



УДК 504.05:355/359(477)

IMPACT OF THE MILITARY ACTIONS IN UKRAINE ON THE ECOSYSTEM OF UKRAINE

ВПЛИВ БОЙОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ НА ЕКОСИСТЕМУ УКРАЇНИ

Oreshkov V.I. / Орешков В.І.*c.t.s., as. prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-9796-0216

Hynda V.V. / Гинда В.В.*lecturer / викладач*

ORCID: 0009-0005-9676-8173

Buheda L.K. / Бугеда Л.К.*senior lecturer / викладач*

ORCID: 0009-0009-3300-9275

*State University of Intelligent Technologies and Telecommunications,
Odesa, Kuznechna, 1, 65023**Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
Одеса, Кузнечна, 1, 65023*

Анотація. У статті розглянуто екологічні наслідки повномасштабної війни, розв'язаної Російською Федерацією проти України. Особливу увагу приділено масштабному застосуванню ракетних озброєнь та їхньому впливу на атмосферне повітря, ґрунт та водні ресурси. Визначено основні хімічні сполуки, що утворюються під час вибухів та горіння ракетного палива, серед яких – чадний газ, діоксиди азоту, свинець та інші токсичні речовини. Окреслено масштаби техногенного навантаження на екосистеми внаслідок обстрілів промислових об'єктів та критичної інфраструктури. Наведено результати моніторингу якості атмосферного повітря в Дніпропетровській, Запорізькій та Харківській областях, які підтверджують негативні зміни в екологічному стані регіонів. Проаналізовано основні чинники екологічних змін, спричинених війною: руйнування ґрунтового покриву, забруднення атмосферного повітря викидами від вибухів та пожеж, хімічне забруднення водних ресурсів, знищення лісових масивів і природних заповідних територій..

Ключові слова: Бойові дії, екологія, довкілля, забруднення, екологічні наслідки, ракетні обстріли, атмосферне повітря, токсичні речовини, моніторинг якості повітря, техногенна катастрофа.

З 2014 року продовжується кривава та руйнівна війна жорстокого агресора проти України. З 24 лютого 2022 року розпочався новий етап цієї війни. РФ почала повномасштабний наступ на всіх кордонах країни. Миттєво були зруйновані мрії та життя людей. Також створено серйозну загрозу навколишньому середовищу [1].

Активних бойових дій зазнали території Житомирської, Сумської, Луганської, Донецької, Херсонської, Миколаївської, Чернігівської, Київської, Запорізької, Харківської областей.



Одними із найважчих наслідків для екосистем є хімічне забруднення місць масового застосування боєприпасів. Також значної шкоди екосистемі завдають катастрофи після обстрілів підприємств та об'єктів критичної інфраструктури нашої держави. Причому Росія активно застосовує ракети і цим створює техногенні катастрофи по всій території України [2, 3].

За даними командування ЗСУ, тільки за період з 24 по 28 лютого 2022 року агресор випустив 113 ракет типу “Іскандер” та “Калібр” по містах і селах України. Зокрема, з 10 по 20 жовтня загарбники випустили 154 ракети, що більше, ніж на початку війни [4].

А загалом по Україні росіяни відпрацювали арсеналом до 5 тис. ракет.

“Основним типом ракетного озброєння, що застосовували росіяни протягом останнього періоду, стали крилаті ракети повітряного базування. При цьому за попередній період застосування цих ракет взагалі не відмічалось. Кількість застосованих ракет – 83 одиниці – перевищила кількість ракет цих типів, застосованих впродовж чотирьох місяців – червня, липня, серпня та вересня. В той період було застосовано лише 43 ракети», – повідомив 20 жовтня на брифінгу заступник начальника головного оперативного управління Генштабу ЗСУ Олексій Громов.

Майже третину – 29% – від застосованих ракет склали крилаті ракети морського базування типу “Калібр”, які також не застосовувались протягом попереднього періоду

Також противник збільшив інтенсивність використання крилатих ракет наземного базування. Щодня відбуваються обстріли прифронтових міст і селищ модифікованими зенітними ракетами із зенітних установок С300.

У Генштабі закликають українців не нехтувати правилами безпеки, адже навіть знищена ракета чи дрон можуть нести смертельну небезпеку.

Окрім наслідків від влучання, ракета сама по собі створює негативний ефект для довкілля. Будь-яка ракета містить пальне, вибухівку та детонатор. Навіть у випадку знищення відбувається хімічне забруднення атмосфери хімічними сполуками цих компонентів.



Так, зенітні ракети, що масово застосовуються РФ для обстрілу території України з комплексів С300, представляють собою двоступінчасту твердопаливну ракету з газодинамічними органами управління першої ступені. Різниця у конструкціях ракет різних модифікацій в основному пов'язана з більшим запасом палива у першій ступені, що збільшує дальність їх дії або швидкість польоту. Такі зенітні ракети обладнані осколково-фугасною бойовою частиною масою біля 150 кг. У головній частині розміщені блоки бортової апаратури, які керують наведенням та спрацюванням ракети.

У сучасних твердопаливних двигунах частіше всього застосовують суміш перхлорату амонію з алюмінієм, каучуками та іншими присадками.

Спалювання або утилізація підривом баліститу – твердого ракетного палива на основі нітрату целюлози та нітроефірних розчинників, що часто застосовується у ракетних двигунах військового призначення, супроводжується утворенням ряду токсичних компонентів (залежно від виду палива, що застосовується у конкретній ракеті): CO до 416,2 г/кг; C до 86,4 г/кг; Pb до 6,7 г/кг; PbO до 1,8 г/кг; NO до 161,6 г/кг; NO₂ до 2,9 г/кг; CH₄ до 55,0 мг/кг; NH₃ до 0,3 г/кг; HNO₂ до 0,4 г/кг; HCN до 5,2 г/кг.

До цієї суміші додається суміш продуктів підриву ініціюючих вибухових речовин (які застосовуються для підриву основної вибухової речовини у ракеті) та самої вибухової речовини бойової частини ракети. Також токсичними є продукти горіння електроніки, якою обладнані ракети.

У реальних умовах продукти вибуху ракети та її палива можуть взаємодіяти між собою, з ґрунтовими водами, з вологою повітря та киснем. Тому кінцевий хімічний склад продуктів спрацювання ракети буде завжди різним, в залежності від умов, у яких відбувся вибух.

Пожежі та вибухи – це кожного разу окрема екологічна катастрофа.

Оцінка екологічних наслідків ускладнюється військовою таємницею щодо фактичного складу компонентів, та браку інформації про сполуки та речовини, які утворюються під час вибуху та горіння ракети. Наслідки від їх горіння та вибуху для довкілля практично невідомі.



Впевнено можна говорити про помітні негативні наслідки для атмосфери та довкілля від масового використання ракетного озброєння, проте для подальшого систематичного дослідження феномену впливу важливим є фіксація кількості випадків використання такого зняряддя.

Звіт щодо стану атмосферного повітря у Дніпропетровській, Запорізькій та Харківській областях з 12.02 2024 по 18.02.2024.

По Дніпропетровській області впродовж грудня аналізувалися дані 24 станцій моніторингу EсоCity, які представлено на рисунку 1 та розташовані у різних місцях регіону [5]:

- м. Дніпро – 5 станцій (1 з них виключена з аналізу через недостатню кількість даних);
- м. Кривий Ріг – 5 станцій (1 з них виключена з аналізу через недостатню кількість даних);
- м. Нікополь – 3 станції;
- м. Марганець, м. Підгородне, смт Демурино, смт. Солоне, с. Свистунове, с. Мар'янське, ПЗ “Дніпропетровсько-Орільський” – по 1 станції.

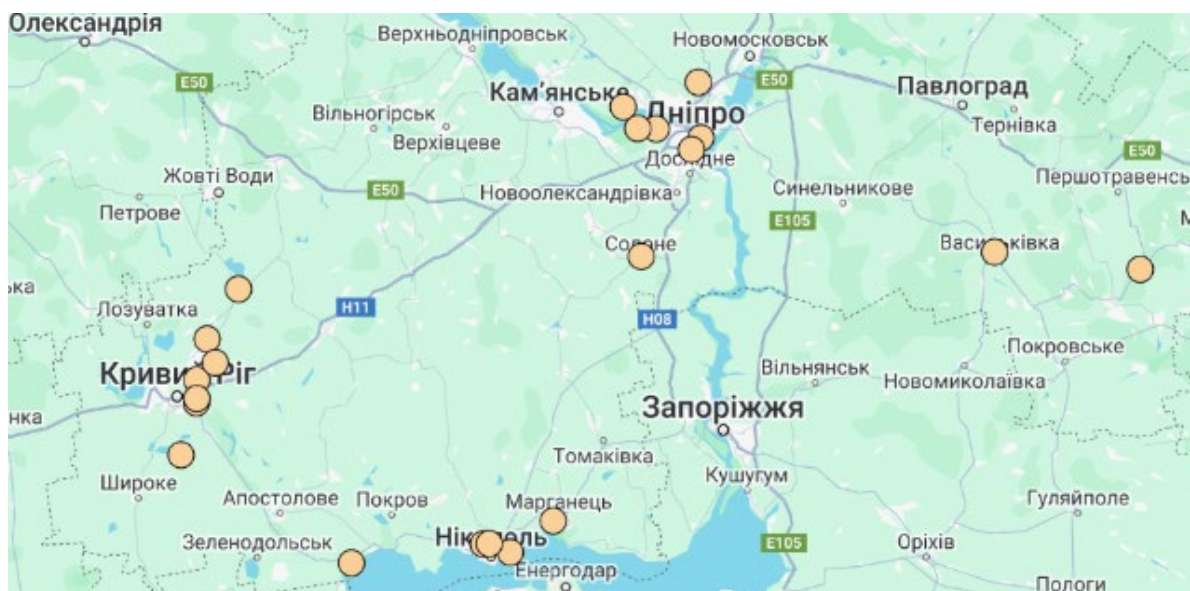


Рисунок 1 – Мапа Дніпропетровської області з усіма станціями моніторингу, які були взяті для аналізу [5]

Для більшого розуміння на рисунку 2 представлена мапа зі станціями розфарбованими по рівню забруднення:



- зелений – добра та задовільна якість повітря становить < 5%;
- жовтий – відсоток часу за тиждень коли категорія якості повітря на 3 та гірше становить 5% - 10%;
- помаранчевий – 10% - 50%; бордовий - > 50% часу за місяць;
- сірий – недостатньо даних.

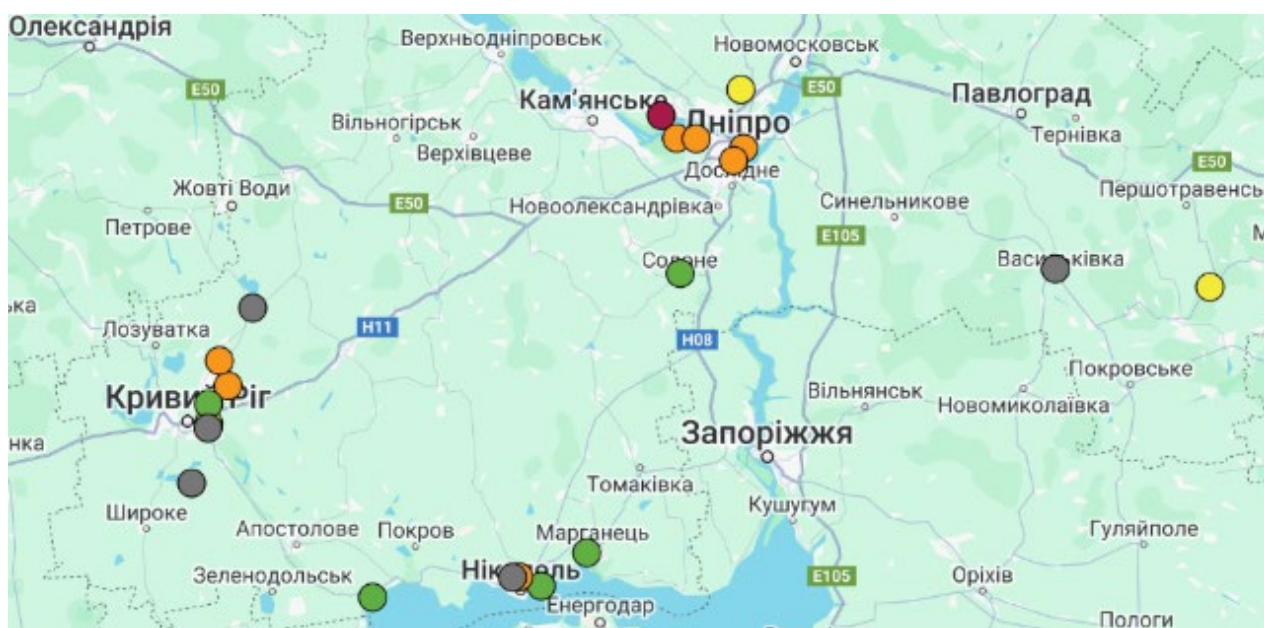


Рисунок 2 – Мапа Дніпропетровської області зі станціями розфарбованими по рівню забруднення [5]

У січні 2024 року найгірша ситуація спостерігалась на території природного заповідника “Дніпровсько-Орільський”

На всіх станціях за місяць показник гамма радіація коливався в межах 5,5 – 16,6 мкР/год, що відповідає природному фону та не становить загрози. Допустиме значення рівня радіаційного фону згідно Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97) – 30 мкР/год [6].

З усіх станцій які досліджувались були відібрані станції на яких спостерігалась несприятлива та погана якість повітря згідно UAQI (категорії якості повітря III – VI). На рисунку 3 представлено графік, на якому відображено % часу за місяць, коли на станціях спостерігалась несприятлива та погана якість повітря згідно UAQI, а також, показники які найбільше вплинули на якість повітря (беруться показники, кількість значень категорії індексу III та гірше яких



>50%, якщо такого немає – декілька речовин, але не більше 3-х, які загалом складають > 70% від загальної кількості значень).

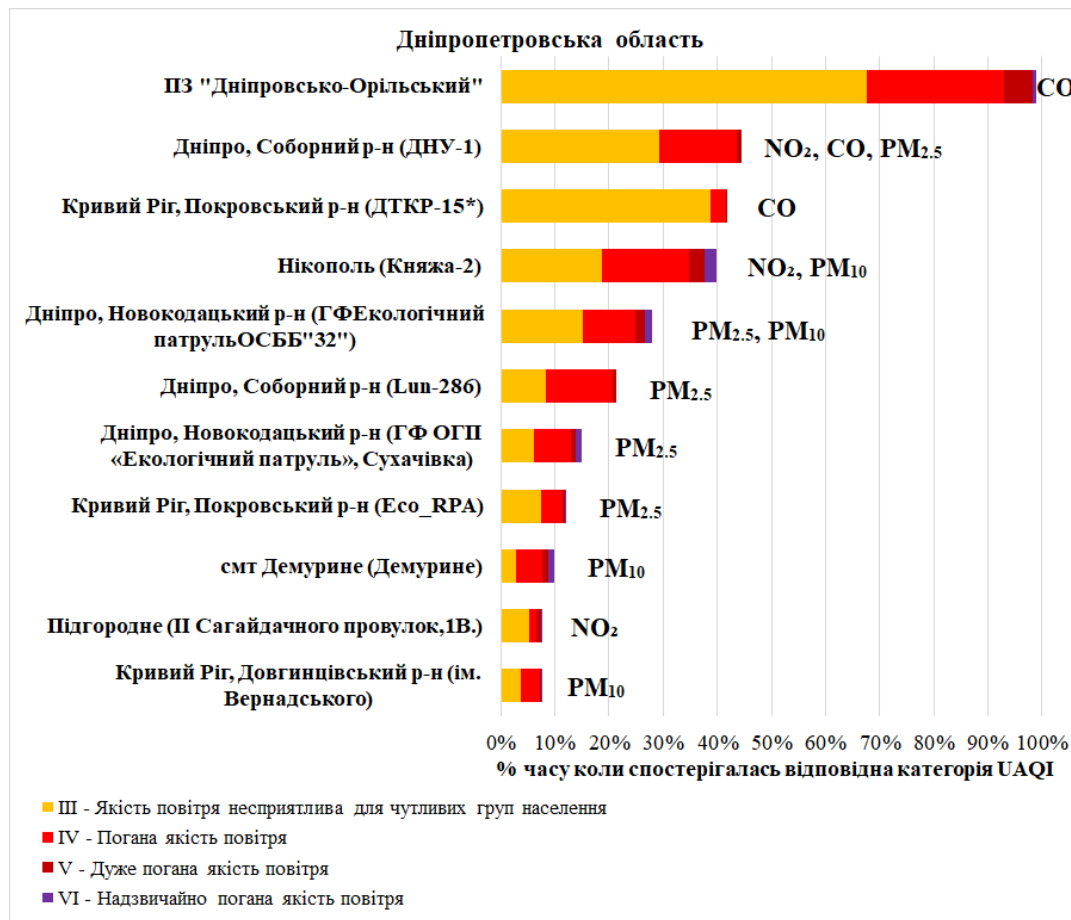


Рисунок 3 – Станції розташовані в Дніпропетровській області на яких % часу коли спостерігалась несприятлива та погана якість повітря становила 5–100% [5]

По Дніпропетровській області станції моніторингу у січні фіксували наступні шкідливі речовини, які найбільше впливали на якість атмосферного повітря [6]:

- дрібнодисперсний пил (PM_{2.5} та PM₁₀) у Кривому Розі, Дніпрі, Нікополі;
- діоксид азоту (NO₂) у Нікополі, Дніпрі та Підгородному;
- оксид вуглецю (CO) – у Кривому Розі, Дніпрі та на території Природного заповідника “Дніпровсько-Орільський”.



Стосовно повітря Запорізької області

В період з 01.01.2024 по 31.01.2024 взяті до аналізу 10 станцій моніторингу по Запорізькій області:

м. Запоріжжя – 9 станцій (з яких 3 станції з недостатньою кількістю даних для подальшого аналізу);

смт Малокатеринівка – 1 станція;

смт Балабине – 1 станція, яка виключена з аналізу через недостатню кількість даних.

На рисунку 4 представлені мапи зі станціями моніторингу за якими робився звіт та які розфарбованими по рівню забруднення

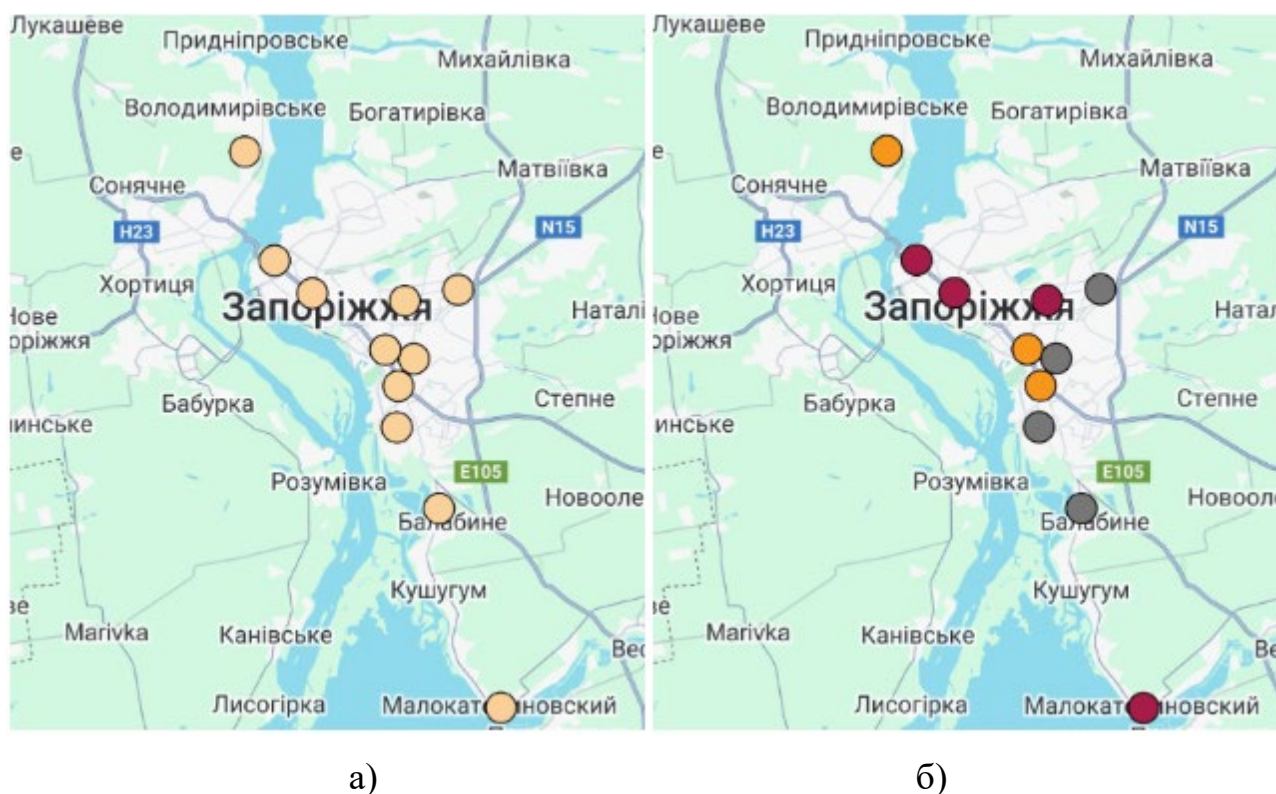


Рисунок 4 – Мапа Запорізької області з усіма станціями моніторингу за якими робився звіт (а), мапа зі станціями розфарбованими по рівню забруднення (б) [5]

На всіх станціях за січень 2024 року показник гамма радіації (потужності експозиційної дози гамма-випромінювання) коливався в межах 5,6 – 15,7 мкР/год (uR/h), що відповідає природному фону та не становить



загрози. Допустиме значення рівня радіаційного фону згідно Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97) – 30 мкР/год [6].

З усіх станцій які досліджувались були відібрані станції на яких спостерігалась несприятлива та погана якість повітря згідно UAQI (категорії якості повітря III – VI). На рисунку 5 представлено графік на якому відображено % часу за місяць коли на станціях спостерігалась несприятлива та погана якість повітря згідно UAQI, а також, показники які найбільше вплинули на якість повітря (беруться показники, кількість значень категорії індексу III та гірше яких >50%, якщо такого немає – декілька речовин, але не більше 3-х, які загалом складають > 70% від загальної кількості значень).

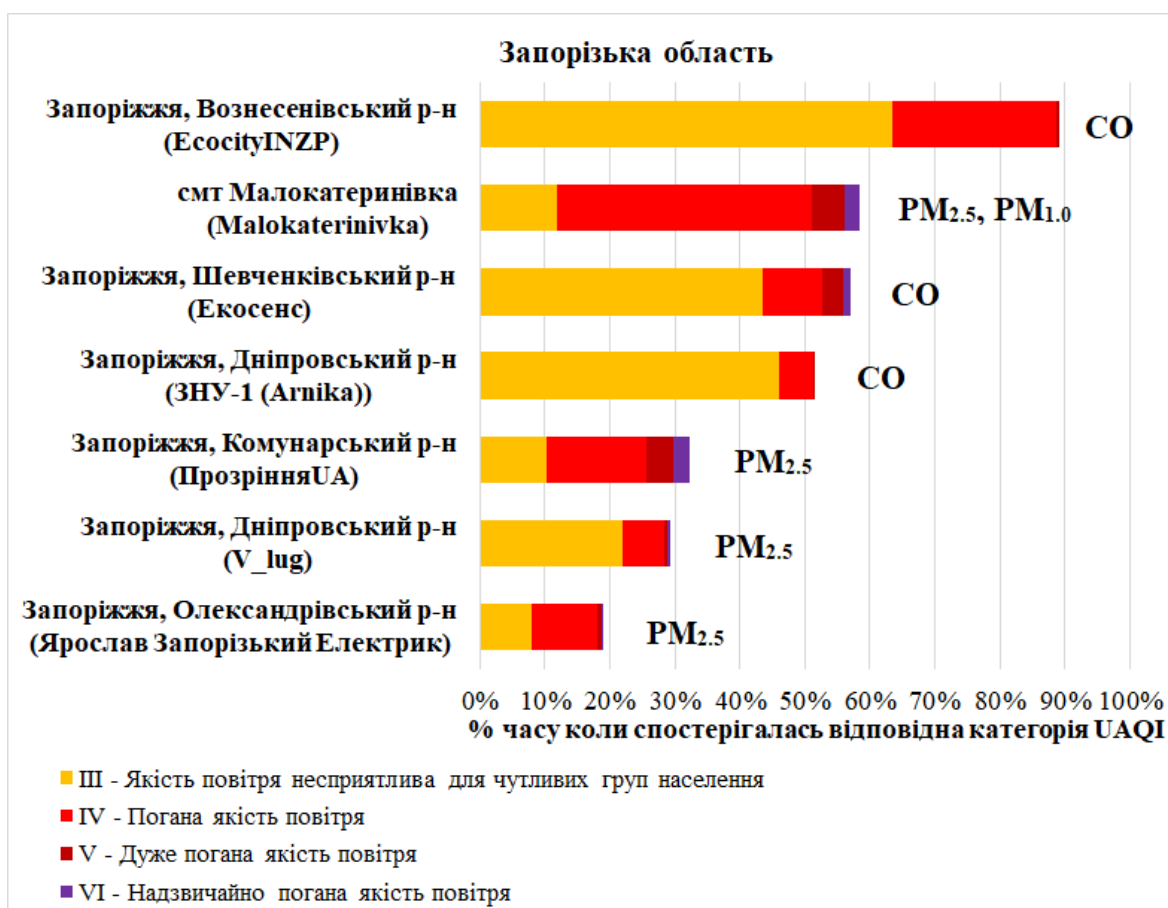


Рисунок 5 – Станції, що розташовані в Запорізькій області на яких % часу коли спостерігалась несприятлива та погана якість повітря [5]

У січні 2025 року станції моніторингу повітря EcoCity зафіксували наступні забруднювачі [5]:



- ✓ дрібнодисперсний пил (PM_{2.5} та PM₁₀, PM_{1.0}) – у Малокатеринівці та Запоріжжі;
- ✓ оксид вуглецю (CO) – у Запоріжжі.

Стосовно повітря по Харківщині

У січні 2025 року було проаналізовано роботу 8 станцій: у м. Харків – 6 станцій; смт Пісочин та с. Подвірки – по 1 станції.

На рисунку 6 представлені мапи зі станціями моніторингу за якими робився звіт та які розфарбованими по рівню забруднення

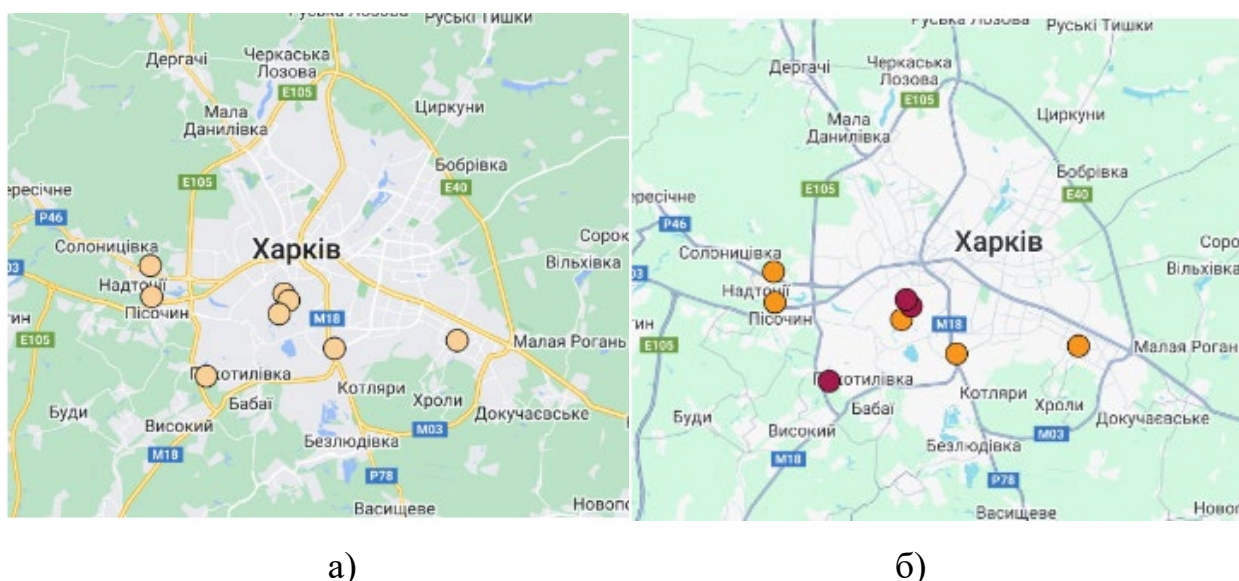


Рисунок 6 - Мапа Харківської області з усіма станціями моніторингу за якими робився звіт (а), мапа зі станціями розфарбованими по рівню забруднення (б) [5]

На всіх станціях за січень показник гамма радіації (потужності експозиційної дози гамма-випромінювання) коливався в межах 6,1 – 12,6 мкР/год(uR/h), що відповідає природному фону та не становить загрози. Допустиме значення рівня радіаційного фону згідно Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97) – 30 мкР/год [6].

З усіх станцій які досліджувались були відібрані станції на яких спостерігалась несприятлива та погана якість повітря згідно UAQI (категорії якості повітря III – VI). На рисунку 7 приведено графік на якому відображено %



часу за місяць коли на станціях спостерігалась несприятлива та погана якість повітря згідно UAQI, а також, показники які найбільше вплинули на якість повітря (беруться показники, кількість значень категорії індексу III та гірше яких >50%, якщо такого немає – декілька речовин, але не більше 3-х, які загалом складають > 70% від загальної кількості значень).

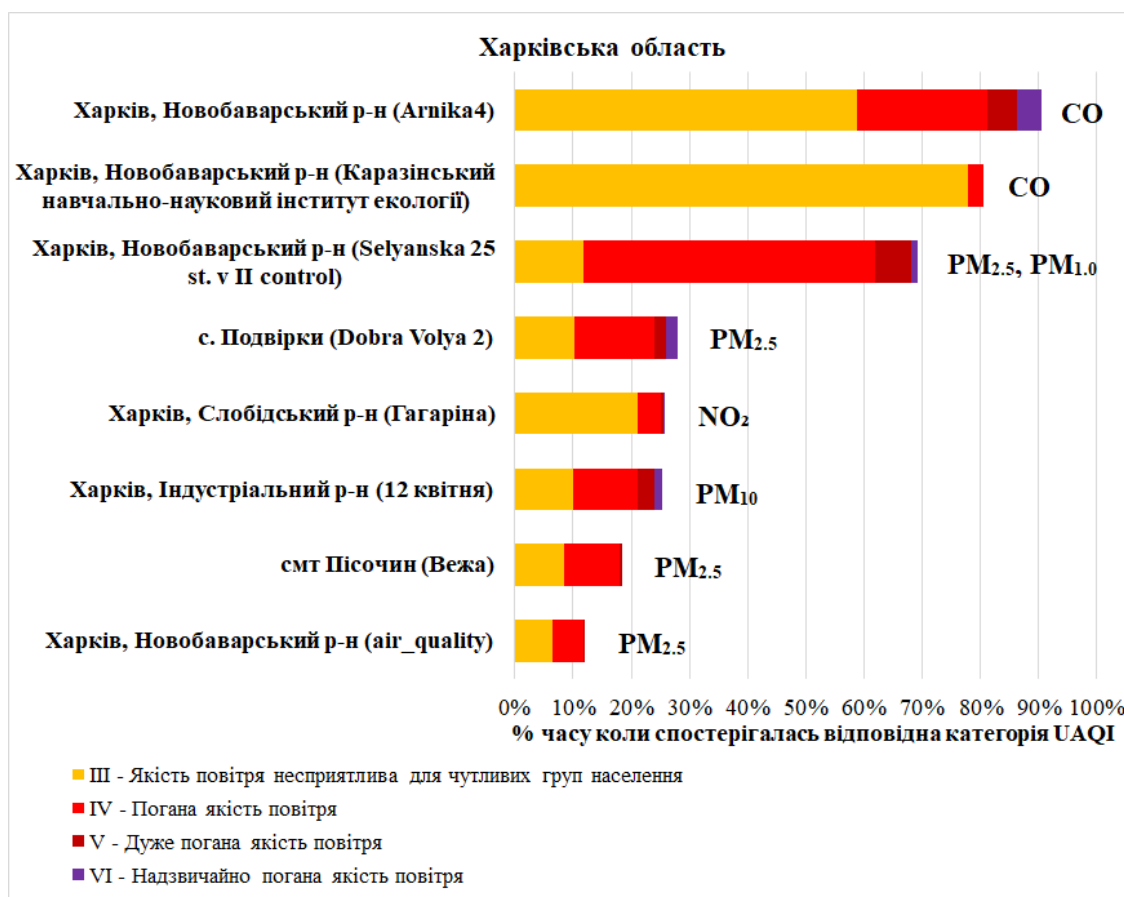


Рисунок 7 - Станції, що розташовані в Харківській області на яких % часу коли спостерігалась несприятлива та погана якість повітря [5]

В січні 2024 року з 8 станцій моніторингу, які потрапили у місячний звіт, зафіксували наступні забруднювачі по Харківщині:

- ❖ дрібнодисперсний пил (PM_{2.5} та PM₁₀, PM_{1.0}) – у Харкові, смт Пісочин, с. Подвірки;
- ❖ діоксид азоту (NO₂) та оксид вуглецю (CO) у Харкові.

Висновки.

1. Війна в Україні завдала значних екологічних збитків, що мають довготривалий та кумулятивний характер.



2. Масове використання ракет різних типів призводить до хімічного забруднення довкілля токсичними сполуками, небезпечними як для екосистем, так і для здоров'я людини.

3. Аналіз даних моніторингу атмосферного повітря свідчить про перевищення вмісту шкідливих речовин (PM2.5, PM10, NO₂, CO), особливо у промислових регіонах та зонах активних бойових дій.

4. Навіть у випадках, коли рівень гамма-випромінювання відповідає природному фону, якість повітря у низці регіонів класифікується як несприятлива чи погана, що підтверджує масштаб негативного впливу війни на екологію.

5. Подальші дослідження мають бути спрямовані на систематичний збір даних та оцінку довгострокових наслідків хімічного та техногенного забруднення.

Література:

1. BBC News Україна. Новини про війну в Україні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/news-64281161>.
2. United Nations Environment Programme (UNEP). Environmental impacts of the war in Ukraine: preliminary assessment. Nairobi, 2022.
3. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Екологічні наслідки війни в Україні. – Київ, 2023.
4. Генеральний штаб Збройних Сил України. Брифінги та офіційні повідомлення (2022–2024 рр.).
5. EcoCity. Система моніторингу якості повітря в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eco-city.org.ua>.
6. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Київ, 1998.

Abstract. The article examines the environmental consequences of the full-scale war launched by the Russian Federation against Ukraine. Particular attention is paid to the massive use of missile weapons and their impact on air, soil, and water resources. The main chemical compounds produced during explosions and rocket fuel combustion, such as carbon monoxide, nitrogen oxides, and lead, are identified. The study highlights the scale of technogenic pressure on ecosystems due to shelling of industrial facilities and critical infrastructure. Monitoring data on air quality in the



Dnipropetrovsk, Zaporizhzhia, and Kharkiv regions confirm significant deterioration in environmental conditions caused by military actions.

Key words: *military actions, ecology, environment, pollution, biodiversity, environmental consequences, missile attacks, atmospheric air, toxic substances, air quality monito, technogenic disaster.*

Статтю надіслано: 25.09.2025 р.

© Орєшков В.І.