

9. Ulrich R. S., Simons R. F., Losito B. D., Fiorito E., Miles M. A., Zelson M. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*. 1991. 11 (3). 201-230. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7)

10. Urban M. A., Roberts J. M. The hydrological impact of urban trees: A review. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2008. 7 (3). 183-195. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2008.04.003>

УДК 504

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ В УКРАЇНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ СТРАТЕГІЇ ДЛЯ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

*Б. В. Кирилів, Л. М. Архипова, д.т.н., професор
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Війна завжди впливає не тільки на людей, а й на природні ресурси та екосистеми. Війна проти України призвела до серйозних наслідків для навколишнього середовища: забруднено воду, ґрунти й повітря, а рослинний і тваринний світ потерпають від прямої та непрямой дії збройного конфлікту, радіаційна небезпека через атаки на атомні станції. У таких умовах вимагається гостра потреба у впровадженні технологій, здатних мінімізувати вплив війни на природу та забезпечити екологічну безпеку.

Кожен збройний конфлікт насамперед залишає по собі значні й тривалі наслідки, що виходять далеко за межі людських та матеріальних втрат. Військові дії завдають серйозної шкоди довкіллю, спричиняючи забруднення повітря, води та ґрунтів, радіаційні ризики й руйнування природних екосистем. Ці загрози, що безпосередньо впливають на здоров'я і безпеку населення, потребують глибокого дослідження й своєчасного реагування, аби запобігти подальшим екологічним катастрофам.

Враховуючи важливість існуючих наукових досліджень з проблематики техногенної безпеки та екологічних наслідків військових дій в Україні, О. Василюка, О.О. Найдюнова, І. Сухого, Є. Симонової, О. Овчинникової, А. Давидової, Дага Вейра та ін., необхідно визнати, що на сьогоднішній день недостатньо уваги приділяється оцінці проблем екологічних наслідків військових дій в Україні.

Мета. Дослідити сучасний стан техногенної безпеки та екологічні наслідки військових дій в Україні, визначити основні загрози. Через аналіз доступних даних і наукових джерел зробити суттєвий внесок у дослідження екологічної ситуації в Україні.

Виклад основного матеріалу. Війна, що триває в Україні, завдає значних страждань не тільки людям, а й незворотної шкоди довкіллю, яке стає мовчазною жертвою збройного конфлікту. Знищення промислових об'єктів, забруднення ґрунтів мінами та вибухами, затоплення шахт – лише частина того, як агресія впливає на природу.

Особливу загрозу принесло руйнування дамби Каховської ГЕС, які сталися у червні 2023 року. Величезна маса води, середній об'єм якого дорівнює 18 200 мільйонів м³, почала стрімко спускатись вниз за течією, затоплюючи всі населені пункти на своєму шляху. До 280 тон мастил, які були в агрегатах та трансформаторах ГЕС, створили плівку на поверхні води та осідають на дно затопленої місцевості. Це призвело до затоплення значних територій, загибелі людей, а також до масштабних екологічних катастроф. Вода, що затопила сільськогосподарські угіддя, завдала шкоди родючості ґрунтів, а викиди мастил викликали проблеми з забрудненням водних ресурсів.

Крім того, війна негативно вплинула на ядерну безпеку України. Загроза радіаційної катастрофи зростає з атакою на Запорізьку АЕС, де російські війська використовують об'єкт

для розташування техніки. Дії на інших АЕС, зокрема поблизу Хмельницької та Чорнобильської АЕС, створили ризики поширення радіоактивного забруднення, що може вплинути на великі території Європи. У разі будь-яких аварій на цих об'єктах наслідки можуть бути катастрофічними.

Заповідні природні території, що зазнали прямих пошкоджень, також зазнали втрат. Понад 12 000 км² території зазнали пожеж, що сталися на відстані до 30 км від лінії фронту, зачіпаючи ліси, болота та орні землі, що призводить до втрати біорізноманіття, загибелі рідкісних видів флори і фауни. Деякі з лісів є частиною природоохоронних територій, що ще більше ускладнює ситуацію.

Негативного впливу зазнають земельні ресурси: площа забруднених ґрунтів становить понад 859 тис. квадратних метрів, а засмічених земель – 19 млн квадратних метрів. Через мінування відбувається пошкодження ґрунтів та втрата родючості. Станом на липень 2024 року понад 144 тис. квадратних кілометрів України вважаються потенційно замінованими. Це ускладнює відновлення регіонів і створює небезпеку для мешканців. Відновлення екосистем вражених територій займе десятиліття, а деякі види можуть зникнути назавжди.

Станом на осінь 2024 року, протягом повномасштабної війни Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України було зафіксовано 5531 фактів негативного впливу на навколишнє середовище. Збитки, завдані довкіллю, оцінюються у 2,562 трлн грн.

Таким чином, війна в Україні створює численні екологічні виклики, які матимуть тривалі наслідки не лише для українського народу, але й для довкілля та екосистеми в цілому. Після закінчення бойових дій країні буде потрібно акцентувати свої сили не лише на відновлення інфраструктури, а й на екологічну реабілітацію територій, щоб зменшити негативний вплив війни на довкілля та здоров'я громадян.

Одним із першочергових кроків має стати інтеграція екологічних стандартів у всі відновлювальні процеси. Під час реконструкції інфраструктури слід дотримуватися сучасних екологічних норм, впроваджувати енергоефективні та екологічно чисті технології. Крім того, особливу увагу необхідно приділити відновленню природних ландшафтів, які зазнали значних руйнувань через військові дії. Рекультивация (реабілітація) земель, заліснення, очищення річок і озер – це ті напрями, які потребують першочергового втручання.

Війна в Україні призводить до серйозної екологічної кризи, наслідки якої складно оцінити через їхню комплексність і невизначеність. Проте важливо, щоб міжнародна спільнота звернула увагу на цю проблему, адже воєнні дії не лише загрожують Україні, а й створюють глобальні екологічні ризики.

Відновлення природних систем потребуватиме десятиліть. Дослідження свідчать, що деякі екосистеми можуть бути втрачені безповоротно. Вибухи, пожежі та переміщення важкої техніки завдають шкоди біорізноманіттю, забруднюючи воду, повітря та ґрунти небезпечними речовинами, які можуть залишатися в навколишньому середовищі протягом тривалого часу.

У процесах відновлення України перед нами стоїть велике завдання – не тільки відновити зруйновану інфраструктуру та екосистеми, але й забезпечити стійкий і екологічний розвиток. Ці проблеми вимагають термінового реагування з боку міжнародної спільноти, оскільки дії, які призводять до екологічних катастроф, мають бути визнані воєнними злочинами. Збереження природи та розробка ефективних заходів щодо її захисту є критично важливими для мінімізації довгострокових наслідків війни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (2023). Розрахунки екологічних збитків від воєнних дій в Україні.
2. WWF Україна. (2024). Екологічні слідки війни в Україні.
3. Пархоменко, І. (2024). Вплив війни на екологію та здоров'я населення. *Екологічний вісник України*.
4. Коперник. (2024). Огляд екологічного моніторингу в Україні.

5. Мамчур, О. (2024). Фіторемедіація в Україні: досвід та перспективи. *Журнал екологічних досліджень*.
6. Луценко, В. (2024). Біоремедіація як інструмент екологічного відновлення. *Екологія та захист природи*.
7. Організація з безпеки та співробітництва в Європі (ОБСЄ) (2023). Управління військовими відходами в умовах конфлікту.

УДК 614.8

ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В УМОВАХ ВІЙНИ

Я. Б. Кирилів¹, к.т.н., с.н.с., І. І. Калужняк¹, А.О. Литовченко²

¹Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

²Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Воєнні дії в Україні, які розпочалися у 2014 році та повномасштабне вторгнення у 2022 році, призвели до численних лісових пожеж, що завдають значної шкоди навколишньому середовищу та екосистемам. Згідно з різними експертними оцінками, від 20 до 30% території України вже зачеплено війною - це мінування, лісові пожежі внаслідок загорянь після обстрілів, різного роду забруднення тощо [6].

За даними завідувача сектору екології лісу УкрНДЦЛГА Сергія Сидоренка, у 2022 році фактично 70% від площі всіх пожеж зареєстровано у 25-кілометровій буферній зоні, у 2023 році - 45%. Кількість і площа ландшафтних пожеж збільшуються відносно відстані до лінії фронту. Так, у 2023 році щільність пожеж у 5-кілометровій буферній зоні була в 49 разів вищою порівняно із значенням щільності пожеж на решті території України, у 10-кілометровій зоні - у 10,5 разів, а у 20-кілометровій зоні - майже вдвічі. Також у 2023 році у порівнянні з 2022 роком збільшилася щільність пожеж і горимість ландшафтів, що свідчить про підвищення інтенсивності бойових дій (у 2-5 разів залежно від відстані до лінії фронту) [5].

Все ширше використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у повсякденному житті дозволяє суттєво змінити підхід до багатьох звичних речей, наприклад до реагування на виникнення пожежі та надзвичайні ситуації [2]. Зростання потреби в БпЛА в різних країнах цілком закономірне. Практичний досвід застосування БпЛА провідними країнами виявив широкий набір цивільних завдань, при вирішенні яких безпілотники показують високу ефективність. Як свідчить аналіз публічно доступних документів організації Європейського Союзу, розподіл споживчого попиту за період з 2015 до 2020 років для цивільних БпЛА виглядає наступним чином: 45% - урядового контролю у сфері внутрішніх справ та екологічного моніторингу, 25% - для пожежогашіння, 13% - сільського та лісового господарства, 10% - енергетики, 6% - огляду земної поверхні, 1% - зв'язку та мовлення [4].

Використання безпілотних літальних апаратів для моніторингу та гасіння пожеж в умовах війни стало важливим інструментом. БпЛА здатні проводити аерофотозйомку, здійснювати інфрачервоне сканування територій та виявляти місця загорання навіть у важкодоступних районах. Це дозволяє оперативно реагувати на загрози, спрямовувати ресурси на ті ділянки, де ризик поширення вогню є найвищим, та ефективно координувати дії пожежних підрозділів. БпЛА надають можливість контролювати ситуацію з безпечної відстані, що є особливо актуальним в умовах бойових дій. Вони можуть передавати зображення та інші дані в реальному часі, дозволяючи оцінювати масштаби пожежі, визначати шляхи її поширення та потенційно вразливі об'єкти поблизу. Завдяки такій технології можна приймати більш обґрунтовані рішення та знижувати ризики для рятувальників і військових.