

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ МОНООКСИДУ ВУГЛЕЦЮ, ДІОКСИДУ АЗОТУ ТА АМІАКУ В ПОВІТРЯНОМУ БАСЕЙНІ МІСТА ЖИТОМИР ЗА ДАНИМИ ГРОМАДСЬКОГО МОНІТОРИНГУ ПОВІТРЯ ЕСОСІТУ

Кагукіна А.М., Пацева І.Г.

Державний університет «Житомирська політехніка»
вул. Чуднівська, 103, 10005, м. Житомир
ke_kham@ztu.edu.ua

Екологічно чисте повітря є основою для здорового та стійкого існування людини, рослинного та тваринного світу, а також для збереження екосистем у цілому. Це підкреслює важливість контролю та скорочення викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Громадські станції моніторингу можуть виявити проблеми з якістю повітря, які не фіксуються офіційними станціями через їх розташування. Вільний доступ до інформації про якість повітря, підвищується рівень сприйняття екологічних проблем населенням. Моніторинг EcoCity робить інформацію про довкілля доступно для всіх, а не лише для вузького кола фахівців. Це сприяє прозорості та дозволяє громадянам брати активну участь у прийнятті рішень щодо вирішення питань екологічної політики. Отримана інформація є корисною для валідації та покращення офіційних моделей забруднення повітря та розробки ефективних стратегій покращення якості повітря. Є можливість отримувати інформацію про стан повітря в режимі реального часу, що дозволяє коригувати свою активність на основі поточних даних. Така можливість є актуальною для людей з хронічними захворюваннями органів дихання, серцево-судинної системи та осіб з алергією. Для визначення вмісту забруднюючих речовин використовуються спеціалізовані датчики для вимірювання концентрації різних газів у повітрі, в тому числі монооксиду вуглецю (CO), діоксиду азоту (NO₂) та аміаку (NH₃).

Впродовж досліджуваного періоду зустрічаються поодинокі випадки перевищення забруднення за середньомісячним показником діоксиду азоту (NO₂) та аміаку (NH₃). Перевишень середньомісячних показників монооксиду вуглецю (CO) відповідно до середньодобових гранично допустимих концентрацій в повітряному басейні міста впродовж досліджуваного періоду не зафіксовано. Однак, при опрацюванні даних отриманих за допомогою проекту EcoCity, спостерігалися підвищені концентрації діоксиду азоту (NO₂) та аміаку (NH₃) за середньодобовими показниками. *Ключові слова:* eco city, атмосферне повітря, діоксид азоту, монооксид вуглецю, аміак, забруднювачі повітря, громадський моніторинг повітря, ГДК, населення, довкілля.

Examination of carbon monoxide, nitrogen dioxide, and ammonia levels in Zhytomyr's atmospheric environment according to EcoCity public air monitoring data. Kahukina A., Patseva I.

Pristine air quality Environmentally clean air is the foundation for the well-being and longevity of humans, plant life, and wildlife, as well as for the conservation of ecosystems in their entirety. This underscores the significance of managing and diminishing the release of pollutants into the atmosphere. Public monitoring stations can detect air quality problems that are not captured by official stations due to their location. Enhanced access to information regarding air quality increases public awareness of environmental issues. EcoCity monitoring makes information about the environment available to everyone, not just a narrow circle of specialists. Thus transparency is promoted and this allows citizens to actively participate in decision-making on environmental policy issues. The information obtained is useful for validating and improving official air pollution models and developing effective strategies for improving air quality. It is feasible to obtain real-time air quality information, enabling individuals to tailor their activities according to the most up-to-date data. This capability is particularly valuable for individuals suffering from chronic respiratory or cardiovascular conditions, as well as those with allergies. To determine the content of pollutants, specialized sensors are used to measure the concentration of various gases in the air, including carbon monoxide (CO), nitrogen dioxide (NO₂) and ammonia (NH₃). Throughout the research period, isolated instances of surpassing the monthly average level of nitrogen dioxide (NO₂) were observed and ammonia (NH₃) pollution. Occurrences of carbon monoxide levels surpassing the monthly average (CO) values in accordance with the average daily maximum allowable concentrations in the air basin of the city during the studied period were not recorded. However, when processing the data obtained with the help of the EcoCity project, increased concentrations of nitrogen dioxide (NO₂) and ammonia (NH₃) were observed on average daily indicators. *Key words:* eco city, atmospheric air, nitrogen dioxide, carbon monoxide, ammonia, air pollutants, public air monitoring, MPC, population, environment.

Актуальність дослідження. Забруднення атмосферного повітря є однією з найгостріших екологічних проблем сучасних міст. Екологічно чисте повітря має вирішальне значення для рослинного, тваринного світу, а також для збереження екосистем. Забруднене повітря впливає на стан дихальної та серцево-судинної системи людини. Особливу небезпеку становлять такі забруднювачі як монооксид вуг-

лецю, діоксид азоту та аміак. В таких умовах, моніторинг повітря є вкрай важливим для інформування населення. Традиційні методи стаціонарного моніторингу забруднення повітря [1] в більшій мірі обмежені кількістю стаціонарних постів спостереження та частотою вимірювань. Громадські станції моніторингу повітря EcoCity надають дані в режимі реального часу, що дозволяє швидко реагувати на зміни

якості повітря, що особливо важливо для людей з хронічними захворюваннями органів дихання та серцево-судинної системи, які можуть коригувати свою активність на основі поточних даних. За допомогою даних громадського моніторингу можливо виявити проблемні зони та тенденції зміни концентрацій забруднюючих речовин, що може стати основою для розробки ефективних заходів з покращення якості повітря в місті.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Забруднення атмосферного повітря в міського середовища та методи його дослідження зосереджує увагу багатьох науковців. Питання моніторингу та аналізу показників забруднення повітря розглядаються в роботах дослідників [2, 3]. В своїх дослідженнях науковці аналізують сучасний стан атмосферного повітря в Україні та вказують на основні джерела його забруднення. В статтях підкреслюється важливість моніторингу для ефективного управління якістю повітря. Майбутнє населення України тісно пов'язано з питанням стану атмосферного повітря, тому є необхідність концентрувати зусилля на мінімізації забруднюючих речовин у повітряному басейні [4]. Також, є необхідність в оптимізації процесів оцінювання отриманої інформації та прогнозуванні можливих змін стану атмосферного повітря і розробки алгоритмів наукової підтримки відповідних управлінських рішень [5]. Важливим практичним завданням у контексті Євроінтеграційних процесів є адаптація європейських систем моніторингу атмосферного повітря у національні програми спостережень за станом довкілля [6].

Викладення основного матеріалу. EcoCity використовує мережу станцій моніторингу, розташованих у різних частинах міста для вимірювання різних

параметрів повітря. Користувачі можуть переглядати цю інформацію через веб-сайт або мобільний додаток. Дані про вміст основних забруднювачів, а саме монооксиду вуглецю (CO) й діоксиду азоту (NO₂) та специфічного забруднювача аміаку (NH₃), надаються для станцій, які обладнані модулями спостережень для відповідної забруднюючої речовини.

На карті (рис. 1) зображено станції моніторингу EcoCity [7], які було пронумеровано.

Вимірювання вмісту монооксиду вуглецю (CO), діоксиду азоту (NO₂) та аміаку (NH₃) в атмосферному повітрі міста, проводилось на чотирьох станціях, а саме станції 1, 3, 5 та 11. Результати отриманих даних представлені в (табл. 1, табл. 2, табл. 3).

CO є одним з найнебезпечніших забруднювачів повітря міста. Даний забруднювач негативно впливає, як на здоров'я населення так і на довкілля. Підвищена кількість CO в повітрі, збільшує ризик виникнення серцево-судинних захворювань. Особливо небезпечним є для осіб схильних до респіраторних захворювань. Високі концентрації CO в повітря негативно впливають на ріст та розвиток рослин, порушуючи процеси фотосинтезу. Надлишок в атмосферному повітрі сприяє глобальному потеплінню шляхом поглинання і утримання тепла в атмосфері. Основними джерелами викидів чадного газу в місті є спалювання вихопного палива, а саме транспорт, опалення приміщень. Також, значний вплив займають лісові пожежі та пожежі внаслідок воєнних дій [9, 10].

На (рис. 2) зображено, що перевищень відповідно до середньодобових гранично допустимих концентрацій CO в повітряному басейні міста впродовж досліджуваного періоду не зафіксовано. Контроль та зменшення викидів CO є важливим завданням для збереження довкілля та охорони здоров'я населення.



Рис. 1. Карта розміщення станцій моніторингу якості повітря EcoCity [7]

Середньомісячні показники вмісту монооксиду вуглецю в повітряному середовищі міста Житомир згідно даних громадського моніторингу якості повітря EcoCity [8]

Номер станції												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11.2019			0,15									
12.2019			0,52									
01.2020			0,53									
02.2020			0,89									
03.2020			0,59									
04.2020			0,77									
05.2020			0,8									
06.2020			0,92									
07.2020			0,75									
08.2020			0,94									
09.2020												
10.2020												
11.2020			1,37									
12.2020			1,33									
01.2021			1,23									
02.2021			1,12									
03.2021	0,03		1,13									
04.2021	0,41		1,09									
05.2021	0,48		1,14									
06.2021	0,6											
07.2021	0,8		1,26									
08.2021	0,65		1,21									
09.2021	0,61		1,19									
10.2021	0,55		1,01									
11.2021	0,54		1									
12.2021	0,38		1									
01.2022	0,49											
02.2022	0,57		0,95									
03.2022	0,55		0,84									
04.2022	0,65		0,6									
05.2022	0,63											
06.2022	0,72											
07.2022	0,84											
08.2022	0,92											
09.2022	0,94											
10.2022	0,98											
11.2022	1,01											
12.2022	1,06											

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01.2023	1,02										
02.2023	0,9										
03.2023	0,91				0,4						0,65
04.2023	1,17										1,11
05.2023	1,03				1,17						1,30
06.2023	1,11				1,38						1,30
07.2023	1,15				1,45						1,25
08.2023	1,15				1,46						1,13
09.2023	1,08				1,34						1,37
10.2023	0,96				1,75						1,63
11.2023	0,9				2,03						1,43
12.2023	0,84				2,25						
01.2024	0,77				1,84						
02.2024	0,95										
03.2024	0,93				1,91						
04.2024	0,97				1,84						
05.2024	0,89				1,62						1,83

Таблиця 2

Середньомісячні показники вмісту аміаку в повітряному середовищі міста Житомир
згідно даних громадського моніторингу якості повітря EcoCity [6]

Номер станції											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11.2019			0,48								
12.2019			0,11								
01.2020			0,03								
02.2020			0,02								
03.2020			0,02								
04.2020			0,02								
05.2020			0,02								
06.2020			0,04								
07.2020			0,03								
08.2020			0,03								
09.2020											
10.2020											
11.2020			0,02								
12.2020			0,02								
01.2021			0,02								
02.2021			0,02								
03.2021	0		0,02								

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
04.2021	0,01		0,02								
05.2021	0,01		0,03								
06.2021	0,01										
07.2021	0,01		0,05								
08.2021	0,01		0,04								
09.2021	0,01		0,04								
10.2021	0,01		0,03								
11.2021	0,01		0,02								
12.2022	0,01		0,02								
01.2022	0,01										
02.2022	0,01		0,02								
03.2022	0,01		0,02								
04.2022	0,01		0,02								
05.2022	0,01										
06.2022	0,01										
07.2022	0,01										
08.2022	0,01										
09.2022	0,01										
10.2022	0,01										
11.2022	0,01										
12.2022	0,01										
01.2023	0,01										
02.2023	0,01										
03.2023	0,01				0,01						0
04.2023	0,01										0
05.2023	0,01				0						0
06.2023	0,01				0						0
07.2023	0,01				0						0
08.2023	0,01				0						0
09.2023	0,01				0						0
10.2023	0,01				0						0
11.2023	0,01				0						0
12.2023	0,01				0						
01.2024	0,01										
02.2024	0,01										
03.2024	0,01				0						
04.2024	0,01				0						
05.2024	0,01				0						0

**Середньомісячні показники вмісту діоксиду азоту в повітряному середовищі міста Житомир
згідно даних громадського моніторингу якості повітря EcoCity [6]**

Номер станції Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11.2019			0,68								
12.2019			0,58								
01.2020			0,03								
02.2020			0,08								
03.2020			0,13								
04.2020			0,08								
05.2020			0,05								
06.2020			0,02								
07.2020			0,03								
08.2020			0,02								
09.2020											
10.2020											
11.2020			0,03								
12.2020			0,04								
01.2021			0,06								
02.2021			0,08								
03.2021	2,32		0,05								
04.2021	0,02		0,04								
05.2021	0,03		0,03								
06.2021	0,04										
07.2021	0,02		0,02								
08.2021	0,02		0,02								
09.2021	0,02		0,03								
10.2021	0,03		0,04								
11.2021	0,03		0,05								
12.2022	0,03		0,05								
01.2022	0,03										
02.2022	0,03		0,06								
03.2022	0,03		0,09								
04.2022	0,03		0,01								
05.2022	0,03										
06.2022	0,02										
07.2022	0,02										
08.2022	0,02										
09.2022	0,02										
10.2022	0,02										
11.2022	0,02										
12.2022	0,02										
01.2023	0,02										

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
02.2023	0,03										
03.2023	0,02				0,01						0,02
04.2023	0,02										0,04
05.2023	0,02				0,05						0,04
06.2023	0,02				0,03						0,02
07.2023	0,01				0,03						0,03
08.2023	0,02				0,03						0,03
09.2023	0,02				0,03						0,03
10.2023	0,02				0,03						0,03
11.2023	0,02				0,04						0,03
12.2023	0,02				0,04						
01.2024	0,03										
02.2024	0,02										
03.2024	0,02				0,04						
04.2024	0,02				0,04						
05.2024	0,02				0,02						0,04

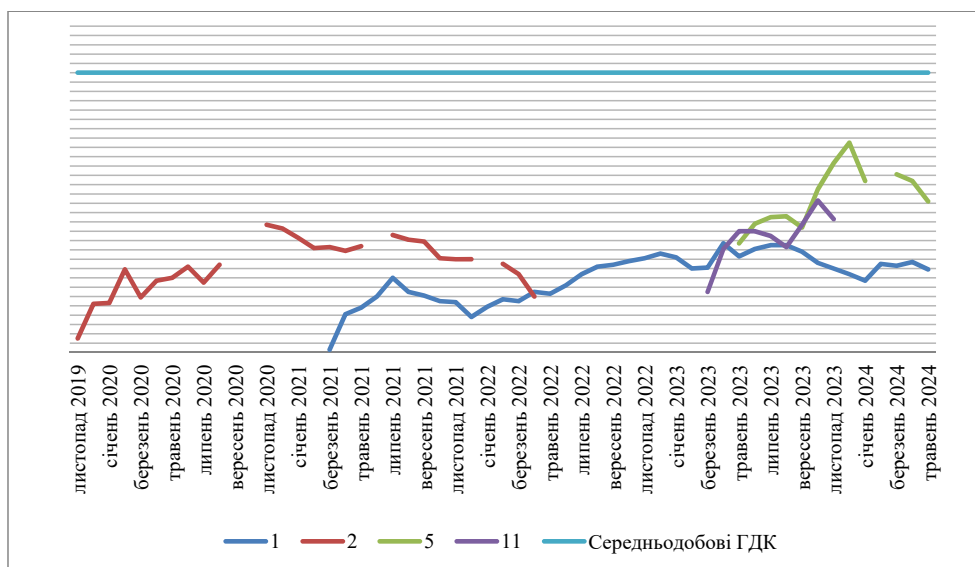


Рис. 2. Тенденція викидів монооксиду вуглецю в атмосферне повітря м. Житомир

NH_3 є токсичним газом, основними джерелами викидів амоніаку в атмосферу є сільське господарство (використання добрив, тваринництво). Як і інші забруднювачі NH_3 негативно впливає на стан здоров'я людини, можливе подразнення дихальних шляхів та розвиток інших захворювань, патогенезом яких є пошкодження слизових оболонок. Високі концентрації NH_3 у повітрі негативно впливають на рослинність, змінюючи видовий склад рослинних угруповань, як наслідок порушується баланс екосистем.

Впродовж досліджуваного періоду (рис. 3) збільшення кількості аміаку в місті за останні роки не спостерігається, однак при опрацюванні отриманих

даних простежувались випадки перевищень середньодобових показників.

Моніторинг діоксиду азоту в атмосферному повітрі міста є надзвичайно важливим, оскільки потрапляючи в атмосферу NO_2 підкислює опади, що призводить до утворення нітратної кислоти, яка випадає з дощем та підкислює ґрунти й водойми. Високі концентрації можуть негативно впливають на стан рослинності, викликаючи некроз листя та уповільнюючи фотосинтез. Також, даний забруднювач може спричинити негативний вплив на організм людини. NO_2 є дратівливим газом, який може викликати кашель, біль у грудях, задишку.

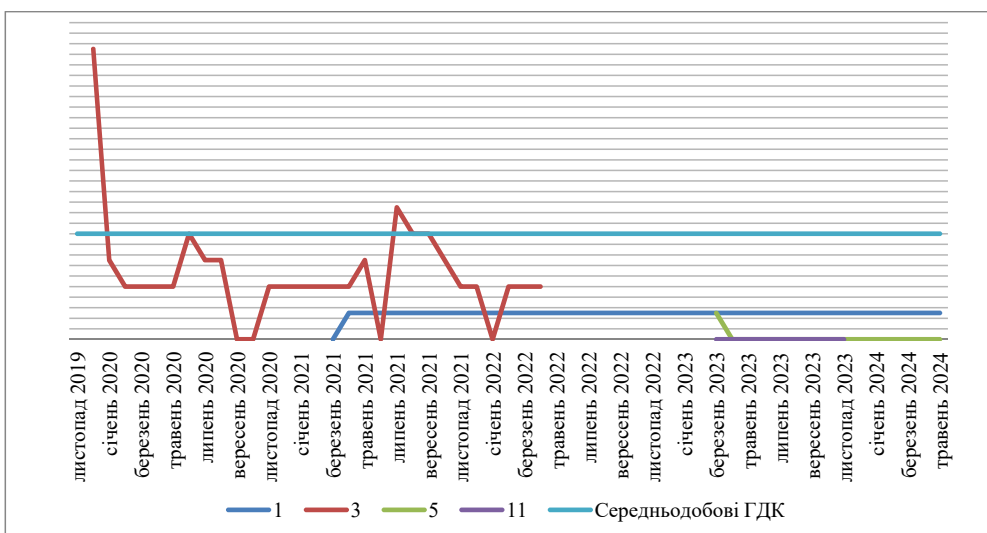


Рис. 3. Тенденція викидів аміаку в атмосферне повітря м. Житомир

Основним джерелом потрапляння в атмосферу є викиди від транспортних засобів. Для зниження викидів NO₂ слід використовувати більш екологічні види палива та встановлювати системи очищення відпрацьованих газів на автомобілях. (рис. 4) вказує на тенденцію до зменшення кількості викидів діоксиду азоту, що може свідчити про покращення екологічної ситуації, щодо забруднення повітря NO₂.

Система моніторингу якості повітря EcoCity, дозволяє отримувати характеристику про стан атмосферного повітря в реальному часі. Перевагою є те, що дані про якість повітря стають доступними для широкого загалу, що підвищує обізнаність громадян щодо екологічної ситуації. Інформація, зібрана системою, може допомогти місцевій владі та екологічним організаціям у прийнятті обґрунтованих рішень щодо покращення якості повітря. Проекти EcoCity,

впроваджуються у багатьох містах по всьому світу, оскільки вони надають цінну інформацію про стан довкілля та сприяють підвищенню якості життя міського населення.

Головні висновки. Система для визначення якості повітря EcoCity надає цінну інформацію про якість повітря, забезпечуючи покриття міської території станціями, що залучає громадськість до питань якості повітря доповнюючи професійні метеорологічні та екологічні станції моніторингу. Доступ до показників якості повітря в реальному часі, може стимулювати громадськість до підвищення екологічної свідомості. Оскільки, коли населення має доступ до інформації про якість повітря, підвищується рівень сприйняття екологічних проблем. Моніторинг EcoCity робить інформацію про довкілля доступною для всіх, а не лише для вузького кола фахівців, що

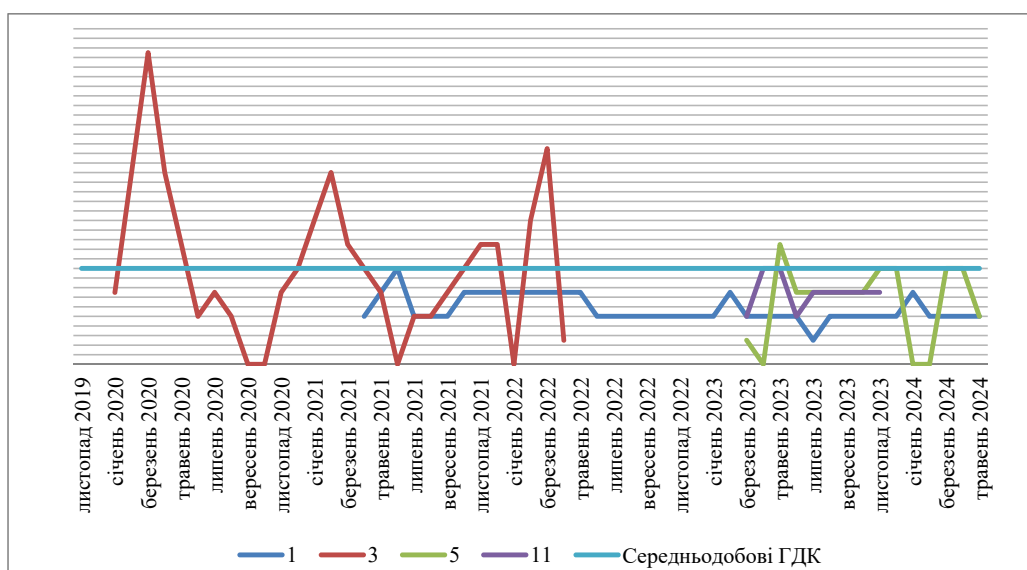


Рис. 4. Тенденція викидів діоксиду азоту в атмосферне повітря м. Житомир

сприяє прозорості та дозволяє громадянам брати активну участь у прийнятті рішень щодо екологічної політики. Отримана інформація може бути корис-

ною для валідації та покращення офіційних моделей забруднення повітря та розробки ефективних стратегій покращення якості повітря.

Література

1. Пацева І.Г., Кагукіна А.М. Аналіз стану атмосферного повітря міста Житомира. *Слобожанський науковий вісник*. Серія: Природничі науки. 2024. Вип.1. С. 77–81.
2. Васькін Р.А., Васькіна І.В. Аналіз динаміки забруднення атмосферного повітря України викидами автотранспорту. *Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського*. Вип. 5 (58), Ч. 1. 2009. С. 109–112.
3. Бабій В.В. Аналіз систем моніторингу якості повітря у місті Києві. Політ. *Сучасні проблеми науки : тези доповідей XXI Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених*. – Національний авіаційний університет. – Київ, 2021. С. 82–83.
4. Долженкова О.В. Наслідки впливу ракетних ударів на стан атмосферного повітря в Україні. *Екологічні науки* № 1(52), Том 1. 2024. С. 16-21.
5. Сагайдак Д.А., Боголюбов В.М. Аналіз систем моніторингу атмосферного повітря в місті Києві. *Екологічні науки* № 1(52), Том 1. С. 51-58.
6. Ткачук О.П., Мазур О.В. Проблеми адаптації системи моніторингу атмосферного повітря в Україні до вимог Європейського союзу. *Екологічні науки* № 1(52), Том 1. 2024. С. 65–70.
7. Карта моніторингу якості повітря. URL: <https://eco-city.org.ua/?zoom=12&lat=50.2888007&lng=28.6237395&station=1257&random=5933082> (дата звернення: 01.06.24).
8. «Українська мережа громадського моніторингу якості повітря Eсо City [База даних результатів моніторингу]. *Кабінет дослідника якості повітря України*. Івано-Франківськ: ГО «Фрі Ардуіно», 2024 р, № 656. 435 МБ. У форматі CSV. URL: <https://archive.eco-city.org.ua>
9. Kireitseva H., Demchuk L., Paliy O., Kahukina A. Toxic impacts of the war on Ukraine. *International Journal of Environmental Studies*. 2023. Vol. 80. pp. 267-276.
10. Пацева І., Барабаш О., Мельник-Шамрай В., Пацев І. Екологічна оцінка впливу пожеж у природних екосистемах на стан екологічної безпеки Житомирської області. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 3. 2023. С. 59–65.