

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ ВОДОВІДВЕДЕННЯ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Сахновська В.М., Ткаченко Т.М.

Київський національний університет будівництва і архітектури
пр. Повітряних Сил, 31, 03037, м. Київ
vsahnovskaya@gmail.com

У статті комплексно досліджено як національне і міжнародне законодавство, а також сучасні наукові вишукування в галузі забезпечення екологічної безпеки системи водовідведення. Проведено аналіз динаміки пошкодження елементів системи водовідведення України від активних бойових дій, який показав стрімке збільшення обсягу руйнувань, що в такому випадку призводить до значного зниження екологічної безпеки навколишнього середовища. Таким чином, внаслідок бойових дій виявили пошкодження не тільки фізичної структури каналізаційних систем, але й їх функціональні можливості, що ускладнює забезпечення належного водовідведення та санітарії. Це, у свою чергу, призводить до збільшення забруднення водних ресурсів, ризиків для здоров'я населення та погіршення загальної екологічної ситуації в регіонах, що постраждали від конфлікту. Важливим є також те, що відновлення цієї системи потребує значних фінансових та людських ресурсів, а також координації зусиль на різних рівнях, включаючи міжнародну допомогу, що підкреслює необхідний комплексний підхід для вирішення цієї проблеми.

Неможливість точного прогнозування масштабів руйнувань систем водовідведення в умовах війни ускладнює планування відновлювальних робіт. Для вирішення цього завдання пропонується алгоритм, який складається з чотирьох етапів і дозволяє швидко та ефективно визначити пріоритетність відновлення систем водовідведення на основі мінімального обсягу даних, що в свою чергу дозволить оптимізувати використання ресурсів, мінімізувати негативні екологічні наслідки та забезпечити швидке відновлення життєво важливої інфраструктури.

Запропоновано термінові заходи, що спрямовані на стабілізацію роботи систем водовідведення, які спираються на комплексну оцінку значущості кожного елемента системи водовідведення та їхнього ранжування з подальшим техніко-економічним обґрунтуванням методу відновлення.

З метою підвищення екологічної безпеки та зменшення навантаження на існуючі системи запропоновано використання зелених конструкцій, що зменшує ризики забруднення, аварій та енергоспоживання. *Ключові слова:* системи водовідведення, військові дії, комплексна оцінка, екологічна безпека.

Ensuring environmental safety of wastewater systems during military operations. Sakhnovska V., Tkachenko T.

The article comprehensively examines both national and international legislation, as well as current scientific research in the field of ensuring the environmental safety of wastewater systems. An analysis of the dynamics of damage to elements of the Ukrainian wastewater system caused by active hostilities has been conducted, which has shown a rapid increase in the scale of destruction, leading to a significant decrease in the environmental safety of the surrounding environment. Thus, as a result of hostilities, not only the physical structure of sewerage systems was damaged, but also their functional capabilities, which complicates the provision of adequate wastewater disposal and sanitation. This, in turn, leads to increased pollution of water resources, risks to public health, and a deterioration of the overall environmental situation in regions affected by the conflict. It is also important that the restoration of this system requires significant financial and human resources, as well as coordination of efforts at various levels, including international assistance, which underlines the need for a comprehensive approach to solving this problem.

The impossibility of accurately predicting the scale of destruction of wastewater systems in wartime complicates the planning of restoration work. To address this challenge, an algorithm is proposed that consists of four stages and allows for the rapid and efficient prioritization of wastewater system restoration based on a minimal amount of data, which in turn will optimize resource utilization, minimize negative environmental impacts, and ensure the rapid restoration of critical infrastructure.

Urgent measures are proposed to stabilize the operation of wastewater systems, which are based on a comprehensive assessment of the significance of each element of the wastewater system and their ranking, followed by a technical and economic justification of the restoration method.

To enhance environmental safety and reduce the load on existing systems, the use of green infrastructure is proposed, which reduces the risks of pollution, accidents, and energy consumption. *Key words:* wastewater systems, military actions, comprehensive assessment, environmental safety.

Постановка проблеми. Забезпечення населення України якісними послугами водовідведення є однією з ключових державних задач, що набула особливої актуальності через загострення екологічної ситуації та значне забруднення водних ресурсів. Це питання стало критичним у контексті об'єктивної необхідності реагування на зміни клімату та довкілля, викликані людською діяльністю, високою концентрацією промислового виробництва з вико-

ристанням застарілих технологій, а також накопиченням великої кількості відходів. Додатковою складністю є руйнування об'єктів водовідведення внаслідок бойових дій.

Актуальність дослідження. Забезпечення техногенної та екологічної безпеки систем водопостачання та водовідведення під час військових дій є надзвичайно важливим завданням для задоволення основних потреб населення та охорони навколиш-

нього середовища. Ця проблема стає особливо актуальною через руйнування систем водопостачання та водовідведення, яке відбувається в умовах бойових дій [1], необхідністю охорони водних систем від ймовірних атак [2] та забезпечення регулярного технічного обслуговування систем водопостачання та водовідведення для підтримання їх ефективності та надійності в умовах військових дій [3], погіршенням загального екологічного стану та значним забрудненням водних об'єктів [4, 5].

Лише за перший рік повномасштабної війни загальна сума прямих задокументованих збитків, завданих житловій і нежитловій нерухомості, а також іншій інфраструктурі, перевищила \$143,8 млрд (за вартістю заміщення), з яких 25,5% становлять об'єкти інфраструктури. Вартісна оцінка прямих збитків для об'єктів теплопостачання (без врахування ТЕЦ), водопостачання, водовідведення та об'єктів управління побутовими відходами на лютий 2023 року сягнула \$1,4 млрд [6].

З одного боку екологічна безпека регіону залежить від функціонування систем водопостачання а водовідведення, з іншого боку – ефективне відновлення пошкодженої інфраструктури є критично важливим для підтримки соціально-економічної стабільності.

Таким чином, відновлення пошкоджених систем є терміновим завданням, яке безпосередньо впливає на екологічну безпеку регіону та життя людей.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Необхідність проектування та експлуатації систем водовідведення з урахуванням вимог екологічної безпеки стала актуальною в контексті глобальних зобов'язань України, які виникли внаслідок ратифікації Рамкової конвенції ООН про зміну клімату в Ріо-де-Жанейро [7]. Ця конвенція встановлює основи для міжнародного співробітництва у боротьбі зі змінами клімату, підкреслюючи важливість адаптації та зменшення впливу на навколишнє середовище. Підписання Паризької угоди у 2015 році [8] ще більше акцентувало увагу на необхідності вживання заходів для досягнення цілей у сфері екологічної безпеки, що в свою чергу включає підвищення екологічної безпеки систем водовідведення. Ухвалення Водної стратегії України на період до 2050 року [9] визначило ключові індикатори для підвищення екологічної безпеки систем водовідведення, які знайшли своє відображення в ЗУ «Про водовідведення та очищення стічних вод» [10] та постанові КМУ № 548 [11] та стали особливо актуальними для критичної інфраструктури під час триваючих військових дій [12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вплив збройних конфліктів на водні ресурси та екосистеми є предметом багатьох досліджень [1, 4, 6, 13-16]. При чому для об'єктивної оцінки масштабів екологічної шкоди, завданої внаслідок збройної агресії, на загальнонаціональному рівні постійно оновлю-

ються спеціальні методики, які дозволяють кількісно визначити збитки, що понесені довкіллям [17-20]. В той же час існує необхідність прийняття швидких рішень для забезпечення екологічної безпеки систем водовідведення в умовах війни, що в свою чергу вимагає швидкого аналізу ситуації та розробки універсальних алгоритмів, які спираються на мінімальні обсяги вхідних даних.

Невирішена раніше частина загальної проблеми. Дослідження пропонує практичний інструмент для ефективного прийняття рішень при розробці заходів з відновлення систем водовідведення після військових конфліктів на підставі використання обсягу екологічної шкоди як ключового критерію для визначення пріоритетних напрямків відновлювальних робіт.

Новизна. Розвинуто методику прийняття рішень та техніко-економічного обґрунтування, яка дозволяє комплексно оцінити ефективність різних варіантів відновлення систем водовідведення з урахуванням як економічних витрат, так і потенційного екологічного збитку.

Методологічне значення полягає в тому, що запропонований алгоритм є новим та простим інструментом для прийняття обґрунтованих рішень щодо управління інфраструктурою систем водовідведення, який в подальшому може бути застосований для систем водопостачання.

Викладення основного матеріалу. Станом на початок 2024 року прямі збитки від руйнувань та пошкоджень об'єктів інфраструктури сягало 36,8 млрд дол. США [6]. Станом на листопад 2024 року військові дії тільки активізуються, спонукаючи все більше руйнування об'єктів водопостачання та водовідведення. Так 11 листопада 2024 року було пошкоджено дамбу Курахівського водосховища Донецької області, підірвав Каховської ГЕС спричинив, що найменше \$2 млрд прямих збитків [6]. Попередній аналіз стану каналізаційної інфраструктури вказує на значні пошкодження, спричинені військовими діями. Фіксується зростання обсягу пошкоджень об'єктів водовідведення (рис. 1). Наразі зафіксовано 582 погонних кілометри пошкоджених каналізаційних мереж. Крім того, 183 каналізаційні насосні станції зазнали часткових або повних руйнувань, переважно у Харківській області. Також 51 каналізаційна очисна споруда класифікується як зруйнована або пошкоджена [6].

Враховуючи неможливість точного прогнозування загальної кількості об'єктів водовідведення, що постраждають до кінця військових дій, питання визначення пріоритетності відновлювальних робіт набуває критичної важливості. Необхідний алгоритм прийняття рішень має бути простим, швидко впроваджуваним та базуватися на мінімальній кількості даних.

Виходячи з того, що обсяг екологічної шкоди, завданої навколишньому середовищу та здоров'ю людей, безпосередньо залежить від обсягу неочище-

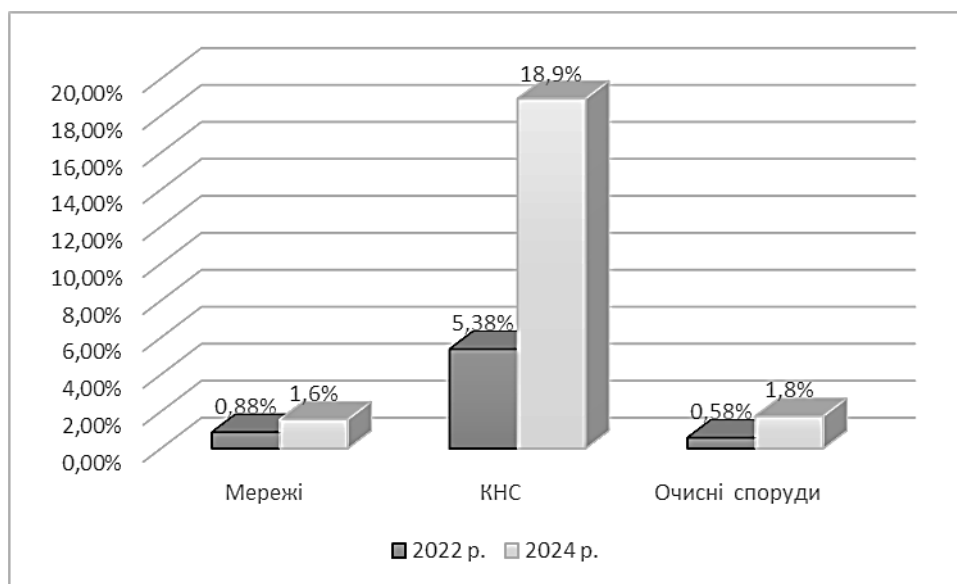


Рис. 1. Динаміка пошкодження систем водовідведення під час військових дій [6, 21]

них стічних вод, що скидаються в результаті пошкодження об'єктів водовідведення під час військових дій, пропонується використовувати обсяги водовідведення як ключовий критерій при визначенні пріоритетності відновлювальних робіт. Цей підхід дозволить зосередити ресурси на тих об'єктах, відновлення яких матиме найбільший позитивний вплив на екологічну ситуацію та мінімізує негативні наслідки для населення.

В такому випадку алгоритм визначення пріоритетності заходів з відновлення елементів системи водовідведення буде складатися з чотирьох етапів.

I. Першим кроком є визначення загального обсягу водовідведення, що обслуговується муніципальним підприємством. Цей показник, позначений як $Q_{заг}$, ($м^3/добу$), відображає сумарний об'єм стічних вод, що надходять до системи водовідведення за добу. Він є ключовим для подальшого аналізу та визначення пріоритетів відновлювальних робіт, оскільки дозволяє оцінити масштаб потенційного екологічного збитку в разі аварій та пошкоджень інфраструктури. Точне визначення є критично важливим для ефективного планування та розподілу ресурсів на відновлення системи водовідведення. Для цього необхідно врахувати всі джерела надходження стічних вод, включаючи побутові, промислові та зливові стоки.

II. Наступним важливим етапом є визначення обсягу стічних вод, що потрапляють у навколишнє середовище внаслідок пошкодження конкретного об'єкта чи ділянки мережі водовідведення. Цей показник позначається як q_i ($м^3/добу$), де індекс i відповідає номеру пошкодженого об'єкта/ділянки. В ідеальному випадку, значення q_i визначається на основі фактичних даних про витік. Проте, за умов обмеженого доступу до інформації внаслідок над-

звичайних ситуацій, якщо точне значення обсягу витoku невідоме, пропонується використовувати розрахунковий середньодобовий обсяг стічних вод, що надходять до даного об'єкта або елемента мережі. Це дозволить хоча б приблизно оцінити масштаб забруднення та визначити пріоритетність відновлювальних робіт. Важливо розуміти, що використання розрахункових значень може призвести до певних помилок, тому за можливості необхідно уточнювати фактичний обсяг витoku. Такий підхід забезпечить більш точне визначення пріоритетів та ефективніше використання ресурсів на відновлення.

III. Далі відбувається визначення коефіцієнту значущості пошкодженого об'єкта γ_i^K екологічну безпеку всієї системи, за формулою:

$$\gamma_i^K = \frac{q_i}{Q_{заг}}, \gamma_i^K \in (0;1) \quad (1)$$

Отримане числове значення відображає ступінь впливу пошкодженого об'єкта на всю систему. Чим вище цей коефіцієнт, тим більшу загрозу становить пошкодження для довкілля.

IV. На четвертому етапі виконується ранжування елементів системи на основі їхніх кількісно визначених коефіцієнтів значущості. Цей процес передбачає впорядкування елементів за спаданням значень цих коефіцієнтів, що дозволяє ідентифікувати найбільш вагомі компоненти системи та встановити пріоритетність їх відновлення.

Припустимо, що в системи водовідведення пошкоджено n елементів. Для кожного елемента i (де $i = 1, 2, \dots, n$) розраховуються коефіцієнти значущості γ_i^K , як описано раніше. Отримаємо множину коефіцієнтів значущості: $\{\gamma_1^K, \gamma_2^K, \dots, \gamma_n^K\}$.

Для ранжування елементів системи необхідно впорядкувати цю множину за зростанням.

Сортування результатів можна представити у вигляді неперядкової компоненти (індекс елементів, коефіцієнт значущості):

$$[(i_1, \gamma_1^K), (i_2, \gamma_2^K), \dots, (i_n, \gamma_n^K)], \quad (2)$$

$$\gamma_1^K \leq \gamma_2^K \leq \dots \leq \gamma_n^K, \quad (3)$$

де i_1, i_2, \dots, i_n – індекси елементів системи.

Елемент з найвищим коефіцієнтом значущості γ_1^K має найвищий пріоритет з точки зору екологічної безпеки, а елемент з найбільшим коефіцієнтом γ_n^K – найнижчий.

Нехай під час військових дій система постраждала каналізаційна насосна станція ($i=1$), ділянка безнапірної мережі ($i=2$), очисні споруди ($i=3$). Розраховані коефіцієнти значущості склали:

$$\gamma_1^K = 0,5; \gamma_2^K = 0,04; \gamma_3^K = 0,8.$$

Після сортування вибираємо впорядковану послідовність:

$$[(3, 0.8), (1, 0.5), (2, 0.04)]$$

Це означає, що елемент 3 має найвищий пріоритет, елемент 1 – середній, а елемент 2 – найнижчий (таблиця 1).

Таблиця 1

Приклад ранжування пошкоджених елементів муніципальної системи водовідведення

Ранг	Назва елемента	γ_i^K
1	Очисні споруди	0,8
2	КНС№ 1	0,5
3	Ділянка мережі 150 м, діаметр 400 мм	0,04

Таким чином, послідовність визначення заходів з відновлення визначається відповідно до значення коефіцієнту значущості: відновлення здійснюється за принципом пріоритетності, де об'єкти з більшим коефіцієнтом значущості мають найвищий пріоритет.

Вибір оптимального варіанту реконструкції повинен здійснюватися на підставі розрахунку порівняльної економічної ефективності [22] з врахуванням еколого-економічного збитку. Так, наприклад, умовою вибору оптимального методу реконструкції мереж водовідведення пропонується дотримання умови:

$$0,12 \cdot K_i + q_{Ki} \cdot L_i \cdot \lambda_i \cdot T_{epi} \cdot B_{Ez_i} + 3\Pi_i + L_i \cdot K_{pi} + A_i = \min. \quad (2)$$

де K_i – капітальні витрати на відновлення i -того об'єкту, які залежать від умов та місцевості спорудження, та розраховуються муніципальними підприємствами водовідведення для кожного окремого випадку на підставі Настанови [23], грн./рік;

q_{Ki} – витрати стічної рідини на ділянці, м³/рік;
 B_{Ez_i} – експертно оцінений питомий вартісний збиток, що нанесено водним, земляним, біологічним ресурсам та атмосфері, в результаті вилливу 1 м³ стічної рідини у навколишнє середовище (може визначатися за [18-20]), грн./м³;

λ_i – фактична інтенсивність відмов ділянки, приймається за даними спостережень за останній календарний рік, $\frac{1}{\text{км} \cdot \text{рік}}$;

L_i – довжина i -ї ділянки трубопроводу, км;
 T_{epi} – середній час відновлення трубопроводу, рік;

$3\Pi_i$ – заробітна плата робітників, що зайняті обслуговуванням ділянки мережі з врахуванням нарахувань на заробітну плату, грн./рік;

K_{pi} – затрати на ремонт 1 км трубопроводу, грн./км рік;

A_i – амортизація трубопроводу, приймається в залежності від строку його служби, грн./рік.

Після вибору оптимального методу реконструкції ділянки на основі фактичних витрат стічних вод необхідно провести додаткову оцінку перспективних навантажень на систему. У разі виявлення значних відхилень, слід здійснити корекцію проекту, зокрема, змінити тип відновлювальних робіт, діаметр трубопроводу або матеріал конструкцій.

Головні висновки. Кількість об'єктів водовідведення, які постраждають до повного завершення військових спрогнозувати не можливо, тому, до термінових заходів, які повинні бути спрямовані на стабілізацію роботи систем водовідведення потрібно віднести:

1. Запобігання екологічній кризі, викликаній забрудненням водних ресурсів стічними водами, шляхом оцінки стану систем водовідведення, визначення фактичних та майбутніх потреб у водовідведенні, складу стічних вод, а також подальшої модернізації очисних споруд на основі передових технологій. При чому пріоритетність заходів з відновлення систем водовідведення, пошкоджених внаслідок військових дій, визначається на основі комплексної оцінки значущості кожного елемента системи та їхнього ранжування з подальшим техніко-економічним обґрунтуванням методу відновлення.

2. Одним зі шляхів підвищення екологічної безпеки та зменшення навантаження на існуючі системи водовідведення є використання зелених конструкцій: зменшення ризиків біологічного та хімічного забруднення навколишнього середовища за рахунок зменшення ризиків витоків; зменшення ризиків аварій на очисних спорудах, за рахунок зменшення навантаження; зниження енергоємності систем для перекачування стічних вод та відповідно викидів CO₂ до навколишнього середовища.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати досліджень можуть бути впровадженні в діяльність муніципальних підприємств водопостачання та водовідведення.

Література

1. Бабаніна І. Зруйнована інфраструктура водопостачання та водовідведення на Сході та Півдні України : Аналіт. записка. / ред. О. Кравченко. *Екологія, право, людина.*, 2022. 41 с. URL: https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2023/02/rujnuvannya-infrastruktury_vychytana-versiya.pdf (дата звернення: 18.11.2024).
2. Pashchenko O. M., Hoshlynar S. L. International legal principles for guaranteeing water safety during military conflicts. *Environmental la.* 2022. No. 3-4. P. 57–62. URL: <https://doi.org/10.37687/2413-7189.2022.3-4-4.12> (date of access: 28.11.2024).
3. Яцюк М., Кравченко О. Проведення досліджень з підвищення ефективності управління водними ресурсами і системами водопостачання/водовідведення та розробка аналітичної записки для уряду України. Київ, 2023. 104 с. URL: https://ukrainian-water-association.org/wp-content/uploads/2023/07/UWA_Water_Management_Report.pdf (дата звернення: 18.11.2024).
4. Impact of the long-time armed conflicts on the ecological safety of industrial objects / O. V. Pyrikov et al. *Journal of geology, geography and geoecology.* 2022. Vol. 31, no. 2. P. 380–389. URL: <https://doi.org/10.15421/112235> (date of access: 28.11.2024).
5. Loboichenko V. M., Vasyukov A. E., Tishakova T. S. Investigations of Mineralization of Water Bodies on the Example of River Waters of Ukraine. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution.* 2017. Vol. 14, no. 4. P. 37–41. URL: <https://doi.org/10.3233/ajw-170035> (date of access: 15.05.2024).
6. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на початок 2024 року. 2024. 39 с. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf (дата звернення: 26.11.2024).
7. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату : Конвенція Орг. Об'єдн. Націй від 09.05.1992 : станом на 29 жовт. 1996 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044#Text (дата звернення: 25.11.2024).
8. Паризька угода : Угода Орг. Об'єдн. Націй від 12.12.2015 : станом на 14 лип. 2016 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161#Text (дата звернення: 25.11.2024).
9. Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 09.12.2022 № 1134-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-p#Text> (дата звернення: 28.11.2024).
10. Про водовідведення та очищення стічних вод : Закон України від 12.01.2023 № 2887-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2887-20#Text> (дата звернення: 28.11.2024).
11. Про затвердження Порядку проведення оцінки стану водовідведення та очищення стічних вод : Постанова Каб. Міністрів України від 14.05.2024 № 548. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/548-2024-p#Text> (дата звернення: 25.11.2024).
12. Про критичну інфраструктуру : Закон України від 16.11.2021 № 1882-IX : станом на 21 верес. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text> (дата звернення: 25.11.2024).
13. Strokal V., Kovpak A. Military conflicts and water: consequences and risks. *Ecological sciences.* 2022. Vol. 44, no. 5. P. 94–102. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.14> (date of access: 26.11.2024).
14. Дідковська Л. Водні конфлікти в Україні та світі. *Acta academiæ beregsasiensis. economics.* 2024. № 5. С. 69–85. URL: <https://doi.org/10.58423/2786-6742/2024-5-69-85> (дата звернення: 26.11.2024).
15. Наслідки для довкілля війни росії проти України / О. Ангурець та ін. Електрон. науково-попул. вид., 2023. 84 с. URL: <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-war-damages-ua-version-04-low-res.pdf> (дата звернення: 25.11.2024).
16. Кравченко В. В., Плаксієв Т. М. Екологічні наслідки російсько-української війни для України. *XXX Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих учених «Актуальні проблеми життєдіяльності суспільства».* 2023. URL: <https://doi.org/10.32782/2222-5099.2023.10.4> (дата звернення: 26.11.2024).
17. Про затвердження Методики визначення розміру шкоди завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану: Наказ М-ва зах. довкілля та природ. ресурсів України від 04.04.2022 № 167. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0406-22#Text> (дата звернення: 26.11.2024).
18. Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації: Постанова Каб. Міністрів України від 20.03.2022 № 326: станом на 2 груд. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2022-p#Text> (дата звернення: 26.11.2024).
19. Про затвердження Методики визначення збитків, заподіяних внаслідок забруднення та/або засмічення вод, самовільного користування водними ресурсами: Наказ М-ва зах. довкілля та природ. ресурсів України від 21.07.2022 № 252: станом на 25 груд. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0900-22#Text> (дата звернення: 26.11.2024).
20. Про затвердження Методики визначення шкоди та обсягу збитків, завданих підприємствам, установам та організаціям усіх форм власності внаслідок знищення та пошкодження їх майна у зв'язку із збройною агресією Російської Федерації, а також упущеної вигоди від неможливості чи перешкод у провадженні господарської діяльності : Наказ Всі міжнар. док. від 18.10.2022 № 3904/1223. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1522-22#Text> (дата звернення: 26.11.2024).
21. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України за рік від початку повномасштабного вторгнення. 2023. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2023/03/UKR_Feb23_FINAL_Damages-Report-1.pdf (дата звернення 01.05.2024).
22. Мних Є.В. Економічний аналіз: [підручник] К.: Знання, 2011. – 630 с
23. Наказ Місрегіону від 01.11.2021 № 281. Настанова з визначення вартості будівництва зі змінами 1,2,3,4. На заміну ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Вид. офіц. 2021. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/2699601180912256347?doc_type=6 (дата звернення: 25.11.2024).