



УДК 502.3/.7+504

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.8.2024.28>

ІННОВАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ АВТОТРАНСПОРТНОЮ СИСТЕМОЮ УРБООКОСИСТЕМ З МЕТОЮ ЗНИЖЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА АТМОСФЕРУ

А. В. Пасенко¹, І. О. Солошич²

Особливістю сучасного вирішення екологічних проблем у рамках інноваційного підходу є комплексність із впровадженням зелених технологій у виробництво автомобілів, розвитком інтелектуальних систем управління транспортними потоками. Метою роботи було проведення аналізу інновацій екологічного управління автотранспортною системою урбоекосистем для зниження техногенного навантаження на атмосферу. У дослідженні використано порівняльний аналіз даних щодо інноваційного екологічного управління автотранспортною системою урбоекосистем, який дозволив вивчити динаміку змін параметрів забруднення атмосфери на території Полтавської області та визначено структуру автотранспортного парку міста Кременчука. Переважаючими джерелами забруднення атмосфери на території Полтавської області є викиди пересувних джерел, що становлять 62,7 % від загальнорічних обсягів. Занепокоєння екологів викликає значна частка парникових газів у викидах, при цьому м. Кременчук посідає одне з перших місць за обсягами цих газів. Загальний рівень забруднення приземного шару атмосферного повітря м. Кременчук характеризується як високий. У роботі запропоновано практичні заходи та рекомендації щодо зниження техногенного навантаження на атмосферне повітря в урбоекосистемах, які можуть бути інструментом для прийняття рішень у сфері екологічного управління та транспортної політики. Наукова новизна та практична цінність роботи полягають у розробці інноваційних підходів до екологічного управління, що спрямовані на зниження забруднення атмосферного повітря міських агломерацій та включають перехід до екологічно безпечної логістичної мережі, впровадження екологічних видів палива та збільшення використання екологічно чистих видів транспорту на електроживленні. Запропонована у роботі низка екологічно-управлінських заходів сприятиме зниженню рівню забруднення атмосферного повітря урбоекосистем та посилюватиме актуалізацію пріоритетних заходів з охорони повітря на міському рівні управлінських структур адміністративного корпусу територіальних громад.

¹ кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри екології та біотехнологій
(Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук)
e-mail: pasenko2000@ukr.net
ORCID: 0000-0003-1108-0408

² доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри екології та біотехнологій
(Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук)
e-mail: soloishych@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8842-5120

Ключові слова: екологія, атмосфера, урбоєкосистема, автотранспорт, техногенне навантаження, забруднення, інновація, екологічне управління.

INNOVATIONS IN ECOLOGICAL MANAGEMENT OF THE AUTOMOTIVE TRANSPORT SYSTEM IN URBAN ECOSYSTEMS WITH THE AIM OF REDUCING ANTHROPOGENIC LOAD ON THE ATMOSPHERE

A. V. Pasenko, I. O. Soloshych

A feature of the modern solution of environmental problems within the framework of an innovative approach is the complexity with the introduction of green technologies in the production of cars, the development of intelligent systems for managing traffic flows. The purpose of the work was to analyze innovations in the environmental management of the motor vehicle system of urboecosystems to reduce the man-made load on the atmosphere. The research used a comparative analysis of data on the innovative ecological management of the motor vehicle system of urboecosystems, which allowed to study the dynamics of changes in the parameters of atmospheric pollution in the territory of Poltava region and determined the structure of the motor vehicle fleet of the city of Kremenchuk. The predominant sources of atmospheric pollution in the Poltava region are emissions from mobile sources, which make up 62.7% of the total annual volume. Environmentalists are concerned about the significant share of greenhouse gases in emissions, while Kremenchuk occupies one of the first places in terms of the volume of these gases. The general level of pollution of the surface layer of atmospheric air in the city of Kremenchuk is characterized as high. The work offers practical measures and recommendations for reducing the man-made load on atmospheric air in urban ecosystems, which can be a tool for decision-making in the field of environmental management and transport policy. The scientific novelty and practical value of the work lie in the development of innovative approaches to environmental management aimed at reducing atmospheric air pollution in urban agglomerations and include the transition to an ecologically safe logistics network, the introduction of ecological fuels and the increase in the use of ecologically clean types of electric-powered transport. A number of environmental and management measures proposed in the work will contribute to reducing the level of atmospheric air pollution of urban ecosystems and strengthen the actualization of priority air protection measures at the city level of management structures of the administrative body of territorial communities.

Key words: ecology, atmosphere, urban ecosystem, automotive transport, anthropogenic load, pollution, innovation, ecological management.

Вступ

Однією з нагальних екологічних проблем сьогодення є забруднення атмосферного повітря внаслідок антропогенного впливу на довкілля. Екологічний стан атмосферного повітря у великих промислово-міських агломераціях обумовлений рівнем розвитку промислово-виробничого сектора економіки та територіального транспортного навантаження. Головним чинником забруднення атмосферного повітря урбоєкосистем визначають автомобільний транспорт, доля внеску якого сягає близько 60% від загального обсягу забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферне повітря міських екосистем. Стрімке зростання за останні десятиліття автомобільного парку промислово-міських агломерацій сприяє логістичному розвитку економічного сектору країни, але обумовлює збільшення негативного впливу на компоненти навколишнього середовища та здоров'я населення. Функціонування розгалуженої, щільної логістичної системи

України обумовлює ситуацію, коли 80% міського населення країни мешкає в умовах наднормативного шумового та хімічного забруднення внаслідок руху автотранспортних потоків.

Особливо небезпечним є забруднення приземного шару атмосфери вихлопними газами автотранспорту, тому існує нагальна потреба пошуку інноваційних рішень управління логістичною системою країни з метою зниження антропогенного впливу на довкілля. Особливого рівня забруднення зазнають мікрорайони урбанізованих територій у зоні головних автомагістралей загальноміського значення, що має тенденцію до щорічного збільшення. Тому оцінка хімічного забруднення атмосфери та рівня антропогенного навантаження на повітряний басейн великих промислових регіонів є нагальною актуальною задачею, що потребує уваги широкого кола фахівців-екологів.

Аналіз попередніх досліджень (Vnukova et al., 2020; Желновач, 2020; Zhelnovach et al.,

2021) відображає значний інтерес до проблем екології та сталого розвитку в контексті автотранспортних систем. Поширеним серед фахівців є висновок про те, що автотранспорт є одним із головних джерел забруднення атмосфери в урбоекосистемах (Устенко, 2010; Терентьев та ін., 2020), при цьому викиди вуглеводнів, оксидів азоту, твердих часток та інших шкідливих речовин можуть мати серйозний вплив на якість повітря та здоров'я людей.

Особливістю вирішення екологічних проблем у рамках інноваційного підходу є комплексність (Скорород і Ребрина, 2014), під якою мається на увазі цілеспрямоване якісне відновлення не тільки техніко-технологічної основи виробництва, але і впровадження інноваційних методів та технологій в екологічне управління транспортною системою. Це може включати в себе впровадження електричних транспортних засобів, розвиток інтелектуальних систем управління трафіком, а також застосування зелених технологій у виробництві автомобілів.

Дослідження (Карпіщенко та ін., 2002; Ребрина, 2013; Гетьман, 2014) наголошують на важливості співпраці між урядовими органами, громадськими організаціями, промисловими підприємствами та громадськістю. Спільні зусилля можуть призвести до більш ефективних рішень у сфері екологічного управління та зменшення техногенного навантаження на атмосферу.

Саме вивчення особливостей вищезначених аспектів впровадження інноваційних підходів у екологічному управлінні автотранспортною системою для зменшення техногенного навантаження на атмосферу та забезпечення сталого розвитку урбоекосистем (Федулова, 2014; Михайловська і Татарчук, 2021; Vakharev et al., 2023) є предметом нашого дослідження.

Метою роботи є проведення аналізу інновацій екологічного управління автотранспортною системою урбоекосистем для зниження техногенного навантаження на атмосферу.

Матеріал і методи

У дослідженні використано порівняльний аналіз даних щодо інноваційного екологічного управління автотранспортною системою урбоекосистем, який дозволив вивчити динаміку змін параметрів забруднення атмосфери та визначити заходи екологічного управління щодо впровадження електромобілей, гібридних автомобілей тощо. У роботі використано матеріали Регіональних допо-

відей, Екологічних паспортів та статистичної звітності щодо викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря спостережень за десятирічний період.

Результати і обговорення

Стан повітряного середовища населених міст Полтавської області залишається однією з важливих регіональних природоохоронних проблем. Рівень забруднення атмосферного повітря урбанізованих територій обумовлений обсягами викидів забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел. Стаціонарним джерелам викидів міських агломерацій приділяється особлива увага. Одним із лідерів за стаціонарними джерелами викидів по Полтавській області є місто Кременчук, промислові зони якого представлені потужними підприємствами. Провідними галузями промисловості міста виступають машинобудування, паливна, будівельна, харчова та ін. У таблиці 1 наведено внесок до загального обсягу викидів урбанізованих агломерацій різних районів Полтавської області за 2021 р.

Таблиця 1
Обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел у Полтавському регіоні, т

Територія	Обсяг викидів, т
Полтавська область, у тому числі, по районах:	52434,458
Кременчуцький	28511,633
Лубенський	7539,687
Миргородський	9426,798
Полтавський	6956,340

За даними таблиці 1 найбільший антропогенний вплив на екологічний стан атмосферного повітря Полтавської області чинить промисловий центр регіону – урбанізована агломерація м. Кременчука. В цілому, за річними показниками на м. Кременчук припадає близько 27,4% усіх викидів забруднюючих речовин в атмосферу стаціонарними джерелами по області. Обсяги викидів шкідливих речовин у розрахунку на одну особу у Полтавській області становлять біля 19,8 кг, при цьому найвищі показники – у Кременчуцькому районі, а саме: 74 кг на кожного мешканця. Для достовірного виконання оцінки рівня забруднення атмосферного повітря промислово-міської агломерації Кременчука важливим кроком є проведення порівняльного аналізу техногенного навантаження на повітряний басейн за обсягами

викидів від стаціонарних і пересувних джерел на території міста. На рис. 1 наведено динаміку по роках викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними та пересувними джерелами на території Полтавської області.

Розрахунок обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел (в тому числі від автотранспорту) Головним управлінням статистики

в Полтавській області за 2016–2022 роки не здійснювався. Але за даними рис. 1 переважаючими джерелами забруднення атмосфери на території Полтавської області є викиди саме від пересувних джерел, що становлять 62,7% від загальнорічних обсягів. Серед парку пересувних транспортних засобів вагома роль у забрудненні атмосферного повітря викидами належить автотранспортній логістичній системі міст (рис. 2).

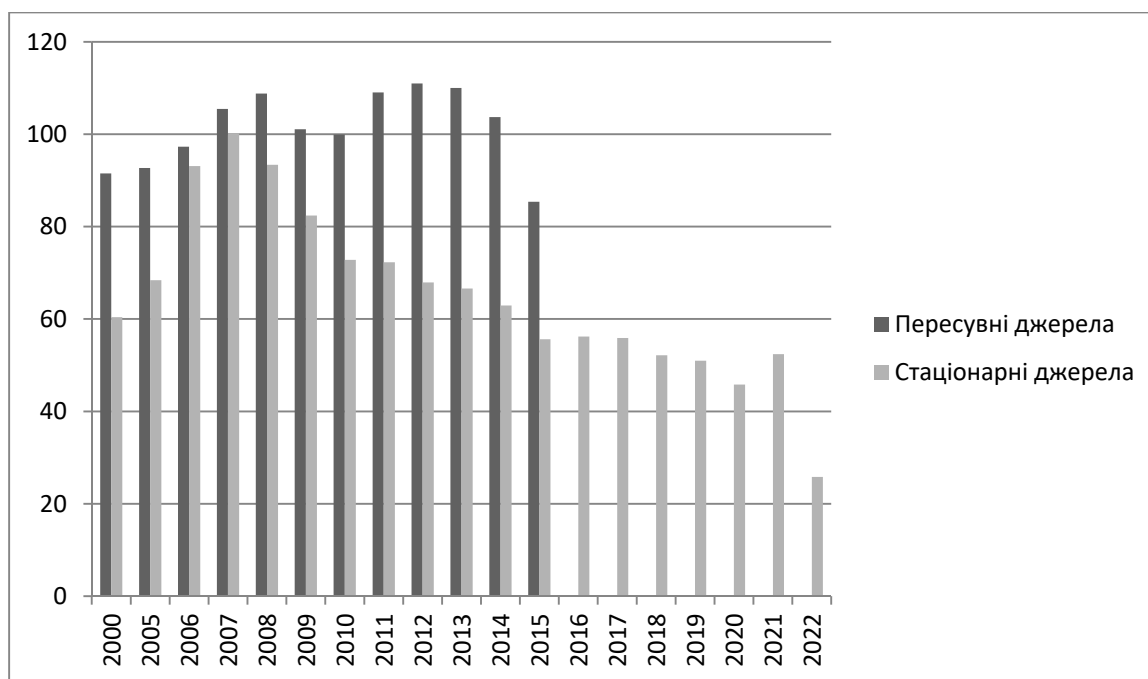


Рис. 1. Річна динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферу Полтавської області стаціонарними та пересувними джерелами, тис. т

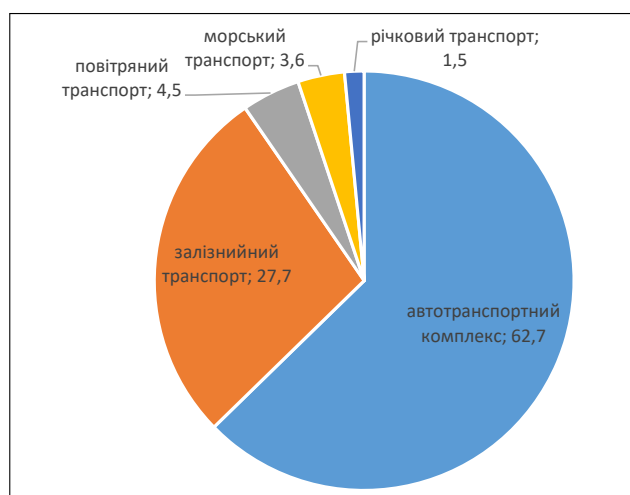


Рис. 2. Забруднення середовищ довкілля засобами транспортної системи, %

При цьому у складі викидів забруднюючих речовин переважають сполуки SO_2 , CO , CO_2 , NO_2 , неметанові леткі органічні сполуки.

У таблиці 2 наведено обсяги викидів означених забруднюючих речовин у м. Кременчуці та в цілому по Полтавській області.

За даними спостережень Полтавської гідрометлабораторії щодо динаміки середньомісячних концентрацій забруднюючих речовин за останні 5 років (2018–2022 рр.) відмічається зростання забруднення CO та SO_2 . Спостерігається підвищення середньорічного вмісту формальдегіду. Результати спостережень свідчать, що загальний рівень забруднення промислової столиці Полтавщини – міста Кременчук у 2022 році

Таблиця 2

Обсяги викидів забруднюючих речовин, т

Територія	SO ₂	NO ₂	NO	CO ₂	CO	CH ₄	Сажа	Неметанові леткі органічні сполуки
Полтавська обл.	3654,7	9799,4	67,5	1970,5 x10 ³	11584,3	6113,2	166,6	11023,1
Кременчук	1461,0	1145,5	2,3	288,8	1729,5	257,7	24,5	8635,4
%	39,98	11,69	3,41	14,66	15,02	4,21	14,71	78,34

Примітка. Інформація Головного управління статистики в Полтавській області (Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Полтавській області у 2021 році)

(як і у попередніх) характеризується як високий.

Занепокоєння екологів викликає значна частка парникових газів у викидах різних джерел Полтавського області. М. Кременчук посідає одне з перших місць за обсягами цих газів. Значна частина забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферне повітря, припадає на автомобільний транспорт (30–40%). Зростання його кількості в м. Кременчук, у тому числі, за рахунок автомобілів, які вже певний час були в експлуатації і технічний стан яких не відповідає сучасним європейським екологічним стандартам, призводить до збільшення викидів в атмосферне повітря пересувними джерелами (рис. 3).

За обсягами викидів від автотранспорту м. Кременчук посідає друге місце по Полтавській області після м. Полтава. До складу викидів автотранспорту входять такі шкідливі речовини, як CO, CH₄, N₂O, тверді частинки та леткі органічні сполуки.

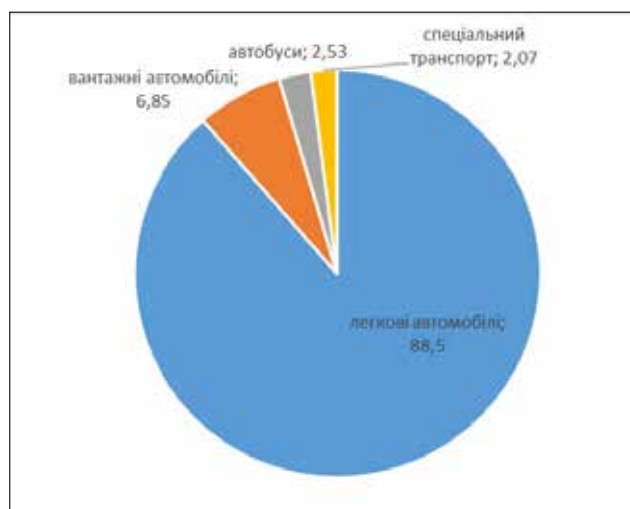


Рис. 3. Структура автотранспортного парку м. Кременчук

Відомо, що 90% викидів CO, які потрапляють в атмосферу, спричинені автомобільним транспортом. Викиди, що утворюються при експлуатації автотранспортних засобів є вагомим фактором глобальних кліматичних змін. У викидах парникових газів частка автомобільного транспорту останніми роками досягла до 84,5%.

Важливими екологічними аспектами логістичних структур щодо обсягів утворених викидів, які рекомендовано приймати до уваги під час розробки заходів зі зниження забруднення навколишнього середовища, є:

- інтенсивність транспортних потоків;
- співвідношення приватного та громадського транспорту;
- види палива, електроживлення;
- потужність двигуна (Подрігало та ін., 2022);
- відходи експлуатації.

Але під час розробки управлінських рішень щодо зниження техногенного впливу на довкілля засобів транспортної системи міських агломерацій необхідно враховувати і важливу соціально-економічну роль автотранспортної логістики для життєзабезпечення урбанізованого середовища. Регіональна автотранспортна система формує логістичну структуру, що включає автотранспортні засоби, автотранспортну інфраструктуру, автотранспортні підприємства (рис. 4), які необхідно приймати до уваги для комплексного підходу щодо розробки ефективних екологічно спрямованих проектних управлінських рішень.

Загалом, автотранспорт чинить значне екологічне навантаження на атмосферне повітря, земельні та водні ресурси, впливає на біорізноманіття і загалом на здоров'я населення (Никифоров та ін., 2019). Особливо міське середовище і населення крупних урбанізованих агломерацій відчу-

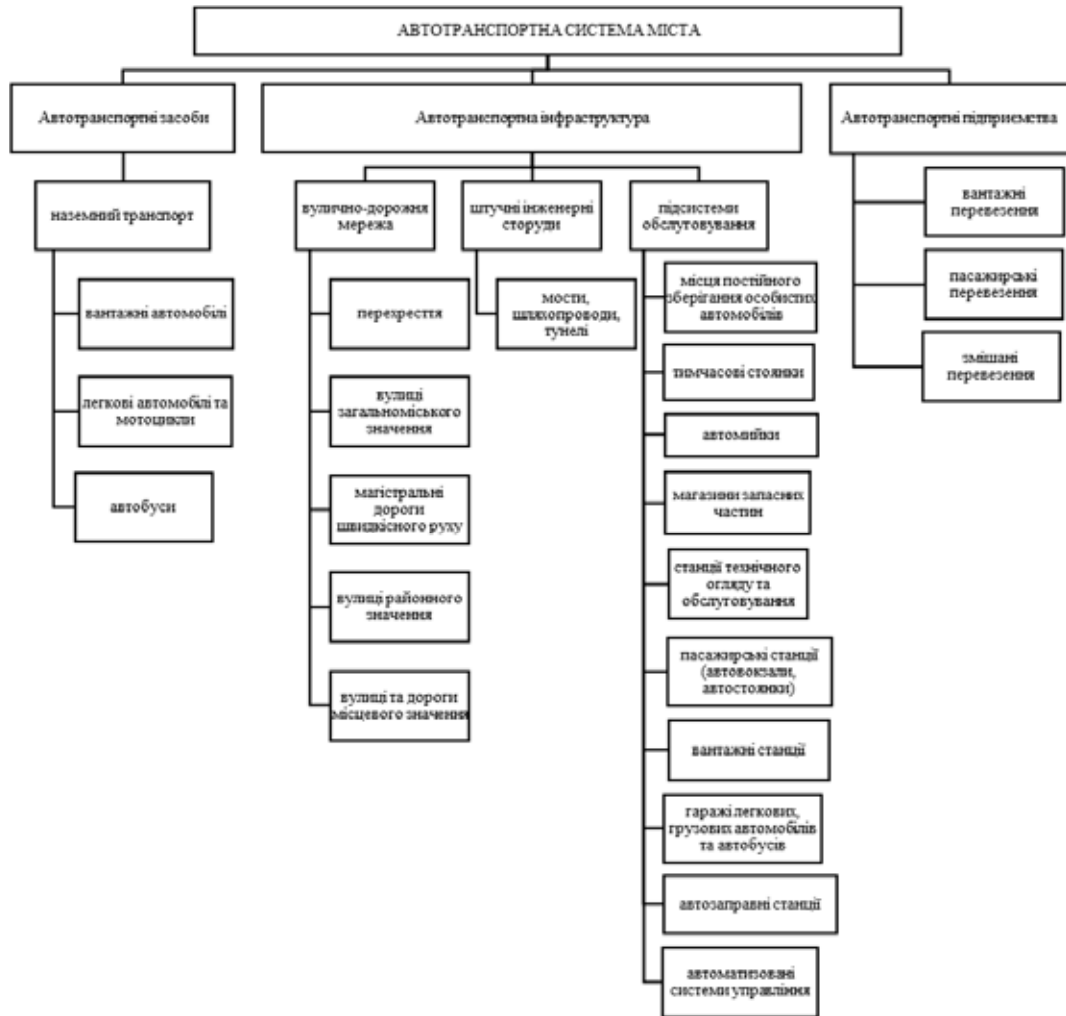


Рис. 4. Структура автотранспортної системи міста (за даними Регіонального сервісного центру у Полтавській області)

ває суматійний ефект негативного впливу забруднюючих речовин викидів транспортних засобів логістичної мережі промислових і селітебних зон міста (рис. 5).

Для розробки управлінських рішень щодо екологічного врегулювання процесу експлуатації логістичної системи міської агломерації з метою зменшення негативного техногенного впливу на складові урбоєкосистеми у роботі запропонований комплексний підхід з розробки екологічних заходів із залученням етапів емпіричного та теоретичного обґрунтування складових екологічного управління на міському рівні.

Для дослідження впливу забруднюючих факторів на довкілля від рухового автомобільного парку у межах проїжджій частині та житлової забудови міста планування й розробка екологічно спрямованих заходів передбачає на першому етапі проведення натурних обстежень міської території

з метою отримання інформації щодо характеристик існуючої екологічної ситуації. Для обліку дій усіх екологічних чинників у роботі запропоновано застосування комплексного підходу щодо оцінки рівня екологічної безпеки в умовах впливу автотранспорту. Етап експериментальних досліджень передбачає визначення екологічного стану складових навколишнього середовища від впливу автотранспорту за існуючими методиками. По-перше, мета цих досліджень полягає у виявленні особливостей і закономірностей розподілу та впливу забруднюючих факторів на навколишнє середовище і людину. Рівень екологічної безпеки залежить від впливу забруднюючих чинників автотранспорту і являє собою явище, що підпорядковується законам теорії ймовірності й математичної статистики, тому результати досліджень підлягають обробці за відповідними методиками математичного



Рис. 5. Вплив автотранспорту на міське середовище та населення

апарату. З урахуванням вказаних теоретично-прикладних передумов у роботі розроблена система планування експериментальних досліджень щодо екологічного впливу процесу експлуатації автотранспортної системи міста. На підставі отриманих результатів натурних спостережень за рівнем прояву кожного досліджуваного чинника забруднення довкілля від автотранспорту (викиди, шум, вібрація) і обґрунтування їх сумарного впливу на навколишнє середовище та людину у роботі розроблений алгоритм розрахунку комплексної оцінки екологічної небезпеки у середовищі під дією негативного впливу автомобільного транспорту (рис. 6).

Для полегшення обрахунку рівня забруднення навколишнього середовища автотранспортом запропоновано у розробленому алгоритмі проводити розрахунок рівня екологічної безпеки під дією впливу чинників забруднення довкілля (викиди, шум, вібрація) за допомогою програмного продукту «ЕкоАвто». За результатами порівняльного аналізу визначається рівень екологічної небезпеки у певних точках дослідження міської системи.

Після визначення за вказаним алгоритмом рівня екологічної небезпеки певної урбоєкосистеми (на прикладі обстеження ділянок вулично-дорожньої мережі у м. Кременчук виявлений «критичний» рівень екологічної небезпеки) у роботі

запропонований етап розробки проектного переліку екологічних заходів управлінського спрямування щодо зниження впливу факторів забруднення довкілля автотранспортом на території міської агломерації.

Для зменшення забруднення атмосферного повітря пересувними джерелами необхідний комплексний підхід щодо управлінських рішень, які забезпечуватимуть реалізацію економічних важелів переходу на екологічно безпечну логістичну міську мережу. Перспективним є запровадження заходів щодо переходу на екологічні види палива, запровадження «зелених хвиль» на автошляхах, організація транспортних потоків центру міської системи з організацією одностороннього руху автотранспорту, розвиток транспортної інфраструктури, що мінімізуватиме необхідність використання великої кількості автотранспорту. Збільшення частки використання більш екологічних видів транспорту на електроживленні призведе до значного зменшення навантаження на складові довкілля, на кліматичні показники, матиме ряд соціальних та економічних переваг. Позитивний ефект екологічно спрямованих заходів у автотранспортному парку міста посилить робота зі створення додаткових зон зелених насаджень вздовж вулиць, автомагістралей для захисту селітебних територій від забруднюючих речовин викидів та шумового забруд-



Рис. 6. Алгоритм оцінки рівня екологічної небезпеки від впливу чинників забруднення довкілля автотранспортом

нення. Важливою управлінською складовою є перегляд проектів санітарно-захисних зон виробничих об'єктів з метою зниження негативного впливу викидів стаціонарних джерел забруднення на компоненти довкілля. Екологічне управління за розробленим алгоритмом оцінки рівня екологічної небезпеки міських територій повинно включати питання щодо здійснення моніторингу наявності у суб'єктів господарювання дозволів на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, створення публічної відкритої інформаційно-аналітичної системи моніторингу якості атмосферного повітря в межах міської агломерації.

Висновки

У статті проведено аналіз динаміки викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними та пересув-

ними джерелами на території Полтавської області та визначено структуру автотранспортного парку міста Кременчука. Під час розробки управлінських рішень для зниження техногенного впливу на атмосферне повітря автотранспорту урбоєкосистеми запропоновано комплексний підхід, який включає перехід до екологічно безпечної логістичної мережі, впровадження екологічних видів палива та збільшення використання екологічно чистих видів транспорту на електроживленні. Запропонована у роботі низка екологічно-управлінських заходів сприятиме зниженню рівню забруднення атмосферного повітря урбоєкосистем та посилюватиме актуалізацію пріоритетних заходів з охорони повітря на міському рівні управлінських структур адміністративного корпусу територіальних громад.

Список використаної літератури

- Гетьман А.П. Організаційно-правовий механізм охорони навколишнього природного середовища. *Проблеми законності*. 2014. Вип. 125. С. 119–128.
- Желновач Г.М. Ієрархічно керована динамічна система забезпечення екологічної безпеки дорожньої галузі України. *Вісник ХНАДУ*. 2020. Вип. 90. С. 95–102.
- Карпіщенко Т.О., Карпіщенко О.І., Ілляшенко К.В. Науково-методичні основи удосконалення економічного механізму розвитку еколого-інноваційної діяльності. *Механізм регулювання економіки, економіка природокористування та організація виробництва*. 2002. № 1–2. С. 46–54.
- Михайловська О.В., Татарчук М.С. Екологічна складова розвитку територіальних громад. *Дніпровський науковий часопис публічного управління, психології, права*. 2021. № 2. С. 11–15.
- Никифоров В.В., Сагун О.А., Пасенко А.В., Новохатько О.В., Мазницька О.В. Структуризація біологічних макросистем. *Біологія і екологія*. 2019. Том 5. № 1. С. 83–88.
- Подригало М., Тарасов Ю., Холодов М., Шеїн В., Ткаченко О., Касьяненко О. Оцінка підвищення енергоефективності автомобілів при раціональному зниженні потужності двигунів. *Автомобільний транспорт*. 2022. № 51. С. 26–34.
- Ребрина Н. Екологічні інновації як інструмент досягнення екологічної безпеки транскордонного регіону. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2013. № 9. С. 26–29.
- Скороход І.С., Ребрина Н.Г. Дослідження факторів впливу на еко-інноваційну діяльність підприємств в умовах транскордонного співробітництва. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*. 2014. Вип. 2 (106). С. 264–273.
- Терентьєв О.М., Сергієнко М.І., Смоляр В.Г. Вплив промислового автомобільного транспорту на навколишнє середовище. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2020. № 3 (61). С. 85–91.
- Устенко М.О. Основні проблеми транспортної логістики. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2010. № 29. С. 236–238.
- Федулова А.І. Формування регіональних інноваційних систем у контексті принципів європейської інноваційної політики. *Академічний огляд*. 2014. № 1 (40). С. 144–155.
- Bakharev V., Chugai A., Soloshych I., Kortsova O. Development and practical testing of the zonal-indicative methodology for assessing the impact of industrial enterprises on the state of atmospheric air pollution. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. Vol. 24. iss. 2. P. 11–18. <https://doi.org/10.12912/27197050/156963>.
- Vnukova N., Zhelnovach G., Kozlovskiy O. “Green” principles of sustainable development of road and transport infrastructure of the cities of Ukraine. *IOP Conference Series: materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 907. P. 1–9.
- Zhelnovach G., Belokon K., Manidina Ye., Tkalic I. Researching the degradation of roadside plant communities. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*. 2021. Vol. 8 (2). P. 345–352.

References (translated & transliterated)

- Hetman, A.P. (2014). Orhanizatsiino-pravovyi mekhanizm okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha [Organizational and legal mechanism of environmental protection]. *Problemy zakonnosti [Problems of legality]*, 125, 119–128 [in Ukrainian].
- Zhelnovach, H.M. (2020). Iierarkhichno kerovana dynamichna systema zabezpechennia ekolohichnoi bezpeky dorozhnoi haluzi Ukrainy [Hierarchically managed dynamic system of ensuring environmental safety of the road industry of Ukraine]. *Visnyk KhNADU [Herald of the KhNADU]*, 90, 95–102. <https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2020.90.0.95> [in Ukrainian].
- Karpishchenko, T.O., Karpishchenko, O.I., & Illiashenko, K.V. (2002). Naukovo-metodychni osnovy udoskonalennia ekonomichnoho mekhanizmu rozvytku ekoloho-innovatsiinoi diialnosti [Scientific and methodological foundations of improving the economic mechanism of the development of ecological and innovative activities]. *Mekhanizm rehuliuвання ekonomiky, ekonomika pryrodokorystuvannia ta orhanizatsiia vyrobnytstva [Mechanism of regulation of the economy, economy of nature use and organization of production]*, 1–2, 46–54 [in Ukrainian].
- Mykhailovska, O.V., & Tatarchuk, M.S. (2021). Ekolohichna skladova rozvytku terytorialnykh hromad [Ecological component of development of territorial communities]. *Dniprovskiyi naukovyi*

chasopys publichnoho upravlinnia, psykholohii, prava [Dnipro scientific journal of public administration, psychology, law], 2, 11–15. <https://doi.org/10.51547/ppp.dp.ua/2021.2.2> [in Ukrainian].

Nykyforov, V.V, Sakun, O.A., Novokhatko, O.V., Maznytska, O.V., & Pasenko, A.V. (2019). Strukturyzatsiia biolohichnykh makrosystem [Structuring of biological macrosystems]. *Biolohiia i ekolohiia [Biology and ecology]*, 5 (1), 83–88. <https://doi.org/10.33989/2414-9810.2019.5.1.195121> [in Ukrainian].

Podryhalo, M., Tarasov, Yu., Kholodov, M., Shein, V., Tkachenko, O., & Kasianenko, O. (2022). Otsinka pidvyshchennia enerhoefektyvnosti avtomobiliv pry ratsionalnomu znyzhenni potuzhnosti dvyhuniv [Assessment of the increase in energy efficiency of cars with a rational reduction in engine power]. *Avtomobilnyi transport [Automobile transport]*, 51, 26–34. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2022.51.0.03> [in Ukrainian].

Rebryna, N. (2013). Ekolohichni innovatsii yak instrument dosiahnennia ekolohichnoi bezpeky transkordonnoho rehionu [Ecological innovations as a tool for achieving ecological security of the cross-border region]. *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka East European National University [Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka East European National University]*, 9, 26–29 [in Ukrainian].

Skorokhod, I.S., & Rebryna, N.H. (2014). Doslidzhennia faktoriv vplyvu na ekoinnovatsiinu diialnist pidpriemstv v umovakh transkordonnoho spivrobitnytstva [Study of influencing factors on the eco-innovative activity of enterprises in the conditions of cross-border cooperation]. *Sotsialno-ekonomichni problemy suchasnoho periodu Ukrainy [Socio-economic problems of the modern period of Ukraine]*, 2 (106), 264–273 [in Ukrainian].

Terentiev, O.M., Serhienko, M.I., & Smoliar, V.H. (2020). Vplyv promyslovoho avtomobilnoho transportu na navkolyshnie seredovyshe [The impact of industrial road transport on the environment]. *Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia [Energy: economy, technologies, ecology]*, 3 (61), 85–91. <https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2020.228634> [in Ukrainian].

Ustenko, M.O. (2010). Osnovni problemy transportnoi lohistyky [The main problems of transport logistics]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti [Herald of the economy of transport and industry]*, 29, 236–238 [in Ukrainian].

Fedulova, L.I. (2014). Formuvannia rehionalnykh innovatsiinykh system u konteksti pryntsyviv yevropeiskoi innovatsiinoi polityky [Formation of regional innovation systems in the context of the principles of European innovation policy]. *Akademichnyi ohliad [Academic review]*, 1 (40), 144–155 [in Ukrainian].

Bakharev, V., Chugai, A., Soloshych, I., & Kortsova, O. (2023). Development and practical testing of the zonal-indicative methodology for assessing the impact of industrial enterprises on the state of atmospheric air pollution. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24 (2), 11–18. <https://doi.org/10.12912/27197050/156963> [in English].

Vnukova, N., Zhelnovach, G., & Kozlovskiy, O. (2020). “Green” principles of sustainable development of road and transport infrastructure of the cities of Ukraine. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 907, 1–9. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/907/1/012068> [in English].

Zhelnovach, G., Belokon, K., Manidina, Ye., & Tkalich, I. (2021). Researching the degradation of roadside plant communities. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 8 (2), 345–352 [in English].

Отримано: 29.04.2024

Прийнято: 13.05.2024