



УДК 69:502/504

## ПОРІВНЯННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ ТА УКРАЇНИ В ПИТАННІ УПРАВЛІННЯ ТА РЕЦИКЛІНГУ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ

М.О. Єлісеєва<sup>1</sup>, М.В. Ходус<sup>2</sup>

<sup>1</sup>к.т.н., старший викладач кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки, e-mail: [Yelisiaieva.M.O@nmu.one](mailto:Yelisiaieva.M.O@nmu.one)

<sup>2</sup>студент групи 192м-24-1, e-mail: [markhodus1988@gmail.com](mailto:markhodus1988@gmail.com)

<sup>1,2</sup>Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

**Анотація.** У роботі проведено порівняльний аналіз законодавчих та нормативно-правових актів Європейського Союзу та України в питанні управління та рециклінгу будівельних відходів. Виявлено стимули, які сприяють підвищенню рівня рециклінгу будівельних відходів в країнах Європейського Союзу. Також проаналізовано наслідки масштабних руйнувань інфраструктури та житлового фонду, яких зазнала Україна внаслідок воєнних дій. Розглянуто доцільність запровадження нових підходів до управління будівельними відходами, що утворилися в результаті бомбардувань.

*Ключові слова:* будівельні відходи від руйнувань, управління відходами, рециклінг будівельних відходів, первинні мінеральні ресурси, вторинні мінеральні ресурси, циркулярна економіка.

## COMPARISON OF THE REGULATORY FRAMEWORK OF THE EUROPEAN UNION AND UKRAINE IN THE ISSUE OF MANAGEMENT AND RECYCLING OF CONSTRUCTION WASTE

Maryna Yelisiaieva<sup>1</sup>, Mark Khodus<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PhD, Senior Lecturer, Department of Construction, Geotechnics and Geomechanics, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: [Yelisiaieva.M.O@nmu.one](mailto:Yelisiaieva.M.O@nmu.one)

<sup>2</sup>Student of group 192m-24-1, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: [markhodus1988@gmail.com](mailto:markhodus1988@gmail.com)

**Abstract.** The article conducts a comparative analysis of legislative and regulatory acts of the European Union and Ukraine in the issue of construction waste management and recycling. The incentives that contribute to increasing the level of recycling of construction waste in the European Union are identified. The article also analyses the consequences of the large-scale destruction of infrastructure and housing stock that Ukraine suffered as a result of military operations. The expediency of introducing new approaches to the management of construction waste generated as a result of bombing is considered.

*Keywords:* construction and demolition waste, waste management, recycling of construction waste, primary mineral resources, secondary mineral resources, circular economy.





**Вступ.** Повномасштабна війна Росії проти України, спричинила суттєві руйнування житлового фонду, об'єктів соціального призначення та критичної інфраструктури країни. Згідно з експертними оцінками, найбільших збитків зазнав саме житловий сектор. Унаслідок активних бойових дій та систематичних обстрілів, кількість знищених і пошкоджених житлових споруд постійно зростає. За даними [1, с. 134], станом на січень 2024 року загальна кількість таких об'єктів перевищила 250 тисяч одиниць, серед яких — понад 222 тисячі приватних домоволодінь, понад 27 тисяч багатоквартирних будинків та 526 гуртожитків. За даними, що публікує видання «Reuters» [2], — близько 13 % загального житлового фонду України було пошкоджено або зруйновано, постраждали понад 2,5 мільйона домогосподарств. На 70 % зросла частка пошкоджених або знищених активів в енергетичному секторі з часу останньої оцінки рік тому, включаючи інфраструктуру виробництва, передачі, розподілу та централізованого тепlopостачання. Для післявоєнного відновлення Україна потребує значних коштів. На житловий сектор припадає близько 84 мільярдів доларів із загальних довгострокових потреб, за ним йдуть транспорт — майже 78 мільярдів доларів, енергетика та гірничодобувна промисловість — майже 68 мільярдів доларів, торгівля та промисловість — понад 64 мільярди доларів, а також сільське господарство — понад 55 мільярдів доларів. Витрати на розчищення та управління відходами становлять майже 13 мільярдів доларів.

Особливо великих руйнувань зазнають ті міста та селища, що знаходяться біля лінії фронту. За попередніми підрахунками, масштаби руйнувань унаслідок збройної агресії є вкрай значними: у місті Северодонецьк пошкоджено близько 90 % житлової інфраструктури. Населені пункти, зокрема Бахмут і Мар'їнка, майже повністю втратили житловий фонд, оскільки збережених будівель там практично не залишилося. Станом на сьогодні, кількість зруйнованих житлових об'єктів — як багатоповерхових будинків, так і приватних осель — продовжує зростати. Це обумовлено безперервними бойовими діями на територіях Харківської, Луганської, Донецької, Запорізької та Херсонської областей, а також фактом тимчасової окупації частини суверенних територій України. Крім того, регулярні ракетні обстріли завдають пошкоджень житловій інфраструктурі в інших регіонах держави [1, с. 133 – 134].

Як наслідок, на територіях де ведуться активні бойові дії, утворюється велика кількість будівельних відходів. За даними [3], за два роки війни в Україні утворилося понад 600 тисяч тонн відходів руйнувань, тобто відходів утворених із уламків будівельних конструкцій будівель, які були пошкоджені або знищені в результаті обстрілів. В Харківській області ця цифра становить близько 50 тисяч тонн відходів від руйнувань. В Херсонській області



– найскладніша ситуація, за останніми даними Департаменту захисту довкілля та природних ресурсів Херсонської області, на місцях тимчасового зберігання вже накопичено понад 184 тисяч тонн відходів руйнування. Їх обсяг зростає щоденно, і це стає справжнім екологічним викликом.

Вищезазначені факти вказують на гостру потребу в систематизації процесу переробки та поширеного використання будівельних відходів, що утворюються внаслідок воєнних дій в Україні, як цінної сировини для виготовлення нової будівельної продукції.

Незважаючи на даний потенціал, рівень вторинної переробки та утилізації будівельних відходів і відходів від знесення в Україні становить менше 10 %, при тому що промислові потужності дозволяють переробляти біля 80 – 85 % відходів [1, с. 136]. В більшості країн Європейського Союзу цей відсоток є значно вищим і подекуди досягає 90 %. Отже, актуальним є розглянути правові інструменти, які були запроваджені в Європейському Союзі для вирішення проблеми із управлінням та утилізацією відходів.

**Мета роботи** полягає в проведенні порівняльного аналізу законодавчих та нормативно-правових актів Європейського Союзу та України в питанні управління та рециклінгу будівельних відходів.

**Матеріал і результат досліджень.** Рівень використання будівельних відходів у країнах Євросоюзу, Україні, та інших країнах Світу прямо-пропорційно відповідає рівню якості законодавства щодо управління відходами в цих країнах.

Одним із ключових нормативних актів, що формує правові засади управління відходами в межах Європейського Союзу, є Рамкова директива 2008/98/ЄС [4]. Цей документ створено з метою охорони навколишнього середовища та забезпечення безпеки населення шляхом впровадження системного підходу до поводження з відходами, включаючи заходи з перероблення, утилізації та раціонального використання ресурсів для зменшення екологічного навантаження.

Фундаментальним принципом, який закладено в основу директиви, є принцип «забруднювач платить», що передбачає фінансову відповідальність первинного утворювача відходів за витрати, пов'язані з їх збиранням, обробленням та утилізацією.

Крім того, директива впроваджує концепцію «розширеної відповідальності виробника», яка передбачає дотримання низки зобов'язань, спрямованих на підвищення рівня екологічної відповідальності суб'єктів господарювання:

- поводження з відходами має здійснюватися без будь-якого ризику для води, повітря, ґрунту, рослин або тварин, не створюючи неприємностей



через шум чи запахи, не завдаючи шкоди сільській місцевості чи місцям з особливим статусом;

- виробники або власники відходів повинні переробляти їх самостійно або передавати їх офіційно визнаному оператору. Обидва потребують дозволу та періодично перевіряються;

- компетентні національні органи повинні розробити плани управління відходами та програми запобігання утворенню відходів.

Згідно з Директивою 2008/98/ЕС Європейський Союз встановив такі цілі на 2020 рік:

- переробка або підготовка до повторного використання 50 % побутових відходів

- матеріальне відновлення 70 % будівельних та знесених відходів.

Побутові відходи (50 %). До 2020 року лише 5 країн Європейського Союзу досягли цієї мети, ще 9 були на шляху до її досягнення, а 14 країн не виконали ціль [5].

Будівельні та знесені відходи (70 %). У 2018 році середній рівень відновлення таких відходів у країнах Європейського Союзу становив 88 %, що перевищує встановлену ціль. Однак варто зазначити, що ці дані включають зворотне засипання (backfilling), яке не завжди вважається високоякісною формою переробки [6].

Отже, впровадження рамкової директиви 2008/98/ЕС сприяла досягнення цілі щодо 70 % відновлення для будівельних відходів, хоча якість відновлення може варіюватися.

Директива (ЄС) 2018/851 Європейського парламенту та ради від 30 травня 2018 року [7] вносить зміни до Директиви 2008/98/ЕС. Вона посилює правила щодо запобігання утворенню відходів. Що стосується утворення відходів, держави-члени Європейського Союзу повинні вжити наступних заходів:

- підтримувати стійкі моделі виробництва та споживання;

- заохочувати розробку, виробництво та використання продуктів, які є ресурсоефективними, довговічними, підлягають ремонту, багаторазовому використанню та модернізації;

- використовувати цільові продукти, що містять важливу сировину, щоб запобігти перетворенню цих матеріалів на відходи;

- заохочувати доступність запасних частин, посібників з експлуатації, технічної інформації чи інших засобів, що дозволяють ремонтувати та повторно використовувати продукти без шкоди для їх якості та безпеки;

- сприяти зниженню вмісту шкідливих речовин у матеріалах і виробках;

- підтверджує ціль: щонайменше 70 % (за масою) будівельних та знесених відходів повинні бути піддані повторному використанню, переробці або



іншому матеріальному відновленню (включаючи зворотне засипання). Ця норма залишається актуальною після ухвалення Директиви 2018/851 і закріплена як мінімальний стандарт для країн-членів Європейського Союзу.

Директива також висвітлює приклади стимулів для застосування ієрархії відходів, такі як плата за сміттєзвалище та спалювання, а також схеми плати за викидання.

Наприкінці 2024 року Європейський Союз [8] оголосив про нову політику трансформації сектору будівництва та знесення, зосереджуючись на поводженні з відходами та переробці. Крім того, до кінця 2025 року країни-члени Європейського Союзу повинні збільшити переробку та рекуперацію матеріалів нешкідливих будівельних відходів і відходів під час демонтажу щонайменше до 70 % за вагою, як це встановлено Рамковою директивою про відходи.

Нові вимоги можна розділити на три складові:

- сприяння вибірковому знесенню, щоб забезпечити безпечне видалення небезпечних речовин і сприяти високоякісній переробці;
- впровадження стратегій зменшення відходів у будівельних процесах, заохочення екологічного використання матеріалів;
- заохочення практики «зелених» державних закупівель для будівельних проєктів на місцевому та регіональному рівнях.

Ці заходи підкреслюють прагнення Європейського Союзу до лідерства в глобальних зусиллях у сфері сталого будівництва та принципів циркулярної економіки.

Серед інших важливих правових актів, слід виділити Протокол Європейського Союзу щодо поводження з відходами будівництва та знесення, прийнятий у вересні 2024 року [9].

«Протокол ЄС щодо управління відходами будівництва та відходами від знесення» спрямований на підвищення довіри до процесів управління цими відходами та збільшення повторного використання перероблених матеріалів. Оскільки відходи будівництва та відходи від знесення є одними із багатотоннажних відходів у Європейському Союзі, то налагодження кращого процесу управління ними сприятиме досягненню значних екологічних, економічних і соціальних переваг.

Цей Протокол також є частиною нещодавно ухваленого Європейською комісією Пакету циркулярної економіки, загальною метою якого є підвищення довіри до процесу управління відходами будівництва та знесення та довіри до якості перероблених матеріалів для будівництва та знесення.

В Україні з 2022 року здійснюється системне реформування нормативної бази із управління відходами та зниження рівня викидів парникових га-



зів. Наразі законодавство України щодо управління відходами регламентується двома основними законодавчими актами: Законом про управління відходами, який набув чинності в липні 2023 року, та Постановою Кабінету Міністрів України № 1073 від 27 вересня 2022 року «Про затвердження Порядку управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України» (далі – Постанова КМУ №1073).

Рамковий Закон про управління відходами [10] визначає загальні принципи управління відходами, у тому числі від будівництва та руйнувань. Відповідно до пункту сьомого статті 13 цього Закону саме суб'єкти господарювання, що здійснюють будівництво або знесення будівель та інженерних споруд, зобов'язані забезпечити роздільне збирання відходів будівництва та знесення, їх облік та передачу суб'єктам господарювання у сфері управління відходами для забезпечення їх оброблення. Відходи будівництва та знесення, що не є небезпечними, підлягають підготовці до повторного використання, рециклінгу, іншому матеріальному відновленню, включаючи зворотне заповнення. Закон встановлює норму, що відходи будівництва до 2025 року мають повторно використовуватися на рівні не менше 10 %.

Постанова КМУ 1073 [11] затверджує Порядок управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків, який, в свою чергу, містить класифікацію та вимоги до обліку відходів, включаючи вимоги до їх обробки, терміналів, полігонів, а також шляхи повторного використання відходів у будівництві. Пункт 15 цього Порядку, передбачає наступний алгоритм дій при здійсненні операцій з управління відходами від руйнувань:

1) первинне розчищення територій (збирання відходів від руйнувань, зокрема за можливості - сортування окремих компонентів відходів від руйнувань);

2) перевезення (транспортування) відходів від руйнувань від місця їх утворення до об'єктів оброблення відходів або місць тимчасового зберігання;

3) остаточне (після виконання робіт з демонтажу пошкоджених (зруйнованих) об'єктів) розчищення та прибирання територій (у разі потреби);

4) зберігання відходів від руйнувань на місцях тимчасового зберігання або на об'єктах оброблення відходів (до їх відновлення чи видалення);

5) підготовка відходів від руйнувань до повторного використання або їх видалення;



6) відновлення відходів від руйнувань (використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів);

7) видалення відходів від руйнувань, включаючи їх захоронення.

Додаток 1 до Порядку Постанови КМУ 1073 містить вичерпний перелік компонентів відходів від руйнувань та можливі шляхи їх повторного використання у будівництві, промисловості будівельних матеріалів (виробництві будівельних виробів (продукції)).

Наприклад, найрозповсюдженіші будівельні відходи від руйнувань цеглу, бетон та скло (склобій) пропонується використовувати наступним чином:

- цеглу (цегляний бій) як сировину для влаштування дренажної подушки у заболочених районах; укріплення ґрунтових і лісових доріг; заповнювач для габіонів (силікатна цегла).

- бетон (бетонні, залізобетонні конструкції та вироби, їх уламки, мінеральні, полімерцементні мурувальні та опоряджувальні розчини) як сировину для виробництва крупного та дрібного заповнювачів для бетонів (класу до С20/25), а також щебенево-піщаних сумішей для влаштування шарів основи та покриття дорожнього одягу без використання в'язучих; влаштування насипів автомобільних доріг; сировину для виробництва порошкоподібних заповнювачів для виробництва стінових блоків і сухих будівельних сумішей; матеріали для зворотного заповнення (відновлення рельєфу, заповнення гірничих виробок (пустот), рекультивації відпрацьованих гірничих об'єктів, інших ландшафтних робіт); сировину для металевих будівельних конструкцій; металобрухт (що утворюється під час видалення металевих включень, зокрема залізобетону) як вторинну сировину для металургійного виробництва; подрібнений бетон як вторинний матеріальний ресурс для виробництва цементного клінкеру.

- скло (склобій) як порошкоподібний заповнювач для виробництва бетонних виробів, сухих будівельних сумішей, світловідбивних фарб для дорожньої розмітки тощо, вторинна сировина для виробництва скловиробів, оптичних кабелів тощо.

16 липня 2024 року було прийнято Закон України «Про інтегроване запобігання та контроль промислового забруднення», який має вступити у дію в серпні 2025 року. Відповідно до цього Закону [12], встановлюються правові та організаційні засади запобігання та зменшення промислового забруднення, а також проводиться моніторинг промислового забруднення і контроль дотримання умов інтегрованого довкілцевого дозволу. Одним із вимог нового Закону є відновлення та рециклінг речовин, що утворюються та використовуються у будь-якому виробничому процесі, та оброблення відходів.



**Висновки.** У підсумку: Україна намагається адаптувати та поліпшити законодавство в сфері використання будівельних відходів відповідно до потреб часу і стандартів країн Європейського Союзу. Але самі цілі декларуються замалі, враховуючи ситуацію з будівельними відходами в Україні внаслідок бойових дій. Не вистачає комплексних мотивуючих рішень, що призвели б до збільшення рівня переробки і повторного використання будівельних відходів.

Наразі найбільш вірогідним варіантом переробки будівельних відходів в Україні є так званий локальний рециклінг будівельних відходів з використанням у дорожньому покритті та підсипці, адже великі логістичні витрати нівелюють економічну доцільність транспортування та утилізації будівельних відходів в інших регіонах.

Також значну роль у переробці будівельних відходів відіграють фактори ціноутворення. Низька вартість первинних мінеральних ресурсів в будівельній галузі України, таких як щебеню, піску, тощо, призводить до того, що вторинні мінеральні ресурси, в тому числі і будівельні відходи, є неконкурентоспроможними.

У ряді країн запроваджено економічні механізми стимулювання підприємств до впровадження практик повторного використання матеріалів і мінімізації обсягів відходів. До таких механізмів належать, зокрема, податкові пільги, субсидії, а також додаткові податки на використання первинних, неперероблених ресурсів. Наприклад, у Великій Британії діє податок на використання природних заповнювачів (піску, гравію, кам'яних порід), розмір якого становить 1,6 фунта стерлінгів за тону [13].

Отже, Україні для досягнення максимального рівня утилізації відходів шляхом їх повторного використання слід запровадити більш суворі правові норми щодо регулювання питання управління відходами; встановити економічні стимули для підприємств-утворювачів відходів за рециклінг утворених відходів та підприємств, які виготовляють безпосередньо нову будівельну продукцію за використання вторинних мінеральних ресурсів, тобто промислових відходів. Впровадження жорстких аудитів відходів та моніторинг виробництва за допомогою індикаторів (тобто індексу відходів) має поліпшити ситуацію із скороченням відходів на місці.

Тож тільки комплексне реформування сфери використання первинних та вторинних мінеральних ресурсів може забезпечити конкурентоспроможність рециклованих матеріалів на ринку і досягнути цілей циркулярної економіки в цілому.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Антонюк Н., Костюк В. Рециклінг будівельних відходів під час війни в Україні. *Актуальні проблеми економіки*. 2024. № 7. С. 130 – 142. URL: <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2024-1-277-130-142>
2. Ukraine needs \$524 billion to recover, rebuild after three years of war, World Bank says [Електронний ресурс] // Reuters. – 2025. – Режим доступу: <https://www.reuters.com/world/europe/ukraine-needs-524-billion-recover-rebuild-after-three-years-war-world-bank-says-2025-02-25/> (дата звернення: 21.04.2025).
3. В Україні утворилося 600 тисяч тонн відходів руйнувань за 2 роки війни [Електронний ресурс] // Екополітика. – 2024. – Режим доступу: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/v-ukraini-utvorilosya-600-tisyach-tonn-vidhodiv-rujnuvan-za-2-roki-vijni/> (дата звернення: 21.04.2025).
4. EU waste management law (Directive 2008/98/EC on waste and repealing certain Directives) [Електронний ресурс] // EUR-Lex. – Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=legisum:ev0010> (дата звернення: 21.04.2025).
5. #No Time To Waste. Member States Delay Meeting The Inevitable Targets [Електронний ресурс] // European Environmental Bureau. – 2020. – Режим доступу: <https://eeb.org/wp-content/uploads/2020/11/Member-States-delay-meeting-inevitable-targets-report.pdf> (дата звернення: 21.04.2025).
6. Papamichael I., Voukkali I., Loizia P., Zorpas A.A. Construction and demolition waste framework of circular economy: A mini review. *Waste Management & Research*. 2023. Volume 41, Issue 12. P. 1728 – 1740. URL: <https://doi.org/10.1177/0734242X231190804>
7. Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste (Text with EEA relevance) [Електронний ресурс] // EUR-Lex. – Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/851/oj/eng> (дата звернення: 21.04.2025).
8. EU targets for demolition waste recycling in 2025 [Електронний ресурс] // European Demolition Association. – 2025. – Режим доступу: <https://www.europeandemolition.org/communication/news/eu-targets-demolition-waste> (дата звернення: 21.04.2025).
9. EU Construction and Demolition Waste Management Protocol [Електронний ресурс] // European Demolition Association. – Режим доступу: <https://www.europeandemolition.org/library/eu-construction-demolition-waste-management-protocol> (дата звернення: 21.04.2025).
10. Закон України «Про управління відходами». Вебсайт Верховна Рада України. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення: 21.04.2025).
11. Постанова Кабінету Міністрів України від 27.09.2022 № 1073 «Про затвердження Порядку управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України». Вебсайт Верховна Рада України. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 21.04.2025).
12. Закон України «Про інтегроване запобігання та контроль промислового забруднення». Вебсайт Верховна Рада України. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3855-20#Text> (дата звернення: 21.04.2025).



13. Перероблення будівельних відходів: виклики та можливості для України. [Електронний ресурс] // Реанімаційний пакет реформ. – 2024. – Режим доступу: <https://rpr.org.ua/news/pereroblennia-budivelnnykh-vidkhodiv-vyklyky-ta-mozhlyvosti-dlia-ukrainy/> (дата звернення: 21.04.2025).

УДК 504.06

## ОРИЕНТОВНИЙ ПРОГНОЗ ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА НАЙБЛИЖЧІ 30 РОКІВ

І.І. Чоботко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>старший викладач кафедри спеціальної фізичної підготовки, Дніпровський державний університет внутрішніх справ, Дніпро, Україна, e-mail: [efilonov79@gmail.com](mailto:efilonov79@gmail.com)

**Анотація.** Розглянуто поточний стан та перспективи управління відходами гірничодобувної промисловості України. Зазначено, що переважна частина відходів утворюється внаслідок видобутку металевих руд, вугілля та інших корисних копалин. Відходи накопичуються у териконах і хвостосховищах, часто без належної ізоляції, що створює загрозу довкіллю. Проаналізовано інноваційні напрями переробки, зокрема біовилуговання, фітореMediaцію, плазмову переробку, піроліз та нанотехнології. Особлива увага приділена концепції циркулярної економіки, впливу міжнародного екологічного законодавства та автоматизації процесів із застосуванням ШІ. Наголошено на економічній доцільності утилізації вторинної сировини, зниженні CO<sub>2</sub> та зменшенні площі відвалів. Визначено ключові виклики — високі витрати, недостатня нормативна база та потреба в міжнародній координації.

*Ключові слова:* Відходи, переробка, циркулярна економіка, інновації.

## AN INDICATIVE FORECAST OF THE PROSPECTS FOR THE USE OF MINING WASTE TREATMENT TECHNOLOGIES FOR THE NEXT 30 YEARS

Ihor Chobotko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Senior Lecturer at the Department of Special Physical Training, Dnipro State University of Internal Affairs, e-mail: [efilonov79@gmail.com](mailto:efilonov79@gmail.com)

**Abstract.** The current state and prospects of waste management in the mining industry of Ukraine are considered. It is noted that the vast majority of waste is generated as a result of the extraction of metal ores, coal and other minerals. Waste is accumulated in waste heaps and tailings, often without proper insulation, which poses a threat to the environment. The article analyses innovative areas of processing, including bioleaching, phytoremediation, plasma processing, pyrolysis and nanotechnology. Particular attention is paid to the concept of circular economy, the impact of international environmental legislation and process automation using AI. The economic feasibility of recycling, reducing CO<sub>2</sub> and reducing the area of