
ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

УДК 502/504+502.3/.7

ОГЛЯД МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОВІТРЯНИЙ БАСЕЙН

Чугай А.В., Шапочка М.О.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
вул. Змієнка Всеволода, 2, 65082, м. Одеса
avchugai@ukr.net

Вплив стаціонарних і пересувних джерел забруднення, ведення бойових дій на території України формують сумарне техногенне навантаження на повітряний басейн. Проблема формування високих рівнів навантаження є особливо гострою для урбанізованих територій. Важливим фактором є вибір методики, яка найкраще відповідає вихідним умовам і задачам дослідження. Мінімізація техногенного навантаження на складові довкілля, в тому числі і на повітряний басейн, є однією з основних передумов забезпечення сталого розвитку в регіонах України. На сьогодні в Україні не існує єдиного підходу для вирішення подібних задач. Методики, які використовуються для оцінки техногенного навантаження на повітряний басейн, значно різняться. Для оцінки використовуються різні показники, параметри та оціночні шкали. У роботі виконана спроба апробації оцінки рівня техногенного навантаження на повітряний басейн на основі розрахунку показника небезпечності структури викидів для міст Одеської області по чотирьох основних забруднюючих речовинах. Для більшості міст Одеської області найбільшу небезпеку справляють викиди NO_2 . З урахуванням класу небезпеки забруднюючих речовин мінімальна небезпека відзначається по викидах CO , який відноситься до 4 класу небезпеки. На основі отриманих даних запропоновано градації показника небезпечності структури викидів по трьох групах. У переважній більшості всі міста Одеської області можна віднести до 1-ої і 2-ої груп. Визначено, що важливою складовою є саме внесок окремої забруднюючої речовини у загальні показники обсягів викидів (отримані високі показники небезпечності структури викидів у деяких містах області порівняно з обласним центром). Для більш детальної оцінки необхідно мати повну інформацію щодо структури викидів у населених пунктах, що може у подальшому бути основою для розробки ефективних природоохоронних заходів щодо поліпшення стану атмосферного повітря в регіонах. *Ключові слова:* повітряний басейн, техногенне навантаження, методи оцінки, небезпека структури викидів.

Review of methodological approaches to assessing the technogenic load on the air basin. Chugai A., Shapochka M.

The impact of stationary and mobile sources of pollution and military operations on the territory of Ukraine form the total technogenic load on the air basin. The problem of high levels of load is particularly important for urbanized areas. An important factor is the choice of a methodology that best suits the initial conditions and objectives of the study. Minimizing the technogenic load on the environment, including the air basin, is one of the main prerequisites for sustainable development in the regions of Ukraine. Today, there is no single approach to solving such problems in Ukraine. Methods used to assess the technogenic load on the air basin vary considerably. Different indicators, parameters, and evaluation scales are used for the assessment. The article presents an attempt to test the assessment of the level of technogenic load on the air basin based on the calculation of the hazardousness index of the emission structure for the cities of Odesa region for four main pollutants. For most cities of Odesa oblast, NO_2 emissions pose the greatest danger. Taking into account the hazard class of pollutants, the minimum hazard is observed for CO emissions, which belongs to the 4th hazard class. Based on the data obtained, we propose gradations of the hazardousness indicator of the emission structure into three groups. In the vast majority of cases, all cities in Odesa region can be attributed to groups 1 and 2. It is determined that an important component is the contribution of a particular pollutant to the total emissions (high indicators of the hazardousness of the emissions structure in some cities of the region compared to the regional center). In order to make a more detailed assessment, it is necessary to have complete information on the structure of emissions in settlements, which can then serve as a basis for developing effective environmental measures to improve the state of the air in the regions. *Key words:* air basin, technogenic load, assessment methods, hazard of emission structure.

Постановка проблеми. Атмосферне повітря є невичерпним природним ресурсом, якість якого суттєво впливає на здоров'я населення. На формування рівня забруднення повітря, впливають, які відомо, дві основні групи джерел викидів – стаціонарні і пересувні. З початком повномасштабних військових дій в Україні суттєвим додатковим дже-

релом впливу є ведення бойових дій. Всі перелічені фактори формують сумарне техногенне навантаження на повітряний басейн.

Актуальність дослідження. Оцінка рівня техногенного навантаження на повітряний басейн є важливою задачею сучасності. Результати оцінки можуть бути використані як основа для розробки

низки природоохоронних заходів, спрямованих на поліпшення стану довкілля, в тому числі і повітряного басейну. Проблема формування високих рівнів навантаження є особливо гострою для урбанізованих територій. Для ефективної оцінки також важливим є вибір методики, яка найкраще відповідає вихідним умовам і задачам дослідження.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Відповідно до «Стратегії сталого розвитку України до 2030 року. Проект – 2017» [1], Указу Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» [2], однією з основних передумов забезпечення сталого розвитку в регіонах України є підтримання довкілля в належному стані з метою забезпечення якісного життя та благополуччя теперішнього і майбутніх поколінь. Виконання даного завдання можливе лише шляхом мінімізації техногенного навантаження на складові довкілля, в тому числі і на повітряний басейн.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методи оцінки техногенного навантаження на повітряний басейн та їх практичне застосування є безпосередньо предметом наукових досліджень авторів. У науковій і методичній літературі зустрічається значна кількість робіт, присвячених аналізу і оцінці техногенного впливу на повітряний басейн різних регіонів України. Перелік методик, які використовуються, значно різняться. Так, у навчальному виданні [3] запропоновано для оцінки техногенного навантаження використовувати дві групи індикаторів – деструктивної і конструктивної дії, тобто саме показники впливу і заходи щодо зниження впливу. Також одним з відомих показників оцінки є коефіцієнт безпеки підприємства (КНП), який дозволяє виконати оцінку як для одного підприємства, так і отримати узагальнені результати по місту в цілому [4]. Автором роботи запропоновано розраховувати модуль техногенного навантаження на повітряний басейн ($M_{\text{пб}}$) [5]. У роботі [6] авторами запропоновано комплексний показник для оцінки екологічної безпеки підприємств. Складовою показника є інтегральний коефіцієнт екологічної шкоди, який відображає умовну середню екологічну шкоду довкіл्लю від господарської діяльності підприємства і враховує показники викидів забруднюючих речовин (ЗР), або скидів ЗР, або утворення відходів. У роботі [7] виконано оцінку техногенного навантаження на певну територію за трьома показниками, серед яких один показник – це щільність викидів ЗР в атмосферне повітря. Також важливою складовою для багатьох регіонів є оцінка впливу транспортних систем на стан атмосферного повітря. Подібний аналіз виконаний у роботі [8] на прикладі Полтавської області.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Наведено огляд методичних підходів до оцінки рівня техногенного навантаження на пові-

тряний басейн. На сьогодні в Україні не існує єдиного підходу для вирішення подібних задач. Кожен з розглянутих методів використовує різні показники, параметри та оціночні шкали.

Методологічне або загальнонаукове значення. Виконана спроба апробації оцінки рівня техногенного навантаження на повітряний басейн на основі розрахунку показника небезпечності структури викидів (НСВ) для міст Одеської області, запропонованого у роботі [9]. Показник розглядається як додатковий для проведення комплексної оцінки техногенного впливу від стаціонарних джерел. Розраховується за формулою:

$$\text{НСВ} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_i}{\text{ГДКС}_{\text{д}_i}} \right)^{\alpha_i}, \quad (1)$$

де q_i – обсяг викиду i -ої речовини, т, який чисельно дорівнює значенню її

частки у структурі викидів (сума значень q_i у структурі викидів становить:

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = 1;$$

n – кількість ЗР, які викидаються підприємством [9].

Запропонований показник розраховується для кожного підприємства окремо. Проте НСВ використовується в тому числі для інтегральної оцінки з урахуванням КНП, який дозволяє провести узагальнення по місту в цілому.

Викладення основного матеріалу. Було виконано оцінку показника НСВ для міст Одеської області за період 2012 – 2021 рр. Для оцінки були використані дані Регіональних доповідей про стан навколишнього середовища в Одеській області [10], а також надані офіційно матеріали Головного управління статистики в Одеській області щодо викидів ЗР в атмосферне повітря від стаціонарних джерел.

Аналіз проводився по 6 містах Одеської області. Враховуючи, що інформація по викидах всіх ЗР не була представлена в повному обсязі, розрахунок проводився для 4 основних ЗР – пил, SO_2 , NO_2 , CO . Результати розрахунку показника НСВ наведено на рис. 1.

Аналіз представленого рисунку показує, що для більшості міст (Одеса, Чорноморськ, Південне, Теплодар) найбільшу небезпеку справляють викиди NO_2 . У містах Ізмаїл і Біляївка найбільшу небезпеку справляли викиди SO_2 . Якщо враховувати клас безпеки ЗР, то фактично мінімальна небезпека відзначається по викидах CO , який відноситься до 4 класу безпеки. Інші 3 ЗР відносяться до 3 класу безпеки і сумарно формують переважну небезпеку за обсягами викидів. Слід також відзначити, що для м. Теплодар фактично весь період буди відсутні дані по викидах пилу та SO_2 (2013 – 2021 рр.). Також обмеженими були дані по викидах ЗР у м. Біляївка.

Також було проаналізовано розподіл значень НСВ для окремих міст Одеської області (табл. 1).

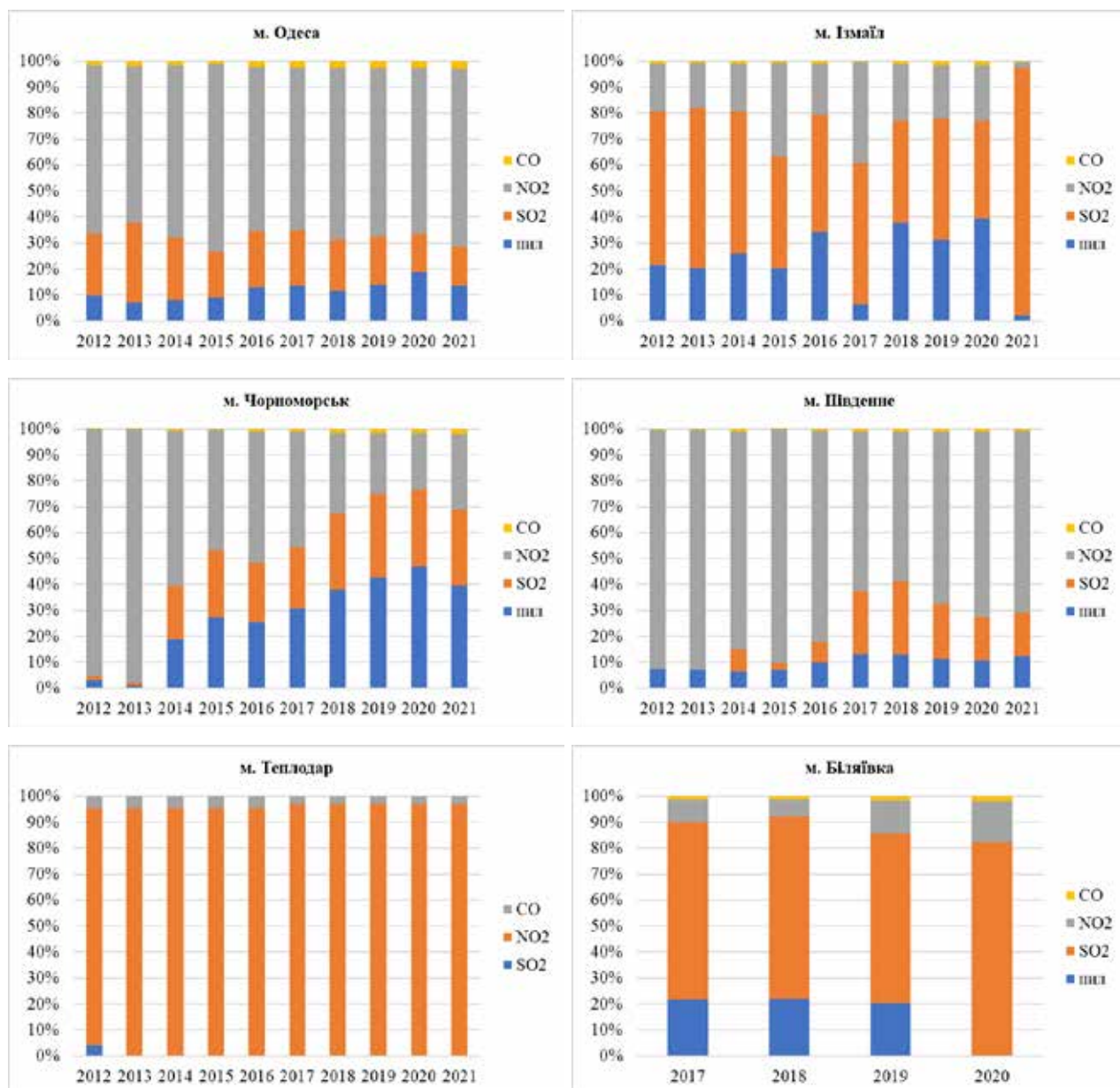


Рис. 1. Розрахунок небезпеки структури викидів для міст Одеської області

Таблиця 1

Динаміка зміни показника НСВ по окремих містах Одеської області

Рік	м. Одеса	м. Ізмаїл	м. Чорноморськ	м. Південне	м. Теплодар	м. Біляївка
2012	10,71	11,49	21,62	17,60	6,38	
2013	10,44	11,85	23,69	17,81	6,37	
2014	10,55	10,42	12,78	15,18	6,24	
2015	13,20	12,32	12,46	19,19	6,32	
2016	8,92	9,59	11,33	14,63	6,35	
2017	8,61	17,48	10,73	12,88	8,59	9,59
2018	7,90	8,28	8,02	13,02	8,46	9,46
2019	8,18	8,40	7,64	14,00	8,59	9,22
2020	7,56	7,88	7,46	14,00	8,42	10,53
2021	7,76	17,84	7,59	14,01	8,75	

Слід відзначити, що автор роботи [9] вказував на відсутність прямих залежностей між *КНП* та *НСВ*. Специфіка розрахунку *НСВ*, на наш погляд полягає саме у врахуванні складу викидів з урахуванням класу небезпеки речовин.

З урахуванням отриманих даних нами всі результати розрахунків умовно були розподілені на три групи: 1 – $НСВ \leq 10$; 2 – $10 < НСВ \leq 20$; 3 – $НСВ > 20$. Так, виходячи із запропонованої градації, у переважній більшості всі міста Одеської області можна віднести до 1-ої і 2-ої груп. Виключення складають значення *НСВ* для м. Чорноморськ у 2012 – 2013 рр., що обумовлено високими показниками викидів NO_2 . Також слід звернути увагу на досить високі отримані показники у містах Ізмаїл, Чорноморськ, Південне порівняно з обласним центром – м. Одеса. Це може свідчити про те, що незважаючи на абсолютні значення обсягів викидів ЗР, важливою складовою є саме внесок окремої ЗР у загальні показники викидів.

Головні висновки. У роботі було виконано огляд методичних підходів до оцінки техногенного навантаження на повітряний басейн, а також проаналізовано науково-методичну літературу і публікації, присвячені оцінці навантаження в окремих регіонах України. Розглянуто показник небезпеки структури викидів як альтернативу для оцінки впливу стаціонарних джерел і складову інтегральної оцінки впливу промисловості на стан повітряного басейну. В результаті виконаного дослідження можна зробити такі висновки:

1. Перелік методик, які використовуються для оцінки техногенного навантаження на повітряний басейн, значно різняться. Кожен з методів використовує різні показники, параметри та оціночні шкали.

2. Виконана спроба апробації оцінки рівня техногенного навантаження на повітряний басейн на основі розрахунку показника *НСВ* для міст Одеської області, який розглядається як додатковий для проведення комплексної оцінки техногенного впливу від стаціонарних джерел.

3. Для більшості міст Одеської області найбільшу небезпеку справляють викиди NO_2 . З урахуванням класу небезпеки ЗР мінімальна небезпека відзначається по викидах CO , який відноситься до 4 класу небезпеки.

4. На основі отриманих даних запропоновано градації *НСВ*. У переважній більшості всі міста Одеської області можна віднести до 1-ої і 2-ої груп (виключення – м. Чорноморськ у 2012 – 2013 рр. за рахунок високих показників викидів NO_2). Незважаючи на абсолютні значення обсягів викидів ЗР, важливою складовою є саме внесок окремої ЗР у загальні показники обсягів викидів.

Отримані результати представляють певний методичний інтерес. Проте для більш детальної оцінки необхідно мати повну інформацію щодо структури викидів у населених пунктах, що може у подальшому бути основою для розробки ефективних природоохоронних заходів щодо поліпшення стану атмосферного повітря в регіонах.

Література

1. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року. Проект – 2017. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ua/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf (дата звернення: 13.07.2025).
2. Указ Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (дата звернення: 13.07.2025).
3. Прищеп А.М., Вознюк Н.М., Брежицька О.А., Стецюк Л.М., Ковальчук Н.С., Буднік З.М. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Екологічна безпека регіонів» для студентів спеціальності 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» денної та заочної форм навчання. Рівне: НУВГП, 2018. 55 с.
4. Сафранов Т.А., Адаменко Я.О., Приходько В.Ю., Шаніна Т.П., Чугай А.В., Колісник А.В. Системний аналіз якості навколишнього середовища. Підручник. Одеса: Екологія, 2015. 244 с.
5. Чугай А.В. Науково-методологічні засади комплексної оцінки техногенного навантаження на поліфункціональні території (на прикладі Північно-Західного Причорномор'я): автореф. дис. д-ра техн. наук: 21.06.01. Київ, 2020.
6. Радевич Т.В., Ночовна Ю.О., Самбурська Н.І. Моделювання інтегрального показника загального рівня екологічної безпеки підприємства. *Економічний аналіз*. 2017. Т. 27. № 2. С. 182 – 191.
7. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О. Оцінка рівня техногенного навантаження Житомирської області. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. № 1 (58). Т. 1. С. 39 – 48.
8. Пасенко А.В., Солошич І.О. Інновації екологічного управління автотранспортною системою урбоєкосистем з метою зниження техногенного навантаження на атмосферу. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 8. С. 269 – 278.
9. Горський А. Оцінка техногенного впливу стаціонарних джерел забруднення на стан повітряного басейну Київської агломерації. *Економіка природокористування і сталий розвиток*. 2021. Вип. 9. С. 72 – 79.
10. Департамент екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації. URL: <https://ecology.od.gov.ua/zvity/> (дата звернення: 10.07.2025).

Дата першого надходження рукопису до видання: 18.07.2025

Дата прийняття до друку рукопису після рецензування: 25.08.2025

Дата публікації: