

УДК 519.2:504

## ЕКОНОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НАСЕЛЕННЯ ВІД СТАНУ ЕКОНОМІКИ ТА ЯКОСТІ ПОВІТРЯ

Погодаєв Д.В. студент, [pogodiv03@gmail.com](mailto:pogodiv03@gmail.com), НУ «ЗП»  
Бакурова А.В. проф. кафедри САОМ, [abaka111060@gmail.com](mailto:abaka111060@gmail.com), НУ  
«ЗП»

Аналіз взаємозв'язку між станом економіки, якістю повітря та захворюваністю населення ускладнюється в умовах сучасних конфліктів, коли військові дії можуть призвести до серйозних наслідків для якості атмосферного повітря та, відповідно, для здоров'я громадян.

Мета роботи полягає в побудові економетричних моделей для аналізу впливу стану економіки та якості повітря на захворюваність населення, а також розгляд проблем, які ускладнюють аналіз впливу якості повітря на здоров'я населення в умовах війни.

Вплив військових дій на стан довкілля: Воєнні дії супроводжуються інтенсивними руйнуваннями, що може призводити до пожеж, вибухів та інших подій, що значно забруднюють повітря. Руйнування інфраструктури може вивільняти шкідливі речовини та забруднюючі частки, що має дійсний вплив на якість атмосферного повітря. Загроза для здоров'я населення: Забруднене повітря внаслідок військових конфліктів стає фактором, який підвищує ризик респіраторних захворювань, алергій, серцево-судинних захворювань та інших проблем здоров'я серед населення. Обмежений доступ до медичної допомоги: Воєнні конфлікти можуть призводити до обмеженого доступу до медичних закладів, а також втрати медичного обладнання та ресурсів. Це робить населення більш вразливим до ефектів погіршення якості повітря.

В даному контексті важливо враховувати ускладнення, які призводять до обмеженого доступу до даних що необхідні для моделювання, аналізу та прогнозування. Але проблема чистого повітря в індустріальних регіонах була завжди актуальною і в довоєнні часи. Тому в даній роботі для аналізу були відібрані доступні відкриті дані про стан захворюваності, економіки та повітря в довоєнні часи, а саме в період з 2011 року по 2017 рік та частково відомі окремі показники по 2023р.

Дуже мало досліджень вивчають зміни якості повітря під час війни. Крім того, вони фокусуються на одному забруднювачі, головним чином РМ. Наприклад, кількісна оцінка ризиків передчасної смертності, пов'язаної зі збільшенням рівнів РМ10 через Війну в Перській затоці 1991–1992 років проводиться в роботі [1], та аналіз відповідного спаду у виробництві сонячної енергії – в роботі. Крім того, наскільки відомо нам, немає

досліджень впливу недавніх воєн на якість повітря. Якість повітря можна вимірювати або за допомогою одного показника, такого як концентрація PM<sub>2,5</sub>, або за допомогою складних індексів, які враховують різні визначаючі фактори якості повітря, включаючи PM<sub>2,5</sub>, а також інші чинники. Проаналізуємо дані якості повітря в Запоріжжі за показником PM<sub>2,5</sub> до війни та під час [2]. Як можна помітити (рис. 1-2) під час війни забруднення досить впало, що може свідчити про значне зменшення виробництв заводів.

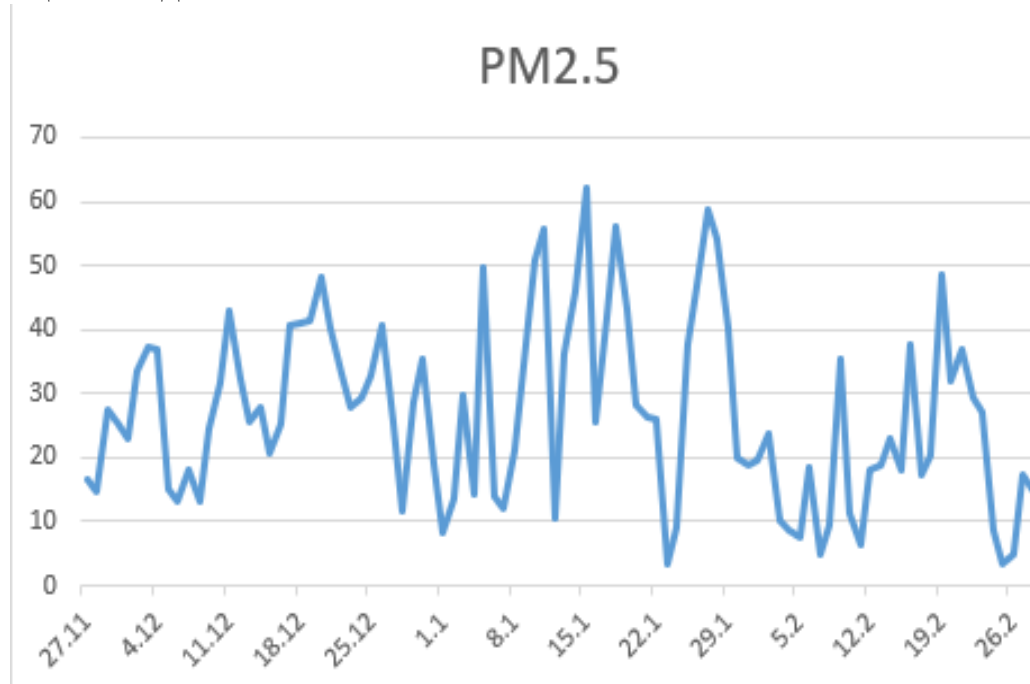


Рисунок 1 – Якість повітря до війни в Запоріжжі(2019-2020)

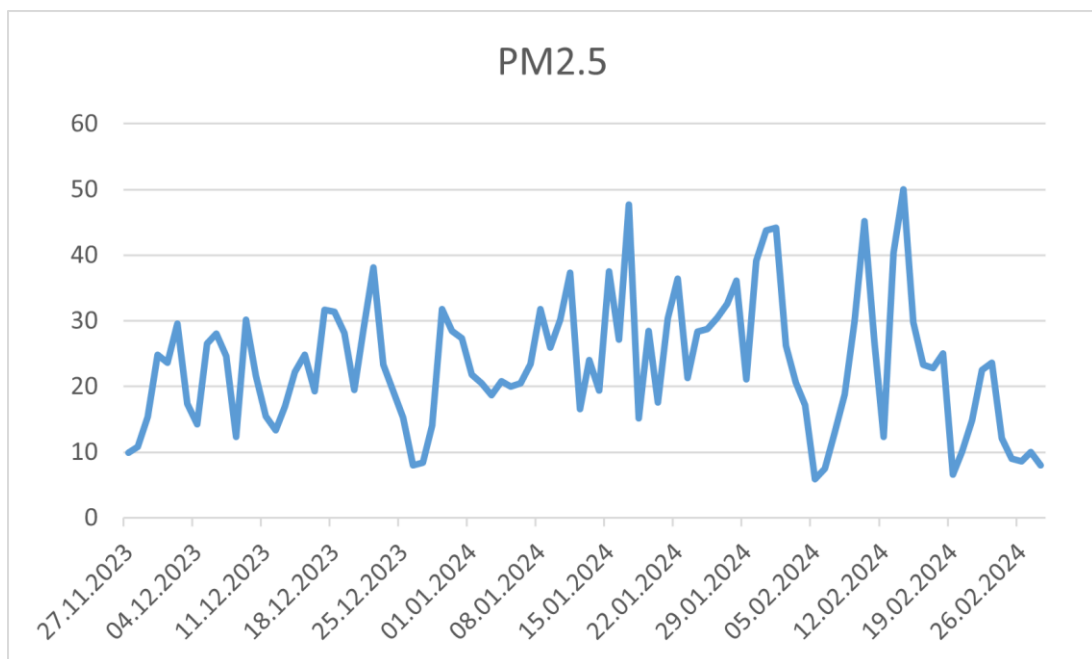


Рисунок 2 – Якість повітря під час війни в Запоріжжі

Проаналізуємо дані за 2011-2023 роки про VVP – внутрішній валовий продукт, robsila – кількість робочої сили(тис. осіб), budgOZ – річний бюджет виділений на Міністерство Охорони здоров'я, VZR – викиди забруднюючих речовин(умовних одиниць), hvori – кількість зареєстрованих випадків захворювань(тис.), vidndzer - Загальне постачання відновлюваної енергії [3-4].

Табл. 1 – Вихідні дані для подальшої обробки

рік	ВВП	Роб.сила	Бюдж.ОЗ	ВЗР	хворі	Відн.Дж.
2011	1 300,00	20 893	7,5	4374,6	32381	2514
2012	1 404,70	20 851,20	7	4335,3	31162	2476
2013	1 465,20	20 824,60	10	4295,1	31024	3166
2014	1 586,90	19 920,90	8,5	3350	26881	2797
2015	1 988,50	18 097,90	11,4	2857,4	26789	2700
2016	2 385,40	17 955,10	12,1	3078,1	27361	3616
2017	2 981,20	17 854,40	16,4	2584,9	26615	3907
2018	3 560,30	17 939,50	26,5	2508,3		4303
2019	3 977,20	18 066	39,5	2459,5		4335
2020	4 222,00		116,4	2238,6		5687

Для економетричного аналізу будемо використовувати програмне забезпечення GRETЛ [3]. Розглянемо різні можливі комбінації залежностей.

$$hvori = 1,84e4 + 1,57 * vvp - 0,516 * robsila + 361 * budgOZ + 5,54 * VZR - 1,93 * vidndzer \quad (1)$$

$$hvori = 2,13e4 + 0,195 * vvp - 0,630 * robsila + 169 * budgOZ + 5,00 * VZR \quad (2)$$

$$hvori = 1,01e4 + 2,17 * vvp + 333 * budgOZ + 4,89 * VZR - 2,03 * vidndzer \quad (3)$$

$$hvori = 2,31e4 + 492 * budgOZ + 5,44 * VZR - 1,54 * vidndzer - 0,721 * robsila \quad (4)$$

$$hvori = -7,53e3 + 103 * budgOZ - 0,289 * vidndzer + 1,81 * robsila + 0,530 * vvp \quad (5)$$

$$VZR = 4,56e + 03 + 2,06 * budg + 0,255 * vidndzer - 0,930 * vvp \quad (6)$$

$$VZR = 4,37e + 03 - 0,960 * vvp + 0,345 * vidndzer \quad (7)$$

$$\text{budg} = -108 + 0,0424 * \text{vidndzer} + 0,00353 * \text{VZR} - 0,0116 * \text{vvp} \quad (8)$$

$$\text{budg} = -92,3 - 0,0149 * \text{vvp} + 0,0437 * \text{vidndzer} \quad (9)$$

$$\text{budg} = -128 + 0,0345 * \text{vidndzer} + 0,00965 * \text{VZR} \quad (10)$$

Порівняємо значення R-квадрат, p-value та мінімальне p-value змінних (окрім константи).

Табл. 2 Критерії якості побудованих моделей

формула	R-квадрат	p-value	Min p-value
1	0,9942	0,1283	0,2234
2	0,9556	0,0867	0,0938
3	0,9762	0,0468	0,0298
4	0,9760	0,0472	0,0494
5	0,7525	0,4336	0,3777
6	0,8079	0,0143	0,0644
7	0,8065	0,0031	0,0310
8	0,7931	0,0177	0,0592
9	0,7916	0,0041	0,0301
10	0,7842	0,0046	0,0068

**Висновок.** Для всіх моделей R-квадрат має досить велике значення, це значить що кожна з них має велику пояснювальну силу. P-value досить мале у 3, 4, 6, 7, 8, 9 та 10 моделях, значить вони мають достатній рівень значущості. Щодо мінімальне p-value змінних (окрім константи) то можна сказати що показники лише у 3, 4, 7, 9 та 10 мають високу значимість для моделі. Загалом, результати нашого економетричного дослідження не лише підтверджують взаємозв'язки між станом економіки, якістю повітря та захворюваністю, але також вказують на потенційні напрямки для розробки ефективних стратегій покращення громадського здоров'я в майбутньому.

Наукова новизна полягає в подальшому розвитку економетричного моделювання та вдосконалення стратегій мінімізації негативних впливів на здоров'я населення в умовах війни. Практична цінність отриманих результатів викликана необхідністю розробки ефективних стратегій моніторингу та заходів для зменшення впливу воєнних дій на якість повітря та забезпечення безпеки здоров'я громадян.

## Список використаних джерел

1. White, R.H.; Stineman, C.H.; Symons, J.M.; Breysse, P.N.; Kim, S.R.; Bell, M.L.; Samet, J.M. Premature Mortality in the Kingdom of Saudi Arabia Associated with Particulate Matter Air Pollution from the 1991 Gulf War. Hum. Ecol. Risk Assess. 2008, 14, 645–664.
2. Якість повітря у всьому світі, [електронний ресурс], <https://aqicn.org/station/ukraine-zaporizhzhia-mahistral-embarkment/#/z/12.8>
3. Державна служба статистики України, [електронний ресурс], <https://ukrstat.gov.ua/>
4. Офіційний вебпортал парламенту України, [електронний ресурс], <https://zakon.rada.gov.ua/laws>
5. GRETl software, [електронний ресурс], <https://gretl.sourceforge.net/>

УДК 519.7

## ВІДНОВЛЕННЯ ДАНИХ В ЗАДАЧАХ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Подковаліхіна О.О., к. ф.-м. н., доцент, [epodkvalihina@gmail.com](mailto:epodkvalihina@gmail.com), НУ  
«Запорізька політехніка»

Аналіз якості атмосферного повітря сьогодні є одним з актуальних питань [1-3]. Небезпечними для людини та навколишнього природного середовища є тверді частинки – particulate matter (PM). Вплив PM може призвести до серйозних наслідків для здоров'я. Для аналізу стану атмосферного повітря важливо мати дані за кожен місяць. Дані з певних причин вимірюються не систематично і можуть бути відсутні за один або декілька місяців, тому актуальною є задача відновлення даних з мінімальною похибкою [3,4].

Для аналізу якості атмосферного повітря були використані дані зі станції моніторингу, яка знаходиться у місті Запоріжжя за адресою бульвар Центральний 22А (дані з <https://waqi.info/uk/#/c/7.058/8.869/2.4z>). Для дослідження були використані середньодобові значення твердих частинок PM<sub>2,5</sub>. Оскільки дані за кожен день протягом трьох років вимірювались не систематично, було розраховано середньомісячні значення (табл. 1).