

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЧИННИКІВ УРБАНІЗАЦІЇ НА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО СЕРЕДОВИЩА В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ**К. А. Васютинська, С. В. Барбашев**

Державний університет «Одеська політехніка»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9800-1033>; <https://orcid.org/0000-0001-5446-153X>

Стаття присвячена оцінюванню особливостей забруднення атмосфери в різних за урбогенним навантаженням регіонах України індикаторним методом. Показано, що за період 1995 – 2020 роки урбанізаційний процес в цілому по країні позначився на скороченні в 1,8 разів питомих показників викидів від стаціонарних джерел. Відзначена тенденція збільшення транспортних емісії за останні чотири роки. Проведений порівняльний аналіз викидів від стаціонарних та пересувних джерел забруднення повітря за даними 2020 р. в адміністративних областях України різного рівня урбогенного навантаження. Визначені коефіцієнти урбогенного забруднення атмосферного середовища регіонів стаціонарними джерелами. Встановлений зв'язок між параметрами екологічної урбанізації регіонів та означеними коефіцієнтами. Зроблені висновки щодо практичного значення кількісного оцінювання впливу міст на екологічну безпеку атмосферного середовища для підвищення ефективності природоохоронних заходів і удосконалення управління безпекою повітряного середовища.

Ключові слова: урбанізація, індикатор, забруднення атмосфери, джерело викидів.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Серед поширених «хвороб» урбанізації однією з наднебезпечних є забруднення атмосфери викидами від стаціонарних та пересувних джерел. Забруднюючі речовини (ЗР) внаслідок сухого та мокрого осадження викликають деградацію «зеленого» та «блакитного» покриву великих територій, які знаходяться під екологічним впливом господарської діяльності міст.

Підвищення небезпеки повітряного простору урбанізованих територій обумовлює перш за все зростання рівня захворюваності та смертності населення від хвороб дихальної, серцево-судинної, імунної систем, новоутворень. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), 90 % загальної населення планети дихає забрудненим повітрям [1]. Вразливість дітей ще суттєвіша – ризики здоров'ю і розвитку існують для 1,8 млрд. дітей (93 % від загальної чисельності). Тільки в 2016 року 600000 з них померли від гострих інфекцій нижніх дихальних шляхів викликаних атмосферними забрудненнями.

Перетворення кількісних та якісних параметрів атмосфери нерозривно пов'язані із кліматичними змінами, оскільки мають спільне джерело – отримання енергії та спалювання вуглецевого палива. В дослідженнях авторів робіт [2–4] простежується сполучення між атмосферними викидами, якістю повітря та такими небезпечними явищами як шторми, повені, аномальна спека, що обумовлені змінами регіонального та глобального клімату. Експерти ВООЗ прогнозують [5], що в період 2030 – 2050 рр. додаткова смертність внаслідок глобального потепління та його наслідків буде складати не менш 250 тис. людей за рік.

Забруднення повітря густионаселених міських агломерацій не обмежується місцевими ефектами. Забруднюючі речовини переносяться на величезні, до тисяч кілометрів, відстані і вносять значний вклад в загальне фонове забруднення атмосфери. За даними авторів роботи [2], середня відстань перенесення аерозолів, в тому числі дрібнодисперсних твердих часток ТМ_{2,5} від крупних міст та промислових центрів складає до 200 км, а транспортні емісії розповсюджуються значно далі, чверть з них може перевищувати 2000 км [6].

Загалом, максимальні негативні наслідки змін якості атмосферного середовища характерні для найбільш урбанізованих промислових центрів. За індексом забруднення міст Європи (Pollution Index), який щорічно показує інтернет-база даних numbeo.com [7], м. Дніпро займає 6 місце (Pollution Index 80,98), м. Київ – 23 (Pollution Index 65,36), м. Одеса – 31 (Pollution Index 63,11), м. Харків – 44 (Pollution Index 55,85), м. Львів – 49 (Pollution Index 52,11).

В Україні широко проводяться дослідження щодо визначення стану повітряного басейну міст. Визначені особливості забруднення атмосферного середовища в Полтавській [8], Одеській, Миколаївській, Херсонській [9] областях. Вивчення впливу екологічного навантаження викидів крупних промислово-транспортних об'єктів техносфери проведено на прикладі окремих міст, таких як м. Черкаси [10], м. Одеса [11], м. Кременчук [12] тощо. Підвищенні ризики неканцерогенного забруднення атмосфери виявлені для міст Донецько-Придніпровського економічного макрорайону (Харківська та Дніпропетровська області) з великою кількістю металургійних та машинобудівних підприємств [13]. Авторами роботи [14] проведено ранжування міст України за найбільш розповсюдженими ЗР. Показано, що максимальне перевищення ГДК за завислими речовинами і монооксидом вуглецю спостерігалось станом на 2015 р. в містах розташування підприємств вугільної та горно-збагачувальної промисловості (м. Донецьк, Макіївка, Лисичанськ та інші), за двооксидом азоту – в м. Київ, а за формальдегідом – в м. Одеса. Але, як доречно відмічене автором роботи [15], тільки 8 % міських населених пунктів охоплено моніторингом якості атмосферного повітря, а системи їх визначення на урбанізованих територіях мають суттєві організаційно-технічні недоліки. Розроблений в роботі [16] підхід візуалізації даних за результатами спостережень, диференційоване представлення інформації в «пошаровій» структурі інформаційно-аналітичної системи дозволяє удосконалити організацію моніторингу атмосфери саме на муніципальному рівні, що дуже важливо в умовах

сучасного екологічного законодавства та підвищення ролі місцевих органів влади.

При цьому необхідно зазначити, що на фоні великого обсягу досліджень якості повітря, питання взаємозалежності між екологічною небезпекою атмосферного середовища та всеохоплюючою урбанізацією вивчені недостатньо. При оцінках викидів від різних джерел промислових, транспортних чи енергетичних об'єктів урбосистемні чинники розглядаються на якісному, описовому рівні. Також відмітимо відсутність врахування особливостей урбанізаційних процесів в Україні, різного характеру їх протікання в адміністративних областях, що не може не віддзеркалюватись на структурах викидів та параметрах якості повітря.

Актуальність дослідження, проведеного в даній роботі, пов'язана із розвитком кількісних, індикаторних методів оцінювання регіонально диференційованих урбогенних впливів на атмосферне середовище.

Мета дослідження – встановлення особливостей забруднення атмосферного повітря в залежності від рівня урбогенного навантаження адміністративних областей України індикаторним методом.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. У роботі використані статистичні дані щодо забруднення атмосферного повітря, які наведені у щорічниках «Довкілля України» за період 2009 – 2019 роки [17], Національних доповідях про стан навколишнього природного середовища [18], у експресвипусках Державної статистичної служби України [19] (без урахування даних з тимчасово окупованих територій). Графічний аналіз виконувався із застосуванням програмного забезпечення MS Office Excel. Для досягнення порівнянності показників повітряного середовища та показників урбогенного навантаження території регіонів, вони були стандартизовані за алгоритмом нормалізації даних, який був використаний авторами в роботі [20].

Індикаторний метод оцінювання чинників урбанізації за регіонами країни. В даній роботі застосований індикаторний метод оцінювання характеру зв'язків між рівнями урбанізації адміністративних областей України та параметрами емісії від стаціонарних та пересувних джерел. Обґрунтовані та розраховані в попередніх роботах [20, 21], індикатори урбогенного навантаження регіонів віддзеркалюють складні і багатофакторні аспекти урбанізації. Серед них екологічна урбанізація визначає характер і інтенсивність використання територіальних, матеріальних, сировинних природних ресурсів і, таким чином, є лімітуючим фактором всього урбанізаційного процесу. Загалом, екологічна складова встановлює межі стійкості природних систем під тиском урбогенно-техногенних впливів. Індикатор екологічної урбанізації ($I_{ec.urb}$) для регіонів України був розрахований як лінійна комбінація двох нормалізованих показників – щільності міського населення (відношення чисельності міського населення до території міських населених пунктів) та частки урбанізованої території (відношення сумарної площі всіх міст та населених пунктів міського типу до загальної території області) [21].

Для обліку демографічної складової урбанізації і системи розселення населення застосований показник реальної урбанізації ($I_{реальн.урб}$), розрахований як середньо геометричне з чотирьох показників: частка міського населення регіону, частка міських поселень від загального числа населених пунктів, частка міст з населенням понад 50 тис., частка міст в загальній кількості міських населених пунктів [21]. Комплексний індекс еколого-демографічної урбанізації (I_{edu}) розраховувався як лінійна комбінація нормалізованих показників ($I_{ec.urb}$) і ($I_{реальн.урб}$) з рівними ваговими коефіцієнтами. Значення ($I_{ec.urb}$) і (I_{edu}) також були стандартизовані відповідно до алгоритму [20] з отриманням нормалізованих значень індикаторів $(I_{ec.urb})^n$ і $(I_{edu})^n$.

Динаміка емісій від стаціонарних та пересувних джерел за період 1995 – 2019 роки у співвідношенні з процесом урбанізації. Україна відноситься до кола найбільш урбанізованих країн світу з часткою міського населення біля 70 %, але урбанізаційний процес протікає із суттєвими відмінностями. Стрімке скорочення населення та повільне економічне зростання є основними чинниками зменшення валових викидів в атмосферу, яке фіксується останніми роками [19]. Натомість забруднення повітря в промислових регіонах залишається вкрай високим внаслідок низького рівня технічного переоснащення та модернізації підприємств добувної, переробної промисловості та енергетики. Вразливість міського населення до забруднення повітряного басейну при цьому тільки зростає, про що свідчать останні дані Європейського регіонального бюро ВООЗ в Україні [22].

У роботі проведений аналіз динаміки викидів ЗР від стаціонарних та пересувних джерел за період 1995 – 2020 роки у порівнянні із зміною рівня урбанізації в Україні. Для врахування характеру змін чисельності населення, яке стрімко скорочувалось за означений період, були використані показники питомої кількості забруднень у розрахунку на 1 особу (рис. 1).

Як показано на рис. 1, повільне зростання рівня урбанізації супроводжувалось значним (в 1,8 разів) зменшенням навантаження на кожну людину від викидів стаціонарних джерел. Ця регресія повністю співпадає з даними порталу «Our world in data» [23], згідно якому в Україні нормовані за віком показники смертності від повітряних забруднювачів в рамках розглянутого періоду часу зменшилися в 1,74 разів (з 104,3 смертей на 100 тис. населення в 1995 р. до 82,9 смертей на 100 тис. населення в 2015 р.).

Натомість, темпи зменшення транспортних забруднень за весь означений період приблизно в шість разів повільніше, про що свідчать коефіцієнти в рівняннях регресії. Необхідно відмітити, що навіть без врахування даних тимчасово окупованих територій, за останні чотири роки навантаження на кожну особу збільшилось приблизно в 1,13 разів, від 37,7 кг/особу до 42,6 кг/особу. При цьому, за даними [19], збільшились емісії окремих компонентів, наприклад викиди SO_2 – з 17637,5 т в 2016 р. до 20880,2 в 2020 р., викиди NO_2 – з 164288,3 в 2016 р. до 189909,0 в 2020 р.

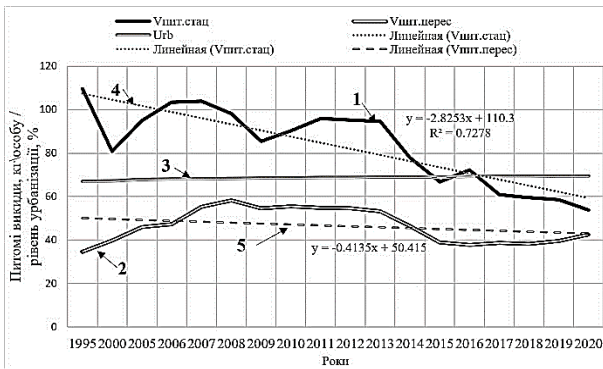


Рисунок 1 – Динаміка змін питомих викидів від стаціонарних та пересувних джерел у порівнянні з рівнем урбанізації: 1 – питомі викиди, кг/особу, від стаціонарних джерел за період 1995 – 2020 роки; 2 – питомі викиди, кг/особу, від пересувних джерел за період 1995 – 2020 роки; 3 – рівень урбанізації, %

Таким чином, можна констатувати, що урбанізаційний процес, в цілому по країні, позитивно позначається на скороченні викидів промислово-енергетичних та теплоенергетичних підприємств. Натомість, останніми роками нарощується негативна тенденція забруднення повітря транспортними засобами.

Аналіз співвідношення стаціонарних та транспортних викидів в регіонах України різного рівня урбогенності. Деградацію та небезпеку атмосферного повітря звичайно пов'язують із урбанізацією та індустріалізацією. Однак, адміністративні області країни вкрай різняться як характером розміщення об'єктів техносфери, так і демографічними параметрами щільності та особливостями розселення міського населення, що впливає на пріоритети різних джерел викидів. Авторами проведений аналіз співвідношення потужностей стаціонарних та пересувних джерел за даними 2020 р. в адміністративних областях різного рівня урбогенного навантаження (рис. 2). На гістограмі регіони впорядковані за індексами еколого-демографічної урбанізації (I_{edu}) та представлені їх чисельні значення. Графічний аналіз дозволив зробити декілька узагальнень.

По-перше, з ростом чинників еколого-демографічної урбанізації простежується тенденція зростання валових викидів від обох типів джерел. Відмітимо різке неспівпадіння параметрів урбанізації та забруднення атмосфери для нижченаведених областей. У Львівській області, яка характеризується найнижчим рівнем еколого-демографічної урбанізації, високі значення потужностей стаціонарних джерел викидів є наслідком розташування підприємств нафтодобувної (м. Борислав), вугілля добувної (м. Червоноград), хімічної (м. Сокаль) промисловості та електроенергетики (м. Сокаль). Пересувні джерела представлені транспортним вузлом м. Стрий, між кордонними та загальнонаціональними величезними автомагістралями, що обумовлює високий рівень транспортних емісій.

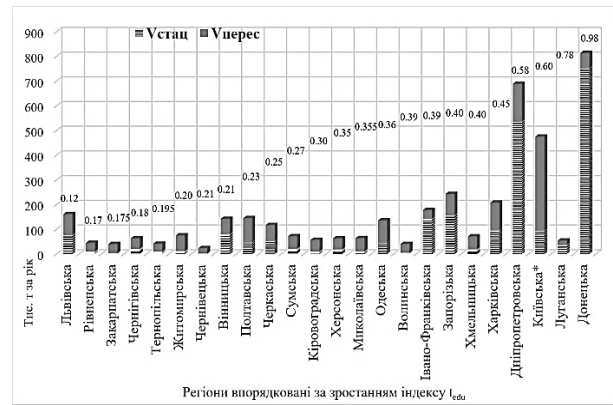


Рисунок 2 – Гістограма обсягів викидів від стаціонарних та пересувних джерел адміністративних областей України різного рівня урбанізації за 2020 р. із значеннями індексів еколого-демографічної урбанізації I_{edu} (*Київська область враховує дані м. Києва)

Вкрай малі значення викидів в високо урбанізованій Луганській області, очевидно, пов'язані із недостатністю даних з невідконтрольних територій.

Розбіжність між малопотужними викидами стаціонарних джерел в Хмельницькій та Волинській областях та достатньо високими значеннями індексів еколого-демографічної урбанізації пояснюється скоріше врахуванням максимальної щільності міського населення при визначенні I_{edu} для регіонів із незначним розвитком важкої промисловості та низьким для країни рівнем загальної урбанізації (52, 3 для Волинської та 57,7 для Хмельницької).

По-друге, емісії стаціонарних джерел переважають тільки в п'яти областях – Вінницькій, Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Івано-Франківській областях, причому в Дніпропетровській та Донецькій областях в сумі вони складають біля 60 % від загального обсягу викидів стаціонарних джерел.

Транспортні емісії переважають в більшості областей самого різного рівня еколого-демографічної урбанізації та найбільш вагомі в областях високого рівня урбогенного навантаження. Наприклад, в Дніпропетровській області вони складають 154,15 тис. т за 2020 р., в Харківській – 113,62, та досягають максимуму 382,61 тис. т в Київській області, що віддзеркалює вплив столиці на ризик зростання автомобільних перевезень.

Оцінка впливу міських стаціонарних джерел викидів на забруднення атмосферного повітря в адміністративних областях. Для сталого розвитку міст дуже важливим є розуміння характеру зав'язків між чинниками урбанізації та екологічною безпекою атмосферного середовища. Проблема оцінювання урбанізаційних впливів стикається з тим, що достатньо складно визначити їх межі. Забруднюючі аерозолі, які поступають в повітря через високі димові труби енергетичних та промислових підприємств, мають тенденцію розповсюджуватись на дуже великі відстані та суттєво впливати на глобальну безпеку атмосферного повітря.

Зазначимо, що в абсолютному виразі викиди міських стаціонарних джерел за 2020 р. в різних областях України відрізняються в сотні раз, від 406,3 тис. т в Дніпропетровській і 664,6 тис. т в Донецькій областях до 0,22 тис. т в Закарпатській і 0,7 тис. т в Чернівецькій областях (рис. 3). Представлена гістограма демонструє, що характер змін потужностей міських викидів в цілому співпадає з урбанізаційним показником. Розбіжності для Львівської, Луганської областей були вже обговорені. Викиди міст Вінницької області повністю обумовлені впливом Ладижинської ТЕЦ, а м. Ладижин викидає через димові труби приблизно 75 % забруднень всієї області. Тож, за деяким виключенням, потужні емісії міських стаціонарних джерел відповідають середнім та високим рівням еколого-демографічної урбанізації

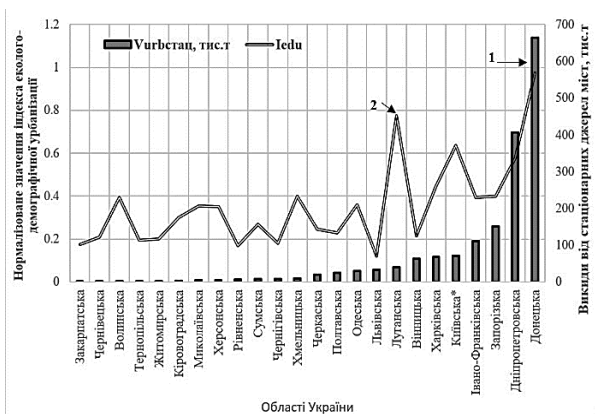
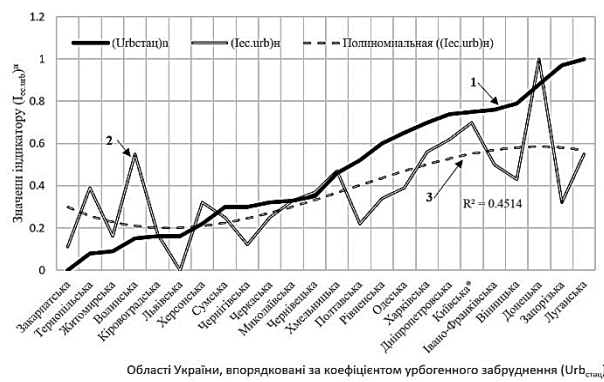


Рисунок 3 – Гістограма викидів від міських стаціонарних джерел за 2020 р. у порівнянні з індексом еколого-демографічної урбанізації: 1 – викиди від стаціонарних джерел міст за 2020 р. ($V_{urb}^{стак}$), тис. т; 2 – значення індексу еколого-демографічної урбанізації (I_{edu})

Для кількісної оцінки впливу міських територій на стан атмосферного повітря в масштабі регіону визначені коефіцієнти урбогенного забруднення атмосферного середовища регіонів ($Urb_{стак}$) як частки викидів стаціонарних джерел міст від загальнообласних потужностей. Цей параметр по суті віддзеркалює рівень впливу міських стаціонарних джерел на ступінь забруднення атмосфери на регіональному рівні. Значення регіональних коефіцієнтів ($Urb_{стак}$) розглядалися у сполученні з індикатором екологічної урбанізації. Доцільність його застосування обумовлене декількома причинами. По-перше, показник $I_{ec.urb}$ за характером визначення та розрахунку віддзеркалює просторовий чинник урбанізації, що визначає його придатність для оцінки поширення міських забруднень на всю територію регіону. Щільність міського населення також впливає на обсяги емісій визначаючи рівень потреб опалювання, споживання продуктів харчування, побутових та промислових товарів, а головне, надають робочий потенціал для будь-яких об'єктів техносфери. Результати аналізу співвідношення параметрів ($Urb_{стак}$)ⁿ та ($I_{ec.urb}$)^h в нормалізованому вигляді представлені на рис. 4.



Області України, впорядковані за коефіцієнтом урбогенного забруднення ($Urb_{стак}$)

Рисунок 4 – Сполучення показників забруднення повітряного басейну міськими стаціонарними джерелами та індикатору екологічної урбанізації: 1 – коефіцієнт урбогенного забруднення ($Urb_{стак}$)ⁿ; 2 – індикатор екологічної урбанізації ($I_{ec.urb}$)^h; 3 – поліноміальна лінія тренду показника ($I_{ec.urb}$)^h

Лінія тренду індикатора екологічної урбанізації демонструє досить значний рівень сполучення з коефіцієнтом урбогенного забруднення. Високі значення ($I_{ec.urb}$)^h та ($Urb_{стак}$)ⁿ означають, що міста займають більшу частину території області, потужні викиди з якої формують загальний стан екологічної небезпеки повітря на регіональному рівні. Напроти, області, чия територія зайнята невеликими містами із середньою щільністю населення здійснюють обмежені вклади в загальний рівень атмосферного забруднення.

Таким чином, встановлений безпосередній зв'язок між параметрами екологічної урбанізації регіонів та коефіцієнтами урбогенного впливу на небезпеку атмосферного повітря

ВИСНОВКИ. Безпечне атмосферне середовище визначає можливості здорового існування населення та сталого розвитку міст у складі різних за характером урбогенного навантаження адміністративних областей країни. Екологічно безпечне атмосферне середовище є безальтернативною умовою забезпечення високої якості життя людей та їх соціально-економічної активності.

Аналіз динаміки змін кількості забруднень від стаціонарних та пересувних джерел за період 1995 – 2020 роки показав позитивний вплив урбанізаційного процесу, в цілому по країні, на скорочення викидів стаціонарних джерел, що в 1,8 разів зменшило навантаження забруднень на кожного мешканця країни, та негативну тенденцію збільшення транспортних забруднень останніми роками, що збільшило в 1,13 разів їх кількість на 1 особу.

Результати проведеного в статті оцінювання співвідношення потужностей стаціонарних та пересувних джерел за даними 2020 р. в адміністративних областях означили пріоритет боротьби із транспортними забрудненнями, які переважають в більшості областей незалежно від рівня еколого-демографічної урбанізації та набувають максимуму в Київській області. Тому контроль за викидами пересувних джерел, міське планування автомобільних доріг і

організація транспортних потоків в містах та за їх межами є необхідними заходами для сталого урбанізаційного процесу.

Визначені коефіцієнти урбогенного забруднення атмосферного середовища регіонів як частки викидів стаціонарних джерел міст від загальнообласних потужностей. Встановлений значний рівень сполученості між параметрами екологічної урбанізації регіонів та коефіцієнтами урбогенного впливу на формування небезпеки повітря на регіональному рівні.

Таким чином, індикаторний метод оцінювання регіонально диференційованих урбогенних впливів на атмосферне середовище забезпечує основу для створення стратегії міського розвитку та планування з метою збереження сталості та відновлювальної здатності атмосфери. Політика забезпечення високого рівня екологічної безпеки атмосферного повітря має враховувати особливості міст та урбанізованих територій для підвищення дієвості та ефективності природоохоронних заходів і удосконалення апарату прийняття управлінських рішень на регіональному та національному рівнях.

ЛІТЕРАТУРА

1. WHO's First Global Conference on Air Pollution and Health Improving air quality, combatting climate change – saving lives. URL: https://www.who.int/airpollution/events/conference/WHO_Conference_on_Air_Pollution_and_Health-Concept_Note-final.pdf (дата звернення: 19.06.2021).
2. Baklanov, A., Molina, L. T., & Gauss, M. Megacities, air quality and climate. *Atmospheric Environment*. 2016. № 126. P. 235–249. . <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.11.059>
3. Tan, P.-H., Chou, C., & Chou, C. C.-K. Impact of urbanization on the air pollution “holiday effect” in Taiwan. *Atmospheric Environment*. 2013. №70. P. 361–375. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.01.008>
4. Kinney, P. L. Interactions of Climate Change, Air Pollution, and Human Health. *Current Environmental Health Report*. 2018. № 5. P. 179–186. <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0188-x>
5. WHO, 2014. 7 Million Premature Deaths Annually Linked to Air Pollution. URL: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/>. (дата звернення: 9.07.2021)
6. Butler, T. M., Lawrence, M. G.,. The influence of megacities on global atmospheric chemistry: a modelling study. *Environ. Chem*. 2009. № 6. P. 219–225. <http://dx.doi.org/10.1071/EN08110>.
7. Numbeo.com. Europe: Current Pollution Index de City. URL: https://www.numbeo.com/pollution/region_rankings_current.jsp?region=150 (дата звернення: 10.07.2021)
8. Чугай А. В., Чернякова О. І., Греченко Е. Р. Забруднення повітряного басейну міст Полтавської області. *Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського*. 2020. Вип. 5–6 (124–125), с. 74–79 . <https://doi.org/10.30929/1995-0519.2020.5-6.74-79>.
9. A Chugai, Y Bazyka. Analysis of Technogenic Load on the Air Basin of Industrial and Urban Agglomerations in Ukraine. *Environmental Problems*. 2019. Vol. 4. No. 3. P. 135–142.
10. Заєць Р. А., Ковальов А. І., Бужин О. А. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря міста Черкаси. *Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського*. 2016. Вип. 2 (97). Частина 1. С. 109–114.
11. Владимирова О.Г., Бургаз О. А., Тимошук М. О. Особливості забруднення атмосферного повітря м. Одеси діоксидом сірки й оксидом вуглецю. *Екологічні науки*. 2021. Вип. 7 (34). С. 44–50. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.8>
12. Ричак Н. Л., Табачна І. М. Тенденції формування рівня забруднення атмосферного повітря урбанізованого середовища. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2012. № 3–4, С. 20–127.
13. Nekos A. N, Medvedeva Y. V, Cherkashyna N.I. Assessment of environmental risks from atmospheric air pollution in industrially developed regions of Ukraine. *J Infect Dev Ctries*. 2019. 28(3). P. 511–8. <https://doi.org/10.15421/111947>.
14. Яценко Ю., Шевченко О., Сніжко С. Класифікація міст України за рівнем забруднення атмосферного повітря. *Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. Серія: Географія*. 2017. № 3 (68) /4 (69). С. 25–30.
15. Бахарев В. С. Недосконалість існуючої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистеми: причини, наслідки, шляхи вдосконалення. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2016. Вип. 5 (100). С. 76–81.
16. Бахарев В. С. Структура інформаційно-аналітичної системи муніципального моніторингу якості атмосферного повітря. *Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського*. 2017. Вип. 3(104). Частина 1. С. 85–92.
17. Статистичний щорічник «Довкілля України». Державна служба статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_dov_zb.htm (дата звернення 31.06.2021)
18. Національні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні. URL: <https://mepr.gov.ua/timeline/Nacionalni-dopovidi-prostan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha-v-Ukraini.html> (дата звернення 30.06.2021).
19. Державна статистична служба України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>(дата звернення 2.07.2021)
20. Васютинська К. А., Барбашев С. В., Кімінчиджи М. І. Оцінка комплексного показника екологічної урбанізації регіонів України. *Екологічні науки*. 2020. № 3 (30), С. 7–14. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.1>
21. Васютинська К. А., Барбашев С. В. Індикаторна оцінка впливу урбанізаційного процесу на стан природної та техногенної безпеки в регіонах України. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування*: кол.моногр. Львів: ТзОВ "ЗУКЦ", 2020. С. 232–255. book doi: 10.23939/book.ecocongress.2020 http://science.lpnu.ua/sites/default/files/attachments/2020/dec/22708/monogra_ph2020.pdf (дата звернення 2.07.2021)
22. На шляху до здоровішої України. Прогрес у досягненні Цілей Сталого Розвитку у галузі охорони

здоров'я 2020. Копенгаген: Європейське регіональне бюро ВООЗ; 2021 р. URL: [Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.](#) (accessed 5.07.2021)

23. Death rates from air pollution: Ukraine. In: Our world in data (website). Oxford: Global Change Data Lab. 2019 <https://ourworldindata.org/country/ukraine> (accessed 5.07.2021)

IMPACT ASSESSMENT OF THE URBANIZATION FACTORS ON THE ATMOSPHERE POLLUTION IN THE UKRAINE REGIONS

K. Vasiutynska, S. Barbashev

State University "Odessa Polytechnic",

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9800-1033>; **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5446-153X>

Purpose. The purpose of the paper is to find the features of atmospheric air pollution depending on the level of the urbogenic load of the Ukraine regions by the indicator method. **The methodology** of the work is based on the used complex indicators - the indicator of ecological and index of ecological-demographic urbanization. **Results.** Comparative analysis of dynamic changes in unit indicators per person of emissions from mobile and stationary sources for the period 1995 – 2020 has been executed. It is shown that the urbanization process in the whole country was reflected in a 1.8-fold reduction in unit indicators per 1 person of stationary emissions sources. The tendency of increase in traffic emissions has been noted over the past four years. The coupling between the increasing values of the ecological-demographic urbanization indices and the trend towards an increase in overall emissions of both types of sources is shown. The dominance of transport emissions in regions of different levels of ecological-demographic urbanization with the maximum amount of pollution in the Kiev region according to the data of 2020 has been confirmed. It is shown that emissions from stationary sources dominate only in five regions (Vinnitsa, Dnepropetrovsk, Donetsk, Zaporozhye, Ivano-Frankivsk) due to the presence of large industrial and thermal power facilities. The urbogenic pollution coefficients of the atmospheric environment of the regions by stationary sources have been determined. These parameters represent the impact degree of urban emissions on the safety of the atmospheric environment at the regional level. We made conclusions related to a high level enough of correspondence between the parameters of the ecological urbanization of regions and the urban pollution coefficients. **Originality.** The topicality of this study is associated with the development of quantitative, indicator methods for assessing regionally differentiated urban impacts on the atmospheric environment. **Practical value.** Thus, the indicator method for assessing regionally differentiated urban impacts on the atmospheric environment provides the basis for creating a strategy for urban development and planning in order to preserve the sustainability and regenerative capacity of the atmosphere. The policy of ensuring a high level of environmental safety of atmospheric air should take into account the peculiarities of cities and urbanized areas in order to increase the efficiency and effectiveness of environmental protection measures and improve the tools for making managerial decisions at the regional and national levels.

Key words: urbanization, indicator, air pollution, source of emissions.

REFERENCES

1. WHO's First Global Conference on Air Pollution and Health Improving air quality, combatting climate change – saving lives Retrieved from: https://www.who.int/airpollution/events/conference/WHO_Conference_on_Air_Pollution_and_Health-Concept_Note-final.pdf (accessed: 19.06.2021) [in English].
2. Baklanov, A., Molina, L. T., & Gauss, M. (2016), Megacities, air quality and climate. *Atmospheric Environment*, 126, 235–249. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.11.059> [in English].
3. Tan, P.-H., Chou, C., & Chou, C. C.-K. (2013), Impact of urbanization on the air pollution “holiday effect” in Taiwan. *Atmospheric Environment*, 70, 361–375. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.01.008> [in English].
4. Kinney, P. L. (2018), Interactions of Climate Change, Air Pollution, and Human Health. *Current Environmental Health Reports*. <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0188-x/> [in English].
5. WHO, 2014. 7 Million Premature Deaths Annually Linked to Air Pollution. Retrieved from: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/>. [in English].
6. Butler, T. M., Lawrence, M. G., (2009), The influence of megacities on global atmospheric chemistry: a modelling study. *Environ. Chem.* 6, 219–225. <http://dx.doi.org/10.1071/EN08110>. [in English].
7. Numbeo.com. Europe: Current Pollution Index de City. Retrieved from: https://www.numbeo.com/pollution/region_rankings_current.jsp?region=150 [in English].
8. Chugaj A. V., Chernyakova O. I., Grechenko E. R. (2020), Zabrudnennya povitryanogo basejnu mist Poltavskoyi oblasti. [A. Chugai, O. Chernyakova, E. Grechenko Air pollution in cities of Poltava region] *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, 5–6 (124–125), 74–79 <https://doi.org/10.30929/1995-0519.2020.5-6.74-79>. [in Ukrainian]
9. A Chugai, Y Bazyka (2019), Analysis of Technogenic Load on the Air Basin of Industrial and Urban Agglomerations in Ukraine. *Environmental Problems*, 4 (3), 135-142. [in English]
10. Zayecz` R. A., Koval`ov A. I., Buzhy`n O. A. (2016), Ocinka rivnya zabrudnennya atmosferного povitrya mista Cherkasy` [R. Zaiets, A. Kovaliov, O. Buzhyn Assessment of Air pollution level in Cherkassy]. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, 2(97), Part1, 109–114. [in Ukrainian]

11. Vladymyrova O. G., Burgaz O. A., Tymoshchuk M. O. (2021), Osobly`vosti zabrudnennya atmosfernogo povitrya m. Odesy` dioksy`dom sirky` j oksy`dom vuglecyu. [Vladymyrova O., Burgaz O., Timoshchuk M. Peculiarities of atmospheric air pollution of Odesa by sulfur dioxide and carbon oxide], *Ecological science*, 1(34), 44–50. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.8> [in Ukrainian]
12. Ричак Н. Л., Табачна І. М. (2012), Tendenciya formuvannya rivnya zabrudnennya atmosfernogo povitrya urbanizovanogo seredovy`shha [Trends in the formation of the level of atmospheric air pollution in the urbanized environment]. *Lyudyna i dovkillya. Problemy neoekolohiyi*. № 3–4, 120–127. [in Ukrainian]
13. Nekos A. N, Medvedeva Y. V, Cherkashyna N. I. (2019), Assessment of environmental risks from atmospheric air pollution in industrially developed regions of Ukraine. *J Infect Dev Ctries*, 28(3), 511–8. <https://doi.org/10.15421/111947>. [in English].
14. Iatsenko, Yu., Shevchenko, O., Snizhko, S. (2017), Klyasifikatsiia mist Ukrainy za rivnem zabrudnennia atmosfernoho povitria [Classification of cities of Ukraine by the level of air pollution] *Visnyk KNU im. Tarasa Shevchenka. Serii: Heohrafiia* [Bulletin of Kyiv Taras Shevchenko National University. Series: Geography], 3 (68) / 4 (69), 25 – 30. [in Ukrainian]
15. Baxaryev V. S. (2016), Nedoskonalist isnuuychoyi systemy ekologichnogo monitoryngu atmosfernogo povitrya na rivni urbosy`stemy: prychyny, naslidky, shlyaxy vdoskonalennya [V. Bakharev The imperfection of the existing system of atmospheric air ecological monitoring at the level of urbosystem]. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University*, 5 (100), 76–81. [in Ukrainian]
16. Baxaryev V. S. (2017.), Struktura informacijno-anality`chnoyi sy`stemy` municy`pal`nogo monitory`ngu yakosti atmosfernogo povitrya. [V. Bakharev Structure of the municipal atmospheric air quality monitoring information and analytical system] *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University*, 3(104), Part 1, 85–92. [in Ukrainian]
17. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Statystychnyj shhorichnyk «Dovkillya Ukrainy». [State Statistics Service of Ukraine. 18. Statistical Yearbook "Environment of Ukraine"] Retrieved from: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_dov_zb.htm (accessed 31.05.2021) [in Ukrainian]
18. Nacional`ni dopovidi pro stan navkoly`shn`ogo pry`rodnogo seredovy`shha v Ukraini [National reports on the state of the environment in Ukraine]. Retrieved from: <https://mepr.gov.ua/timeline/Nacionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha-v-Ukraini.html> (accessed 30.06.2021) [in Ukrainian].
19. State Statistics Service of Ukraine. Government portal. Retrieved from: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (accessed 2.07.2021) [in Ukrainian]
20. Vasyutynska K. A., Barbashev S. V., Kiminchydzhy M. I. (2020), Ocinka kompleksnogo pokazny`ka ekologichnoyi urbanizatsiyi regioniv Ukrainy` [Vasyutinskaya E., Barbashev S., Kiminchigi M Evaluation of the environmental urbanization's complex indicator of the Ukraine regions] *Ecological science*, 3 (30), 7–14. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.1> [in Ukrainian]
21. Vasyutynska K. A., Barbashev S. V., (2020), Indykatorna ocinka vply`vu urbanizatsijnogo procesu na stan pryrodnoyi ta texnogennoyi bezpeky v regionax Ukrainy [Vasiutynska K., Barbashev S. Indicator assessment of the impact of urbanization processes on the state of natural and man-caused safety in the Ukraine regions]. *Stalyj rozvytok: zaxyst navkoly`shn`ogo seredovy`shha. Energooshhadnist. Zbalansovane pryrodokorystuvannya: kol.monogr. Lviv: TzOV "ZUKCz", P. 232–255. book doi: 10.23939/book.ecocongress.2020* <http://science.lpnu.ua/sites/default/files/attachments/2020/dec/22708/monograph2020.pdf> [in Ukrainian]
22. Na shlyaxu do zdorovishoyi Ukrainy. Progres u dosyagnenni Cilej Ctalogo Rozvytku u galuzi oxorony` zdorov'ya 2020. Kopengagen: Yevropejs`ke regional`ne byuro VOOZ; 2021 [Towards a healthy Ukraine. Progress towards the Sustainable Development Goals for Health 2020. Copenhagen WHO Regional Office for Europe], 2021 p. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/340956/WHO-EURO-2021-1523-41273-58139-ukr.pdf> (accessed 5.07.2021) [in Ukrainian]
23. Death rates from air pollution: Ukraine. In: Our world in data (website). Oxford: Global Change Data Lab; 2019. Retrieved from <https://ourworldindata.org/country/ukraine> (accessed 5.07.2021) [in English]

Стаття надійшла 30.07.2021.