

НЕБЕЗПЕЧНІ КОМПОНЕНТИ ВІДХОДІВ РУЙНАЦІЙ ЯК ВИКЛИК ЕКОЛОГІЧНІЙ БЕЗПЕЦІ

Нонік Л.Ю., Пацева І.Г.

Державний університет «Житомирська політехніка»

вул. Чуднівська, 103, 10005, м. Житомир

rig@ztu.edu.ua, kgt_nlyu@ztu.edu.ua

У статті розглянуто небезпечні компоненти відходів руйнацій, які утворюються внаслідок воєнних дій, зокрема під час збройного конфлікту на території України. Встановлено, що ці відходи мають складний багатокомпонентний хімічний склад і містять велику кількість токсичних та шкідливих речовин. Зокрема, у процесі знищення житлових будівель, об'єктів інфраструктури, промислових і сільськогосподарських об'єктів у довкілля вивільняються продукти горіння, уламки озброєння, елементи електроніки та залишки будівельних матеріалів. Часто такі матеріали містять важкі метали, канцерогени, нафтопродукти, пластмаси, азбест і вибухонебезпечні залишки.

Особливу увагу приділено аналізу екологічних і соціальних ризиків, пов'язаних із наявністю у відходах свинцю, кадмію, ртуті, азбестових волокон, полімерних компонентів і бойових залишків. Оцінено їхні фізико-хімічні властивості, стійкість у довкіллі, токсичність, здатність до біоаккумуляції та механізми впливу на живі організми. Встановлено, що більшість таких речовин чинить мутагенну, канцерогенну та хронічну токсичну дію, а також забруднює повітря, ґрунти й водні ресурси.

Наголошено на тому, що в Україні на сьогодні відсутній системний підхід до ідентифікації, класифікації та управління відходами руйнацій з урахуванням їхніх небезпечних властивостей. Законодавча і нормативна база в цій сфері потребує суттєвого вдосконалення. Підкреслено необхідність розробки державної політики, яка б включала механізми залучення спеціалізованих підрядників, формування процедур безпечного збору, тимчасового зберігання та утилізації таких відходів. Окремо зазначено важливість проведення просвітницької роботи з населенням, яке перебуває на територіях, що зазнали воєнних пошкоджень.

Також обґрунтовано доцільність впровадження сучасних технологій переробки та знешкодження відходів із вмістом небезпечних речовин, створення інституційних механізмів екологічного моніторингу та реагування на довготривалі наслідки війни. Запропоновано комплексний підхід до управління відходами руйнацій, який поєднує екологічні, технічні та соціальні інструменти для зменшення шкоди довкіллю та здоров'ю населення. *Ключові слова:* відходи руйнацій, небезпечні компоненти, азбест, важкі метали, мікропластик, вибухонебезпечні предмети, екологічна безпека, токсичність, війна, постконфліктне відновлення.

Hazardous components of destruction waste as a challenge to environmental safety. Nonik L., Patseva I.

The article examines the hazardous components of demolition waste generated as a result of military operations, in particular during the armed conflict in Ukraine. It was found that these wastes have a complex multi-component chemical composition and contain a large number of toxic and harmful substances. In particular, during the destruction of residential buildings, infrastructure, industrial and agricultural facilities, combustion products, weapons fragments, electronic components and construction material residues are released into the environment. Such materials often contain heavy metals, carcinogens, petroleum products, plastics, asbestos and explosive residues. Particular attention is paid to the analysis of environmental and social risks associated with the presence of lead, cadmium, mercury, asbestos fibers, polymer components and combat residues in waste. Their physicochemical properties, environmental stability, toxicity, bioaccumulation ability and mechanisms of impact on living organisms are assessed. It was established that most of these substances have mutagenic, carcinogenic and chronic toxic effects, and also pollute air, soil and water resources.

It was emphasized that in Ukraine today there is no systematic approach to the identification, classification and management of demolition waste, taking into account their hazardous properties. The legislative and regulatory framework in this area requires significant improvement. The need to develop a state policy that would include mechanisms for attracting specialized contractors, the formation of procedures for the safe collection, temporary storage and disposal of such waste was emphasized. The importance of conducting educational work with the population located in territories that have suffered war damage was separately noted.

The feasibility of introducing modern technologies for processing and neutralizing waste containing hazardous substances, the creation of institutional mechanisms for environmental monitoring and responding to the long-term consequences of the war was also substantiated. A comprehensive approach to demolition waste management is proposed, which combines environmental, technical, and social tools to reduce harm to the environment and public health. *Key words:* demolition waste, hazardous components, asbestos, heavy metals, microplastics, explosive remnants of war, environmental security, toxicity, armed conflict, post-conflict recovery.

Постановка проблеми. Збройні конфлікти, особливо тривалі й масштабні, супроводжуються масовими руйнуваннями інфраструктури, внаслідок чого утворюється велика кількість відходів руйнацій. Серед них – небезпечні компоненти: азбест, важкі метали, нафтопродукти, вибухові речовини, які створюють тривалі ризики для довкілля та здоров'я людей. В Україні ця проблема набула критич-

ного характеру внаслідок повномасштабної війни з 2022 року.

Актуальність дослідження. Військові дії в Україні тривають безпосередньо на її території, що робить ситуацію винятковою: ураження зазнають як міста і села, так і промислові та природоохоронні зони. Унаслідок масштабних руйнувань житлової, транспортної, військової та промислової інфра-

структури утворюються мільйони тонн відходів, значна частина яких є небезпечними для навколишнього середовища та здоров'я населення. Ці відходи включають азбест, важкі метали, пластики, вибухові речовини, залишки паливно-мастильних матеріалів, хімічні реагенти, електроніку тощо. Вони не лише ускладнюють процес відновлення територій, а й спричиняють нові хвилі забруднення, які можуть мати відкладений, але довготривалий вплив.

Світова практика свідчить про те, що збройні конфлікти часто залишають після себе «екологічні міні сповільненої дії» – приховані забруднення ґрунтів, води і повітря, які роками негативно впливають на здоров'я населення та функціонування екосистем. Тому питання ідентифікації, класифікації та безпечного поводження з такими відходами набуває критичного значення не лише для відбудови країни, а й для гарантування екологічної та національної безпеки.

Актуальність цієї проблеми зумовлюється також і тим, що національні системи управління відходами, зокрема небезпечними, не були підготовлені до таких викликів. В Україні відсутній системний підхід до обліку, класифікації, сортування та утилізації руйнівних відходів у воєнний і післявоєнний періоди. Це створює ризики не лише для довкілля, але й для життя людей, які повертаються до постраждалих територій без достатнього знання про потенційні небезпеки.

Дослідження цієї теми є необхідним для розробки ефективних стратегій з управління відходами руйнацій, зниження екологічних ризиків, інтеграції міжнародних практик, формування нових екологічних стандартів у сфері відновлення інфраструктури. Саме тому вивчення небезпечних компонентів таких відходів, їхнього впливу на довкілля та здоров'я населення, а також аналіз можливих підходів до їх поводження, є науково і практично обґрунтованим і вкрай актуальним у сучасних умовах.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Автори зосереджуються на вивченні небезпечних компонентів відходів, що утворюються під час війни, їхнього впливу на довкілля та здоров'я, а також на пошуку ефективних методів ідентифікації, знешкодження і управління. Дослідження має безпосередній зв'язок із державними програмами з екологічної безпеки, післявоєнного відновлення, гуманітарного розмінування та стратегіями сталого розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика поводження з відходами, що виникають унаслідок руйнації будівель та інфраструктури, особливо в умовах збройних конфліктів, привертає дедалі більше уваги в наукових колах. У наукових працях ця тема розглядається з різних аспектів: токсикологічного, екологічного, соціального, техногенного та медико-біологічного. Дослідження відзначають, що відходи такого типу мають надзвичайно складний хімічний склад і часто містять ком-

поненти, які становлять безпосередню небезпеку для навколишнього середовища і здоров'я людини. У науковій літературі питання впливу компонентів відходів руйнації на довкілля висвітлено у низці праць [1–5, 7, 8, 19, 20, 22]. Окрема увага приділена токсичності азбесту [9–11, 21], важких металів [13, 14], полімерів [15, 16], нафтопродуктів [17, 18], вибухових речовин [6, 12]. Дослідження вказують на необхідність розробки ефективних механізмів управління, знешкодження та переробки цих відходів для запобігання довготривалому впливу на екосистеми та здоров'я населення.

Загалом аналіз наукових досліджень та публікацій свідчить про наявність значного обсягу напрацювань щодо окремих видів небезпечних речовин, однак недостатньо комплексних підходів до оцінки сукупного екологічного та соціального ефекту від відходів руйнацій. Також мало досліджень стосується українських реалій воєнного періоду, що потребує подальшого розвитку національної школи з екологічної безпеки в умовах воєнних дій і післявоєнного відновлення.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Недостатньо дослідженими залишаються питання ідентифікації небезпечних компонентів на пошкоджених військовими діями територіях України, шляхів їхньої міграції у середовищі, впливу на біоценози та соціального ризику. Також, в Україні відсутні ефективні технології локалізації та утилізації відходів зі змішаним складом у воєнний та післявоєнний періоди.

Новизна. Представлено системний аналіз конкретних небезпечних компонентів відходів руйнацій, окреслено алгоритм їх виявлення, охарактеризовано вплив на довкілля і здоров'я та запропоновано інтегровану модель управління з урахуванням міжнародного досвіду та сучасних технологій.

Методологічне або загальнонаукове значення. Дослідження формує підґрунтя для створення державних стратегій з екологічної безпеки, зокрема для поводження з відходами у зонах військових дій. Воно має міждисциплінарний характер, поєднує екологічні, інженерні, токсикологічні, соціальні аспекти, та є цінним для екологів, урбаністів та фахівців з безпеки.

Викладення основного матеріалу. Сучасні збройні конфлікти, особливо ті, що мають тривалий характер і охоплюють густозаселені території, супроводжуються масштабними руйнуваннями інфраструктури, промислових і житлових об'єктів. Наслідком цього є утворення великого обсягу відходів руйнації, що включають як інертні, так і високонебезпечні компоненти. До них належать залишки азбестовмісних матеріалів, важких металів, пластмас, нафтопродуктів, вибухонебезпечних предметів та інших хімічних речовин техногенного походження. Вони можуть не лише погіршувати санітарно-епідеміологічний стан територій, але

й призводити до глибокої деградації екосистем, створюючи довготривалі ризики для здоров'я людей.

Особливо актуальною ця проблема є для України, яка після повномасштабного вторгнення у 2022 році, стикається з безпрецедентними обсягами пошкодження житлового фонду, промислових підприємств, інженерних мереж, інфраструктурних об'єктів. У результаті знищується або суттєво пошкоджується матеріальна складова держави, а відходи від цих руйнувань, у багатьох випадках, накопичуються без належного сортування, обліку та контролю.

Відсутність належної системи управління такими відходами загрожує забрудненням ґрунтів, водних ресурсів, атмосфери, порушенням біоценозів і зниженням безпеки проживання на постраждалих територіях. Більше того, значна частина цих відходів є небезпечною не лише з екологічної, а й з техногенної точки зору – наприклад, нерозірвані боєприпаси, токсичні хімічні речовини, мінерали з канцерогенними властивостями.

Розуміння масштабів і характеру цієї проблеми є важливою передумовою для розробки національних стратегій з очищення, рекультивації та екологічної реабілітації територій. Це вимагає як глибокого наукового аналізу небезпечних компонентів відходів, так і впровадження кращих міжнародних практик щодо збирання, ідентифікації, утилізації та мінімізації ризиків. У цьому контексті дане дослідження розглядає ключові екологічні й соціальні виклики, пов'язані з відходами руйнацій, та пропонує підходи до їх безпечного управління.

Метою цього дослідження є комплексне вивчення складу та екологічної небезпеки відходів, що утворюються внаслідок руйнації інфраструктурних об'єктів під час воєнних дій, а також аналіз їх впливу на довкілля та здоров'я населення. Дослідження покликане ідентифікувати найбільш загрозливі компоненти відходів (азбест, важкі метали, полімери, нафтопродукти, боєприпаси), охарактеризувати їхні фізико-хімічні властивості, механізми впливу, маршрути міграції у навколишньому середовищі, а також соціальні та інфраструктурні ризики, пов'язані з їх накопиченням. Крім того, ставиться завдання проаналізувати сучасні підходи до управління такими відходами, розглянути нормативно-правові ініціативи, наявні технології знешкодження та можливості міжнародної співпраці. Це дозволить сформувати основу для розробки стратегічних рішень у сфері екологічної безпеки в умовах воєнного та післявоєнного періоду.

Руйнування інфраструктури під час воєнних дій призводить до утворення великої кількості відходів, серед яких особливу небезпеку становлять матеріали з високою токсичністю, стійкістю до розкладу та вибухонебезпечністю.

Азбест – мінерал, широко використовуваний у будівництві, демонструє вкрай небезпечні властивості при руйнуванні будівель. Потрапляючи

в атмосферу у вигляді мікроскопічних волокон, він викликає легеневі хвороби, включаючи онкопатології. У країнах ЄС та низці інших держав його використання заборонене, проте в Україні ще донедавна азбест залишався поширеним. Особливо ризикованим є несанкціоноване спалювання чи поховання азбестовмісних матеріалів, що призводить до забруднення атмосфери, ґрунтів та підземних вод. Ефективне управління азбестовими відходами є критично важливим для зменшення ризиків. Перш за все, потрібно визначити матеріали, що містять азбест, перед знесенням чи ремонтом будівель. Також, необхідно провести безпечний демонтаж, який має передбачати проведення робіт спеціалізованими командами з дотриманням санітарних норм. Утилізувати відходи руйнацій, що містять азбест, потрібно на спеціалізованих полігонах у герметичних контейнерах. Невід'ємною частиною серед заходів ефективного управління азбестовими відходами є освіта населення, а саме інформування про ризики контакту з азбестовими матеріалами.

Важкі метали (свинець, кадмій, ртуть) часто присутні у будівельних елементах, фарбах, електроніці та старому технічному обладнанні. Їхні властивості – токсичність, кумулятивний ефект та здатність до біоаккумуляції – роблять їх особливо небезпечними. Метали проникають у ґрунт, вимиваються до водойм, викидаються у повітря з пилом, що призводить до отруєння тварин, забруднення сільськогосподарських угідь і прямої загрози здоров'ю людей. Важкі метали у відходах руйнацій становлять серйозну екологічну проблему, яка потребує системного підходу до вирішення, включаючи суворий контроль за управлінням відходами, інформування громадськості та запровадження сучасних технологій переробки.

Полімери – ще один важливий компонент відходів. Пластикові труби, ізоляційні матеріали, оздоблювальні панелі та елементи електроніки – усе це після руйнування потрапляє у довкілля. Завдяки високій стійкості до розкладу, пластик забруднює території на десятки, а то й сотні років. У процесі деградації утворюються мікропластики, які проникають у воду, харчові продукти, повітря. При спалюванні полімерів виділяються токсичні речовини – діоксини, фурани, що мають мутагенну та канцерогенну дію. Ефективне вирішення проблеми накопичення пластикових компонентів у відходах потребує комплексного підходу, що включає сортування, переробку, безпечну утилізацію та скорочення використання первинного пластику. Впровадження сучасних технологій і екологічно відповідальних практик дозволить мінімізувати негативний вплив пластикових відходів на екосистему й сприятиме досягненню цілей сталого розвитку.

Джерелами нафтопродуктів, що забруднюють довкілля під час руйнування, є будівельні матеріали, мастила, паливо, електрообладнання, а також

об'єкти, зокрема автозаправні станції, промислові споруди, транспортна та житлова інфраструктура. Потрапляючи у ґрунт і воду, вони утворюють токсичні плями, змінюють властивості ґрунтів, знижують родючість, блокують доступ кисню до водних організмів, спричиняючи масову загибель флори та фауни. Випаровування нафтопродуктів забруднює атмосферу леткими органічними сполуками, небезпечними для людини. Методи управління нафтопродуктами у відходах руйнацій повинні включати кілька ключових етапів, починаючи зі збирання та транспортування. Для збирання рідких нафтових залишків використовуються спеціалізовані резервуари, що забезпечують ефективне зберігання та транспортування нафтопродуктів. Крім того, для збору розлитих нафтопродуктів застосовуються адсорбенти, такі як цеоліти та активоване вугілля, які допомагають швидко поглинати нафтопродукти.

Боєприпаси та вибухонебезпечні речовини (ВНР) залишаються після обстрілів, вибухів, підривів складів. Снаряди, гранати, міни, касетні елементи, а також хімічні сполуки (ТНТ, гексоген, фосфор) – все це потрапляє у довкілля й зберігається там десятиліттями. Розклад вибухових речовин забруднює водні й ґрунтові ресурси. Уражені території стають непридатними для господарської діяльності. ВНР становлять не лише екологічну, а й соціальну небезпеку – обмеження на пересування, повернення переселенців, високий ризик травмування населення.

Сьогодні Україна є найбільш забрудненою мінами країною в Європі, а, ймовірно, і у світі. Тому питання ефективного управління вибухонебезпечними залишками потребує комплексного підходу, включаючи сучасні технології знешкодження, моніторинг забруднень та залучення міжнародних організацій у процеси розмінування. Методи управління відходами, які можуть містити боєприпаси та вибухонебезпечні речовини мають включати кілька основних напрямів: ідентифікацію та розмінування, утилізацію, очищення територій та проведення інформаційних кампаній. Ідентифікація та розмінування мають включати використання сучасних технологій для виявлення вибухонебезпечних предметів, таких як металодетектори та дрони, які дозволяють точно знаходити боєприпаси. Для знешкодження вибухонебезпечних предметів повинні залучатися професійні сапери, які займаються демілітаризацією нерозірваних боєприпасів, що дозволить знизити ризик для цивільного населення та забезпечити безпеку на забруднених територіях.

Комплексне управління відходами руйнацій має включати:

- попередню ідентифікацію небезпечних компонентів (шляхом аналізу конструкцій, використання сенсорних технологій, супутникового моніторингу);
- спеціалізований демонтаж і сортування з урахуванням норм безпеки (ізоляція азбесту, розпізнавання нафтопродуктів, вилучення електроніки);

- створення безпечних місць для утилізації або захоронення (контейнеризоване зберігання, герметизація, термічне або хімічне знешкодження);

- застосування технологій біоремедіації (мікроорганізми для розщеплення токсинів, адсорбенти);

- розмінування територій (із залученням саперів, дронів, металодетекторів, сучасних інструментів GIS);

- інформування та освіта населення, навчання фахівців, розробка інструкцій, інформаційних кампаній.

Крім того, важливою є міжнародна співпраця: Україна має залучати досвід ООН, НАТО, UNEP, а також урядів інших держав для створення системи управління небезпечними відходами у зоні воєнного впливу.

Висновки. Відходи руйнації, що виникають унаслідок збройних конфліктів, становлять складну й довготривалу загрозу для довкілля, здоров'я населення, економіки та екосистем. До їх складу входять небезпечні речовини – азбест, важкі метали (свинець, кадмій, ртуть), токсичні полімери, мікропластик, залишки нафтопродуктів, боєприпаси й вибухонебезпечні предмети. Вони характеризуються високою стійкістю до розкладу, біоаккумулятивністю, канцерогенними, мутагенними та токсичними властивостями, що значно ускладнює їхню утилізацію й відновлення постраждалих територій. Небезпека цих відходів проявляється як у безпосередньому впливі (через повітря, воду, ґрунт), так і в опосередкованому – через деградацію природних ресурсів, втрату біорізноманіття та забруднення екосистем. В умовах повномасштабної війни в Україні масштаби накопичення таких відходів є безпрецедентними й потребують термінових рішень.

Для подолання екологічних і соціальних наслідків необхідно створити національну систему обліку, класифікації та моніторингу небезпечних відходів, а також впровадити протоколи їх поводження з урахуванням токсичності та рівня ризику. Ключовими завданнями є розвиток інфраструктури для сортування, зберігання, переробки відходів, підготовка фахівців і підвищення екологічної обізнаності населення. Важливо залучати міжнародних партнерів до формування та реалізації екологічної політики в умовах війни та відновлення. Комплексний підхід до управління такими відходами – це шлях до запобігання екологічним катастрофам, збереження здоров'я населення та забезпечення сталого розвитку. Формування екологічно безпечної стратегії має стати одним із пріоритетів на шляху відновлення України.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати можуть бути використані для розробки державної програми екологічної безпеки в зонах військових дій; формування протоколів і стандартів з управління небезпечними відходами; навчання фахівців з екології, урбаністики, техногенної безпеки; підготовки інформаційних кампаній для населення; планування післявоєнної відбудови на принципах сталого розвитку.

Література

1. Baniyas G., Karkanias C., Batsioulas M., Melas L., Malamakis A., Geroliolios D., Skoutida S., Spiliotis X. Environmental assessment of alternative strategies for the management of construction and demolition waste: A life cycle approach. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, № 15. P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14159674>.
2. De Hemptinne J. The regulation of hazardous substances and activities during warfare. *Journal of International Criminal Justice*. 2023. Vol. 20, № 5. P. 1253–1285. DOI: <https://doi.org/10.1093/jicj/mqac057>.
3. Dehaghi R., Najafi J. Protection of the environment against damage during armed conflict. *Environmental Sciences*. 2016. Vol. 14, № 2. P. 139–153.
4. Herasymchuk L., Patseva I., Valerko R., Ustymenko V. Military actions in Ukraine as ecocide and challenge to Formulas of peace. *Present Environment and Sustainable Development*. 2024. Vol. 18, № 2. DOI: <https://doi.org/10.47743/pesd2024182015>.
5. Kotsiuba I., Herasymchuk O., Shamrai V., Lukianova V., Anpilova Y., Rybak O., Lefter I. A Strategic Analysis of the Prerequisites for the Implementation of Waste Management at the Regional Level. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. Vol. 24(1). P. 55–66.
6. Letzel S., Göen T., Bader M., Angerer J., Kraus T. Exposure to nitroaromatic explosives and health effects during disposal of military waste. *Occupational and Environmental Medicine*. 2003. Vol. 60. P. 483–488. DOI: <https://doi.org/10.1136/oem.60.7.483>.
7. Patseva I., Nonik L., Gnatuk B., Patsev I., Ustymenko V. Increasing the level of ecologically oriented logistics system in the waste management for territorial communities. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2024. Vol. 1415. Article 012131. DOI: [10.1088/1755-1315/1415/1/012131](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012131).
8. Ragossnig A. Construction and demolition waste – major challenges ahead! *Waste Management & Research*. 2020. Vol. 38. P. 345–346. DOI: <https://doi.org/10.1177/0734242x20910309>.
9. Săkol G., Graca M. Air pollution during asbestos removal. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2019. Vol. 28, № 2. P. 1007–1011. DOI: <https://doi.org/10.15244/PJOES/81616>.
10. Silas O., Murphy R., Zoaka A., Imoh L. Menace of asbestos: health impact and politics. *Journal of Environmental and Public Health Research*. 2017. Vol. 5, № 2. P. 62–68. DOI: <https://doi.org/10.12691/jephh-5-2-3>.
11. Stevulova N., Estokova A., Holub M., Singovszka E., Csach K. Characterization of demolition construction waste containing asbestos, and the release of fibrous dust particles. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10. Article 4048. P. 1–17. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10114048>.
12. Ustymenko V., Rohozian Y., Trehub O., Liashenko P., Zabłodska D. Economic and legal dimension of humanitarian demining of Ukraine: problem and research prospects. *Amazonia Investiga*. 2023. № 12(65). P. 287–295. DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2023.65.05.27>.
13. Youcai Z., Sheng H. Pollution characteristics of industrial construction and demolition waste. In: *Industrial Construction and Demolition Waste*. 2017. P. 51–101. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811754-5.00004-X>.
14. Yu D., Duan H., Song Q., Li X., Zhang H., Zhang H., Liu Y., Shen W., Wang J. Characterizing the environmental impact of metals in construction and demolition waste. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018. Vol. 25. P. 13823–13832. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1632-z>.
15. Главацька Л. Ю. Аналіз системи поводження з відходами електричного та електронного обладнання в Україні. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. 2021. № 1. С. 102–108.
16. Главацька Л. Ю., Іщенко В. А. Аналіз складу компонентів електронних та електричних відходів. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2021. № 1. С. 42–48. DOI: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-154-1-42-48>.
17. Довгалюк О. В. Вплив витоків нафтопродуктів на стан ґрунтів. Еколого-енергетичні проблеми сучасності: матеріали Всеукраїнської науково-технічної онлайн-конференції молодих учених та студентів (11–12 квітня 2024 р.). 2024. С. 24–25.
18. Мірошніченко М. М. Вплив забруднення нафтою на властивості ґрунтів різного гранулометричного складу. Агрохімія і ґрунтознавство. 2000. Вип. 60. С. 91–96.
19. Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. Екологічна безпека та технології захисту довкілля. 2023. № 4. С. 40–47. URL: <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8292>
20. Пацева І., Нонік Л. Рециклінг відходів руйнації – крок до зменшення ризиків воєнного екоциду. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2023. № 3. С. 73–81. DOI: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10>.
21. Пацева І., Нонік Л., Устименко В. Азбест у відходах руйнувань: виклики і перспективи безпечного управління відходами в умовах післявоєнної відбудови. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2024. № 4. С. 83–92. DOI: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-11>.
22. Пацева І.Г., Нонік Л.Ю. Стратегічний аналіз передумов впровадження логістичних підходів у систему управління відходами на регіональному рівні. Екологічні науки. 2024. № 2(53). С. 77–83.