

**Ломазов П.К.**, аспірант спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища

**Наукові керівники:** Павличенко А.В., д.т.н., професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища; Бучавий Ю.В., к.б.н., доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

## ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Війна, що триває в Україні, наносить велику шкоду екологічному середовищу. Так, за інформацією Всесвітнього фонду охорони природи, вже біля 20% природоохоронних територій України потерпіли від війни, а у зоні ризику опинилися 2,9 млн га Смарагдової мережі, території якої є значною частиною природоохоронної мережі Європи і яка охороняється у межах законодавства ЄС та Ради Європи [1].

У повітря надійшло понад 38 тисяч т викидів від горіння військової техніки та утворилося понад 352 тисячі т відходів, які забруднюють не лише повітря, а й землю.

На жаль, як для населення міст та інших урбанізованих територій виникли нові неорганізовані джерела викидів небезпечних речовин в атмосферне повітря з 2022 року від вибухів ракет різних видів, безпілотних літальних апаратів (БПЛА), горіння військової техніки, палива, при утилізації вибухової речовини та пожеж. Ці джерела не є стаціонарними тому спрогнозувати де саме буде вибух фактично неможливо. Наслідки від вибухів залежать від багатьох факторів – конструкції ракети або БПЛА, географічних даних, роботи протиповітряної оборони, наявних промислових об'єктів в зоні вибуху тощо.

Внаслідок вибуху, зазвичай утворюється пожежа. Це може бути пожежа на будь-якому промисловому комплексі або житловій забудові. Досить часто виникає пожежа, після чого горять паливно-мастильні речовини. Загоряння нафти та нафтопродуктів у сховищах може призвести до серйозного екологічного забруднення прилеглої території. Масштаби цього забруднення будуть пропорційні розмірам можливої пожежі, поглиблюючи вплив на навколишнє середовище та спричиняючи негативні наслідки для природи та мешканців регіону.

Поза очевидними наслідками від влучання, ракети приносять значний негативний вплив на навколишнє середовище вже на етапі їх виробництва, транспортування та використання. Кожна ракета містить різні компоненти, такі як пальне, вибухівку та детонатор, які можуть викликати серйозне забруднення довкілля. Наприклад, більшість ракет використовують паливо на основі нітрату целюлози та нітроестерів. Під час спалювання або утилізації цього палива відбувається викид токсичних сполук, таких як оксиди азоту, аміак та інші хімічні речовини. Ці речовини можуть спричинити серйозне забруднення атмосфери та впливати на здоров'я людей і екосистеми.

Більше того, велика кількість енергії, вивільненої під час польоту ракети, може спричинити утворення озону на нижніх шарах атмосфери, що може призвести до зниження якості повітря і збільшення ризику для здоров'я людей. В залежності від виду ракет та виду палива, що використовується, можуть бути вивільнені у повітря різні хімічні забруднюючі речовини, наприклад  $CO$  (оксид вуглецю),  $C$  (вуглець),  $Pb$  (свинець),  $PbO$  (оксид свинцю),  $NO$  (оксид азоту),  $NO_2$  (діоксид азоту),  $CH_4$  (метан),  $NH_3$  (аміак),  $HNO_2$  (нітритна кислота),  $HCN$  (ціановодень). Таким чином, крім безпосередніх наслідків від влучання, ракети також мають потенційно серйозний негативний вплив на довкілля через викид токсичних речовин та спричинення змін у складі атмосфери [2].

У разі, якщо боєприпас не було знешкоджено у повітрі – він може опинитися на поверхні землі. Згідно з законом України його потрібно утилізувати, обов'язково згідно із Порядком утилізації ракет, боєприпасів і вибухових речовин [3].

Під час вибуху ракети в атмосферному повітрі відбувається розпил та викид різних шкідливих речовин, які можуть бути небезпечними для навколишнього середовища та здоров'я людей, в залежності від їхньої концентрації та місці вибуху. Серед них можуть бути окиси азоту, діоксиди сірки, токсичні метали, аміак, діоксид вуглецю та інші речовини, які можуть викликати забруднення повітря та негативно впливати на якість атмосфери та здоров'я людей і тварин.

Важливо чітко розуміти які шкідливі концентрації викидаються у повітря саме під час дій – вибухів ракет та БПЛА, горінні палива та військової техніки. Стационарні пости спостереження, на жаль, несуть низьку ефективність для якісного дослідження стану атмосферного повітря у містах та інших урбанізованих територій саме для виконання завдання – оперативного дослідження якості повітря та необхідності швидкого відбору проби повітря для цього аналізу.

Оскільки прогнозування кількості, місця вибуху, його сили та рівню шкоди – не можливо спрогнозувати в даних умовах, а стационарні джерела вже є розміщеними і немає гарантій, що місце вибухів або інших дій, пов'язаних із військовою технікою буде знаходитися далеко від встановленого пункту спостереження за повітрям – вирішити цю проблему можуть мобільні пости спостереження.

Наприклад, за звітом Центру екологічного моніторингу у Дніпропетровській області, у них працювали мобільні сучасні станції, що дозволяють отримувати пробу атмосферного повітря в тому місці, де це потрібно. Станція в автоматизованому режимі може вимірювати значення 22 параметрів, зокрема оксиду вуглецю, діоксиду сірки, озону, температури повітря, атмосферного тиску, сонячної радіації та інших [4].

Дійсно, аналогічні станції зможуть виконувати завдання моніторингу атмосферного повітря задля отримання статистики реальної ситуації про стан та якість повітря, яким дихають громадяни. Таким чином, у разі локальної екологічної трагедії, а саме – ракетний вибух, пожежа, горіння палива на промислових підприємствах через ракетний обстріл, вибухи БПЛА – мобільні автоматичні стації дійсно зможуть оперативно прибути на це місце задля відбору проби та аналізу якості повітря.

#### Список використаних джерел:

1. Гуторова А. Д. Екологічні наслідки війни в Україні [електронний ресурс] / Гуторова А. Д. // Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологічно сталий розвиток урбосистем: виклики та рішення в контексті євроінтеграції України» ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2–3 листопада 2023 р. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: [https://eprints.kname.edu.ua/64315/1/Conference\\_NUUEK\\_2023\\_November\\_rev.pdf#page=151](https://eprints.kname.edu.ua/64315/1/Conference_NUUEK_2023_November_rev.pdf#page=151)
2. Екологічні загрози застосування ракетного озброєння та боєприпасів [електронний ресурс] // наука і бізнес: проблеми, перспективи та інновації в умовах воєнного стану. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/47508/1/%D0%A5%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BA%20%D0%97%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B0.pdf>.
3. Про затвердження Порядку утилізації ракет, боєприпасів і вибухових речовин URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/812-2006-%D0%BF>
4. Хазан, П.В., & Ангурець, О.В. (2018). Запровадження інноваційних технологій Дніпропетровської області на прикладі автоматизованої системи екологічного моніторингу. STABICON systems – 2018: матеріали Міжнародного наукового форуму. Суми : Сумський державний університет, 112–114.