/programa/programma\\_eco.pdf](http://sm.gov.ua/images/docs/programa/programma_eco.pdf)
5. Удосконалення системи транспортно-екологічного моніторингу автомобільного транспорту Національної гвардії України / [І.К. Шаша, Р.О. Гончар, В.О. Темніков] // Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. – 2016. – Вип. 1. – С. 20-24.
6. Скорина Л.М. Вплив викидів автотранспорту на розвиток хвороб органів дихання у Вінницькій області / Л.М. Скорина, А.В. Нагорна // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – № 6. – С. 20-23.
7. Статистичний щорічник Сумської області за 2014 рік / ред. Л.І. Олехнович; відповід. ред. Г.М. Берестовська. – Суми: Голов. упр. стат. у Сум. обл., 2015. – 544 с.
8. Статистичні дані Центра медичної статистики Міністерства охорони здоров'я України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://medstat.gov.ua/ukr/statreports.html>
9. Разанов С.Ф. Порівняльний аналіз викидів забруднюючих речовин у повітря традиційними енергоносіями та різними видами біопалива / С.Ф. Разанов, О.П. Ткачук // Сільське господарство та лісівництво. – 2015. – № 1. – С. 152-160.