



ДІДУХ

**Яків Петрович** — академік НАН України, завідувач відділу геоботаніки та екології Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України

## ПРО НАУКОВІ ЗАСАДИ РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЗБИТКІВ, ЗАВДАНИХ ВОЄННИМИ ДІЯМИ ПРИРОДНИМ ЕКОСИСТЕМАМ

За матеріалами доповіді на засіданні Президії НАН України 18 жовтня 2023 року

*У доповіді йдеться про те, що через широкомасштабну воєнну агресію РФ проти України збитки, завдані навколишньому середовищу, набули катастрофічного характеру, а їх поєднання з іншими видами антропогенної діяльності та змінами клімату зумовлює синергетичний ефект, який у віддаленій перспективі може призвести до значних негативних економічних, соціальних та екологічних наслідків. Наголошено на актуальності та важливості проведення досліджень з розроблення методики оцінки шкоди, завданої природним екосистемам під час війни, а також відновлення та збереження природних екосистем.*

Руйнації внаслідок воєнних дій у комплексі зі змінами клімату та іншими видами антропогенної діяльності спричиняють негативний синергетичний ефект, який у віддаленій перспективі матиме глобальні наслідки. Людство (цивілізація) несе відповідальність за долю планети, а тому воно повинне виробити і запровадити дієві механізми протидії цим небезпечним процесам. Сьогодні вже назріла необхідність змінення геополітичної та геоecологічної парадигми.

Які б аспекти воєнних дій ми не розглядали, всі вони негативно впливають на навколишнє середовище, в тому числі й на клімат, про зміни якого сьогодні так багато говорять. Так, активне використання військової техніки, літаків, водних засобів і т.д., пов'язане зі спалюванням великих обсягів пального, забруднення від вибухів ракет, бомб, снарядів, мін, зростання кількості пожеж у лісових масивах, на полях, торфовищах, забруднення довкілля органічними речовинами, евтрофікація, змінення водних режимів (наприклад, катастрофічне обміління Каховського водосховища після руйнування греблі Каховської ГЕС) — все це спричиняє вивільнення в атмосферу CO<sub>2</sub>

та інших парникових газів. З цього погляду воєнні дії становлять загрозу не лише для суспільства, а й для довкілля. Тому проблема оцінки збитків, завданих природі, набуває особливої гостроти.

Отже, важливим і актуальним завданням для науковців є вдосконалення відповідної методології досліджень з оцінювання шкоди, завданої навколишньому середовищу, розроблення планів щодо збереження та відновлення природних екосистем, запобігання негативним наслідкам, зокрема через вжиття превентивних заходів, спрямованих на мінімізацію їх негативного впливу. Ці дії потребують глибокого комплексного наукового обґрунтування, для чого необхідно залучати фахівців різних спеціальностей.

З метою визначення та оцінювання збитків, завданих російською збройною агресією, в Україні було прийнято цілу низку нормативних документів. Насамперед це дві постанови Кабінету Міністрів України: перша — від 20 березня 2022 р. № 326 «Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації», друга — від 26 березня 2022 р. № 380 «Про збір, обробку та облік інформації про пошкоджене та знищене нерухоме майно внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій, спричинених збройною агресією Російської Федерації проти України». Також було створено відповідні робочі групи, розроблено та затверджено методики оцінки збитків у різних сферах економіки, суспільного життя та різних складових навколишнього середовища. Крім того, ще раніше було прийнято кілька постанов, зокрема про затвердження тимчасової методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, такс для обчислення розміру шкоди, заподіяної лісу, та ін.

На основі цих документів різні відомства розробили і затвердили методики оцінки шкоди природним ресурсам, які стосуються таких аспектів:

- 1) шкода, завдана *земельним ресурсам*;
- 2) втрати *надр*;

- 3) збитки, завдані *водним ресурсам*;
- 4) шкода, завдана *атмосферному повіттю*;
- 5) втрати *лісового фонду*;
- 6) збитки, завдані *природно-заповідному фонду*.

Однак, як свідчить аналіз постанов Кабінету Міністрів України та затверджених відомчих методик щодо оцінки збитків, поза увагою залишилися питання оцінювання шкоди таким природним екосистемам:

- *степові* (частково враховано лише шкоду ґрунтам);
- *лучні* (пасовища та сіножаті);
- *болотні* (частково враховано лише як змінення водного режиму);
- *наскельні* (частково враховано як збитки запасів корисних копалин);
- *лісові* (частково враховано через збитки запасів деревини);
- *водні* (вода оцінюється лише як ресурс, визначається ступінь її забруднення);
- *прибережно-морські*.

До того ж у Порядку, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України № 326, жодного разу не згадано про втрати біорізноманіття.

Усі ці аспекти важливі ще й тому, що стосуються низки міжнародних угод, які ратифікувала Україна, зокрема в рамках Європейського зеленого курсу, а також виконання вимог для вступу України до Європейського Союзу. Важливим є те, що збитки зазначеним вище екосистемам можна чітко фіксувати, документувати і обраховувати. У зв'язку з цим пропонується звернутися до Кабінету Міністрів України, щоб внести відповідні доповнення до постанови КМУ № 326.

Такі роботи ми розпочали в рамках програмно-цільової та конкурсної тематики НАН України за бюджетною програмою «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень» (КПКВК 6541230) — проєкт «Оцінка впливу воєнних дій на трансформацію наземних природних екосистем з використанням модельних груп видів-біоіндикаторів та моніторинг чужорідних видів у флорі та фауні як складової забезпечення біологічної безпеки України» (керівник — академік НАН України

В.Г. Радченко), а також у рамках конкурсу Національного фонду досліджень України «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди» — проєкт «Геоінформаційна система з просторового оцінювання деградації довкілля України внаслідок російської агресії» (керівник — член-кореспондент НАН України Є.О. Маруняк).

За результатами проведених за цією тематикою робіт було розроблено схему логістичних операцій дослідження та оцінки збитків, завданих екосистемам, з метою отримання репарацій та запобігання негативним наслідкам. Ця схема складається з чотирьох етапів (рис. 1):

**I етап.** Документування даних, фіксація порушень екосистем, використання матеріалів дистанційних досліджень, фотознімків, даних лісотаксації тощо. Створення бази даних потрібно розпочинати вже зараз, а не відкладати на післявоєнний період. Крім того, слід забезпечити внесення цих даних до Держгеокадастру.

**II етап.** Ідентифікація біотопів та встановлення розміру шкоди (ступеня, масштабів втрати цінних компонентів біорізноманіття). На цьому етапі оцінку збитків проводять у бальних показниках.

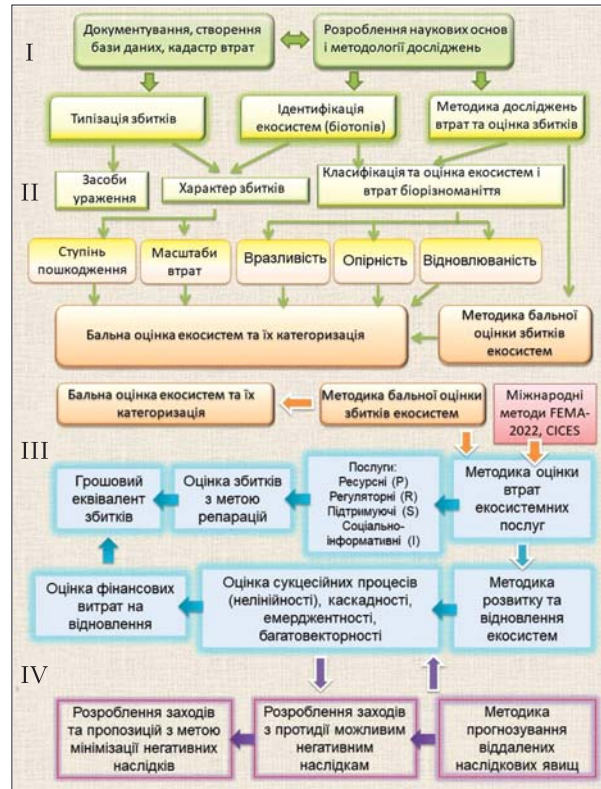
**III етап.** Монетарна оцінка збитків. Розрахунок прямих і непрямих збитків в енергетично-грошовому еквіваленті на основі оцінки екосистемних послуг та витрат на відновлення до відповідного стану з метою отримання репарацій з урахуванням додаткових рекультивацийних заходів тощо.

**IV етап.** Розроблення заходів та пропозицій з метою мінімізації негативних наслідків, що потребує натурних природних досліджень на полігонах.

Польові натурні дослідження проводяться на чотирьох полігонах, які репрезентують різні типи природних екосистем, що зазнали різних типів пошкоджень:

1) Чорнобильський еколого-радіаційний біосферний заповідник — будівництво військово-фортифікаційних споруд, пожежі;

2) Національний природний парк «Залісся» (Київська обл.) — пошкодження деревостанів, численні вирви, утворені внаслідок обстрілів;



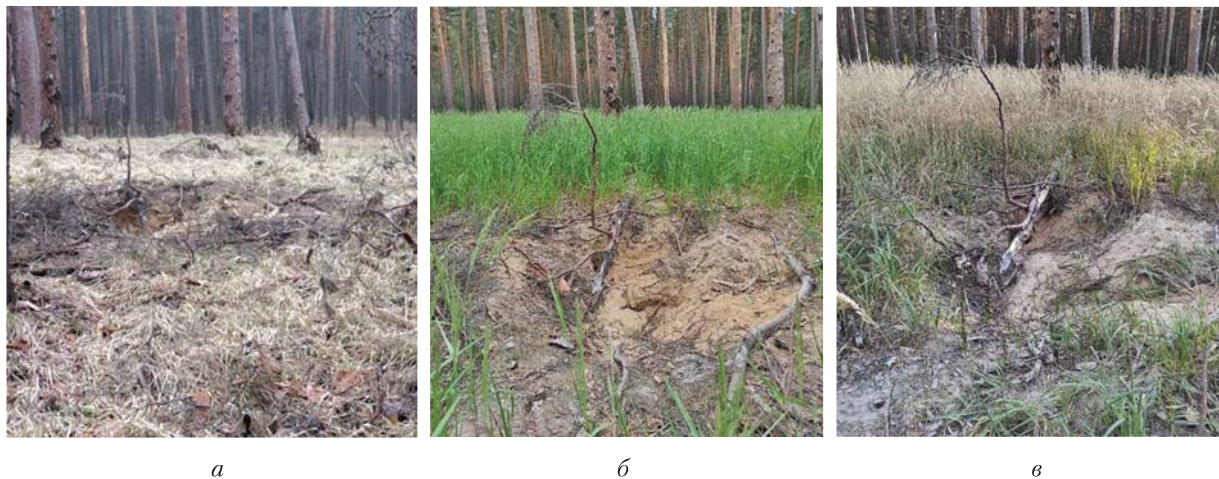
**Рис. 1.** Схема логістичних операцій дослідження та оцінки збитків, завданих екосистемам, з метою отримання репарацій та запобігання негативним наслідкам

3) Національний природний парк «Святі гори» (Донецька обл.) — пожежі, механічне знищення реліктових крейдових соснових борів;

4) Національний природний парк «Кам'янська січ» (Херсонська обл.) — численні вирви в степу, катастрофічне обміління Каховського водосховища.

Натурні дослідження важливі й в аспекті дешифрування аерофотознімків, тобто використання ГІС-технологій, оскільки на їх основі буде проведено оцінку шкоди на територіях, недоступних для польових робіт, та її узагальнення.

На першому етапі було проведено документування пошкоджень, польові роботи з типізації (визначення прямих та опосередкованих чинників), встановлення типу біотопу та характеру пошкоджень, фіксації пошкоджень



**Рис. 2.** Моніторинг заростання вирв та прилеглих до них територій: *а* — лютий 2023 р.; *б* — червень 2023 р.; *в* — жовтень 2023 р. (фото Я.П. Дідуха, Л.В. Зав'ялової)

з чіткою географічною прив'язкою, датою та розміром завданої шкоди з використанням даних дистанційних досліджень, аерофотозйомки, даних лісотаксації тощо. Також було виконано камеральні роботи зі створення бази даних, обробки документації та внесення даних до Держгеокадастру.

Типізація пошкоджень. Виокремлено 5 основних типів пошкоджень: 1) знищена військова техніка; 2) вибухові пристрої; 3) мінування територій, особливо сільськогосподарських угідь, внаслідок чого на покинутих полях поширюються адвентивні види; 4) спорудження фортифікаційних укріплень; 5) формування сміттєзвалищ.

На другому етапі ми здійснюємо ідентифікацію біотопів і фіксуємо їхні характеристики. За Національним каталогом біотопів, розробленим вченими установ НАН України із залученням фахівців інших відомств, в Україні налічується 217 біотопів. Частину з них пошкоджено в результаті ведення бойових дій. Під час польових досліджень ми проводимо геоботанічні описи, фіксуємо розміри ділянок, ступінь та масштаби прямих і опосередкованих пошкоджень, втрати цінних компонентів тощо. Камеральні роботи на цьому етапі полягають в оцінюванні опірності, вразливості біотопів та сукцесійних процесів, що дозволить

встановити терміни їх відновлення до стійкого стану, передбачити розвиток опосередкованих явищ, розробити заходи з мінімізації негативних наслідків.

Найбільші екологічні збитки було завдано в результаті підриву греблі Каховської ГЕС і обміління Каховського водосховища. За масштабами та шкодою цю подію ми оцінюємо як екоцид. На друге місце можна поставити мінування сільськогосподарських угідь — якщо не вдасться їх швидко розмінувати, відбуватимуться потужні сукцесійні процеси, заростання бур'янами, адвентивними видами і навіть кущами та деревами. На третьому місці — пожежі, що завдали великої шкоди лісам. Збитки від пожеж безумовно виявляться набагато більшими, коли ми матимемо доступ до окупованих територій.

Наслідки ракетних, артилерійських та мінометних обстрілів, хоча вони й локальні, також завдали великої шкоди. Ми здійснюємо моніторинг заростання вирв від розривів снарядів та прилеглих до них територій, щоб оцінити швидкість відновлення (рис. 2).

Крім прямого знищення дерев, ми фіксуємо і опосередковані пошкодження, в результаті яких, зокрема, можуть поширюватися різні шкідники і хвороби, і з часом такі дерева можуть загинути.

Розрахунки збитків досить складні, потребують багато часу і високої кваліфікації виконавців, особливо якщо їх потрібно робити для кожного окремого об'єкта. Для полегшення цієї роботи та з метою уніфікації і стандартизації ми використовуємо бальну оцінку. Це спрощує збирання інформації і дає змогу переводити якісні (візуальні) характеристики у кількісні показники, з якими надалі можна проводити математичні операції, застосовуючи сучасні методи і програми обробки даних. Отже, попередню бальну оцінку збитків, завданих природним екосистемам, ми проводи-

ли за 9 показниками, кожен з яких оцінювали за шкалою від 1 до 4 балів (див. табл.).

За сумарною бальною оцінкою збитків було виділено 5 категорій екосистем [1]:

1) **категорія А** (понад 80 % балів) — повна руйнація, екосистеми не зможуть відновитися;

2) **категорія Б** (60–79 %) — збитки суттєві, для відновлення необхідно вживати зовнішні цільові заходи із залученням фінансування;

3) **категорія В** (40–59 %) — збитки значні, відновлення потребує контролю та коригування процесів;

**Бальна оцінка збитків природних екосистем з урахуванням опірності та відновлення**

Характеристики збитків, завданих біотопам	Бальні показники			
	4	3	2	1
Масштабність впливу на територію	Урочище, місцевість	Фація	Локальні щільні пошкодження	Локальні поодинокі пошкодження
Масштабність впливу щодо площі біотопу	Знищено чи пошкоджено понад 75 % площі біотопу	Знищено чи пошкоджено половину площі біотопу	Знищено чи пошкоджено до 30 % площі біотопу	Локальне пошкодження
Ступінь пошкодження	Руйнівний	Здатний до тривалого неповного відновлення	Здатний до середньочасового відновлення	Відновлення швидке, флуктуаційного характеру
Пошкодження структури біотопу	Педо- та літосфера	Наземний покрив (дерева, кущі), верхня частина ґрунту	Наземний трав'яно-моховий покрив багаторічних рослин	Трав'яний покрив малорічників
Тривалість і процес відновлення	Синеволюція	Сукцесії, що ведуть до зміни структури (50–200 років)	Сукцесії демутаційного типу, відновлення структури (10–50 років)	Флуктуації (до 10 років)
Оцінка втрат екосистемних послуг	Повна втрата, руйнація (80–100 %)	Втрата структури, що порушує основні функції (50–80 %)	Часткова втрата окремих типів структур, здатних до відновлення (20–50 %)	Локальні порушення, відновлення короточасове (до 20 %)
Оцінка біорізноманіття	Наявність популяцій кількох рідкісних видів	Наявність домінуючого рідкісного виду	Наявність діагностичних, характерних, цінних видів	Видовий склад типовий
Цінність біотопів	Внесені до додатку I Оселищної директиви (як пріоритетні)	Внесені до додатку I Оселищної директиви (як не пріоритетні) та/або Резолюції 4-ї Бернської конвенції	Типові біотопи вторинного походження	Біотопи похідного типу (I, J)
Оцінка адвентизації та рудералізації біотопів	Відсутність адвентивних та рудеральних видів	Наявні автохтонні (рудеральні) види	Наявні адвентивні чужорідні види	Домінуючі адвентивні види

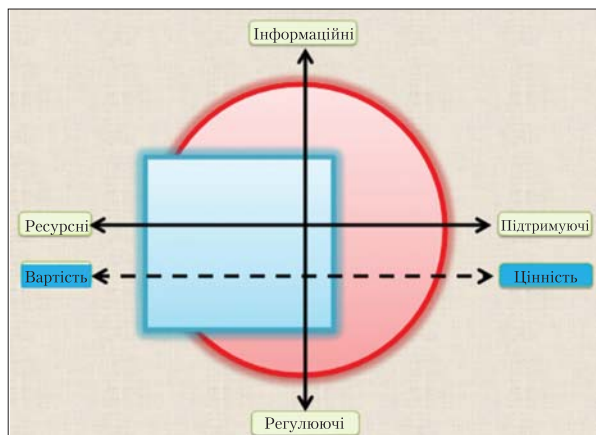


Рис. 3. Типізація екосистемних послуг, їх вартісної та ціннісної оцінки

4) **категорія Г** (20–39 %) — збитки є, але відновлення відбуватиметься природним шляхом;

5) **категорія Д** (до 20 %) — незначні пошкодження екосистеми.

На третьому етапі проводимо оцінку збитків через екосистемні послуги. За основу ми брали міжнародні методики ТЕЕВ, СІСЕС, FEMA-2022, але вносили до них корективи відповідно до наших реалій. Слід наголосити, що ми брали за основу *саме методики*, а не готові розрахунки, зроблені в інших країнах і в інших реаліях, бо, на жаль, інколи таке трапляється, але судові інстанції не приймають це як докази.

Відповідно до методики FEMA-2022 екосистемні послуги поділяють на 4 типи: ресурсні, регулюючі, підтримувальні та інформаційні. Деякі з послуг можна обрахувати і виразити у грошовому вартісному еквіваленті, що дає можливість порушити питання про репарації (рис. 3). Є кілька способів розрахувати грошові еквіваленти:

1) через вартість ресурсу, що успішно використовують економісти;

2) через показники карбону чи енергії, оцінку умовного палива (барель нафти) — це регуляторні, частково підтримувальні послуги; такий спосіб використовують екологи;

3) з позицій заміщення витрат (підтримувальні та соціально-інформаційні послуги) —

цей спосіб використовують і економісти, і екологи.

Однак для деяких послуг (інформаційне, наукове значення біотопів), а також для оцінки втрати рідкісних видів такі розрахунки провести неможливо, тому ми фіксуємо їх цінність, але способу відшкодувати ці втрати немає. Зокрема, до категорії найбільш цінних належать соснові ліси на крейдяних відкладах Середньоруської височини, які за нашою пропозицією було внесено до Резолюції 4-ї Бернської конвенції як такі, що потребують охорони на європейському рівні, але під час бойових дій на території НПП «Святі гори» один із найбільших і найцінніших масивів цих лісів було знищено.

Хоча оцінка цінності біотопів не може бути виражена у грошах, але саме на підставі втрати найбільш цінних біотопів ми можемо порушити питання про екоцид. Зауважимо, що визначення екоциду у ст. 441 Кримінального кодексу України і тлумачення цього поняття міжнародними фахівцями-юристами істотно різняться, тому вже робляться спроби ліквідувати цю розбіжність.

Методика розрахунку вартості збитків передбачає низку послідовних операцій, від оцінки показників об'єму та біомаси (дані таксації лісів чи продуктивності певних типів екосистем) до розрахунку енергетичних показників та їх вартості на основі ціни умовного палива (бареля нафти) на момент завдання збитків. Ці збитки не є постійною величиною і залежать від вартості умовного палива та курсу валют. Проведене нами порівняння втрати 1 т біомаси за цінами 2008 і 2023 років засвідчило, що ціна умовного палива зросла в 1,5 раза — з 8,2 до 12,65 у.о., а вартість гривні істотно знизилася, тому вартість збитків у доларовому еквіваленті зросла також у 1,5 раза — з 152,5 до 235,3 дол. США, а в гривневому еквіваленті збільшилася в 11,5 раза — від 742,8 до 8592,8 грн [2].

На сьогодні розроблено схему оцінки екологічних збитків різних типів екосистем та їх компонентів на основі енергетичних показників фітомаси (рослинності) з урахуванням різних аспектів їх значущості — поглинання CO<sub>2</sub>, продукування кисню, ґрунтоутворення, водоре-

гулюючого значення, консортивних зв'язків, тобто забезпечення життєдіяльності тваринного світу, і, що особливо важливо, ми враховували *затрати на відновлення*.

Для розрахунку енергопотенціалу та збитків з урахуванням зазначених вище функцій та затрат на відновлення ми використовували спеціальні програмно-математичні модулі [2]. Було розраховано середні показники енергомісткості основних типів екосистем:

- евтрофні (низинні) лісові болота (без торфу) — 7,6 ТДж/га;
- ліси віком 100—140 років — 4,6 ТДж/га;
- ліси віком 40—60 років — 2,8 ТДж/га;
- степи — 1,75 ТДж/га;
- мезотрофні (перехідні) болота (без торфу) — 1,7 ТДж/га;
- оліготрофні (верхові) болота (без торфу) — 1,6 ТДж/га;
- луки — 0,85 ТДж/га.

Як бачимо, найвищі показники мають високобонітетні ліси, зокрема в заплавах річок, а також інші типи лісів, оскільки для їхнього відновлення потрібен тривалий час.

На прохання дирекції НПП «Залісся» за цією методикою було обраховано збитки, завдані лісам внаслідок обстрілів (пошкодження та знищення 142 дерев), а також шкоду від вивірв. Збитки за цими розрахунками становлять **\$248,25 тис.**, а з урахуванням екосистемних послуг і затрат на відновлення лісу протягом 70 років — **\$695,11 тис.**

Отримані нами показники було порівняно з розрахунками збитків, виконаними на основі інших методик:

- за таксами для обчислення розміру шкоди, заподіяної лісу, встановленими Держлісагентством, — \$44,3 тис.;
- за методикою i-Tree Eco (екосистемні послуги дерев населених пунктів, оцінка яких ґрунтується на даних щодо кількості вуглецю в біомасі дерев, щорічного його поглинання та затримання опадів протягом року) — \$54,97 тис.;
- за таксами Мінприроди для обчислення шкоди природно-заповідному фонду, коли оцінка множить на коефіцієнт 10, — \$2,63 млн.

Як бачимо, розбіжність дуже велика (між таксами Держлісагентства та Мінприроди майже у 60 разів). Однак для того, щоб задовольнити вимоги міжнародних судів, доказова база і методика розрахунку мають бути надійними.

Четвертий етап розроблення заходів та пропозицій з метою мінімізації негативних наслідків ґрунтується власне на наукових висновках фахівців. Тут важливим є формування надійної репрезентативної бази даних, забезпечення моніторингових досліджень, знання екологічних законів функціонування та розвитку екосистем. Складання екологічних прогнозів ускладнюється різною реакцією екосистем — різновекторністю, нелінійністю розвитку, каскадністю процесів, емерджентністю (якісною стрибкоподібністю) змін, передбачити які майже неможливо, але вихід полягає у розробленні різних імовірних сценаріїв.

Зокрема, на сьогодні актуальним є питання відновлення Каховського водосховища. Пропозиції діаметрально розходяться, їхній зміст залежить від того, яка кінцева мета ставиться: гідрологам хочеться, щоб було якомога більше води, екологи вболівають за відновлення природних екосистем, для археологів це об'єкт дослідження історичної спадщини і т.д. Сьогодні дискусії точаться на різних майданчиках, і кожен намагається аргументувати свою точку зору, практично не сприймаючи іншу думку. Доцільно було б, аби владні структури перед тим, як приймати остаточне рішення про відновлення Каховської ГЕС, взяли на себе роль незалежного арбітра, проаналізували позитивні і негативні наслідки, винесли на фахове обговорення і прийняли зрештою виважене рішення. За будь-якого варіанту втрати будуть, але потрібно шукати оптимальний вихід.

На мій погляд, такий оптимальний варіант полягає в тому, щоб за необхідного об'єму води площа затопленої території була мінімальною, оскільки цінні земельні ресурси та природні багатства, які формувалися тисячоліттями, потрібно зберегти. Оскільки йдеться про заплаву ріки, то при відновленні тут розвиватимуться заплавні екосистеми. Згідно з



а



б



в



г

**Рис. 4.** Зміни рослинного покриву після руйнації Каховської ГЕС у заплаві р. Кам'янки (права притока Дніпра): а, в — 29 липня 2023 р.; б, г — 19 жовтня 2023 р.

результатами досліджень, проведених у липні та жовтні 2023 р., уже утворилися зарості верби, площа яких за даними космічних знімків, наданими Українським гідрометеорологічним інститутом ДСНС України та НАН України, становить 24 % загальної площі водосховища (рис. 4). Середня висота дерев, що виростили за 4 місяці, — 280–290 см, на 1 м<sup>2</sup> налічується 20–25 пагонів (рис. 5).

Така інтенсивність формування вдвічі перевищує показники для інших регіонів Європи, що пояснюється високою родючістю мулів. З часом тут сформується типовий осокоро-вербовий ліс, який за відповідних умов може

змінитися навіть заплавленими дібровами за участю дуба, ясеня, в'яза.

Яка цінність таких галерейних осокоро-вербових лісів? По-перше, це природне збільшення площі лісистості в степовій зоні; по-друге, в офіційних джерелах щодо структури лісів України важко знайти показники для вербових лісів, оскільки їх частка становить всього лише близько 0,1 % (вербово-тополеві — 1 %), тобто фактично ми їх знищили, хоча на загальноєвропейському рівні (Додаток 4-ї Бернської конвенції) цей біотоп (91E0) підлягає охороні. По-третє, за даними європейських фахівців [3–5], значущість цих лісів полягає





а

**Рис. 5.** Заростання вербою червоніючою дна Каховського водосховища: а — 29 липня 2023 р.; б — 19 жовтня 2023 р.

в тому, що вони мають високу фільтрувальну здатність, тобто очищують забруднені води, знижують евтрофікацію, акумулюють азотні, фосфорні сполуки, важкі й токсичні метали, особливо Cd, регулюють усі процеси, які відбуваються в заплавах. Крім того, є дані про багату фауну комах (до 450 видів), пов'язану з вербами. Численні безхребетні трав'яні тварини — від попелиць до гусениць харчуються вербами і є ланкою великої харчової мережі організмів вищого трофічного рівня. Вербові насадження підтримують високу щільність розмноження та перебування близько 60 видів птахів, що є найвищим показником серед усіх досліджених біотопів Європи. Вони слугують пристановищем для значної кількості ссавців, а водні лагуни — для земноводних та риб [6–9]. Слід підкреслити і промислове значення верб, які використовують як біопаливо. Одна генерація верби протягом 25 років при заготівлі через 3–5 років дає 7–14 т/га біопалива.

ISSN 1027-3239. Вісн. НАН України, 2023, № 12



б

Тому наш висновок полягає в тому, щоб підходити до оцінки заплави Дніпра з більш широких позицій, намагатися отримати якомога більше екосистемних послуг, а не зосереджуватися лише на воді.

Отже, проблема як оцінки збитків, так і відновлення екосистем є актуальною, і її вирішення потребує аналізу різних екологічних, економічних, соціально-політичних аспектів та має спиратися на ґрунтовні наукові дослідження. Використовуючи сучасні методики, програми, необхідно адаптувати їх до наших реалій на основі результатів комплексних досліджень. Коректно проведена оцінка збитків та високонадійні розрахунки є саме тим інструментом, який надасть вагомі аргументи для порушення питання про виплату репарацій, а отримані наукові результати дадуть змогу передбачити можливі негативні наслідки втрат довкілля та запропонувати дієві заходи щодо їх мінімізації.

## REFERENCES

## [СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ]

1. Didukh Ya.P. Ecosystem approach to assessing the impact of threats and losses caused by military actions. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2022. (6): 16–25. <https://doi.org/10.15407/visn2022.06.016>  
[Дідух Я.П. Екосистемний підхід до оцінки збитків, завданих воєнними діями. *Вісник НАН України*, 2022. (6): 16–25.]
2. Didukh Ya.P., Rasevych V.V., Gavrylov S.O., Alioshkina U.M. Ecosystem Ecological Loss Assessment on the Base of Energy Indexes. *Nauka Innov.* 2009. 5(5): 62–74. <https://doi.org/10.15407/scin5.05.062>  
[Дідух Я.П., Расевич В.В., Гаврилов С.О., Альошкіна У.М. Оцінка екологічних збитків екосистем на основі енергетичних показників. *Наука та інновації*. 2009. Т. 5, № 5. С. 62–75.]
3. Aronsson P., Perttu K. Willow vegetation filters for wastewater treatment and soil remediation combined with biomass production. *The Forestry Chronicle*. 2001. 77(2): 293–299. <https://doi.org/10.5558/tfc77293-2>
4. Klang-Westin E., Eriksson J. Potential of Salix as phytoextractor for Cd on moderately contaminated soils. *Plant and Soil*. 2003. 249: 127–137. <https://doi.org/10.1023/A:1022585404481>
5. Amitabh N.B. Economic importance of Salix to the Ecosystem. *Global Journal of Wood Science. Forestry and Wildlife*. 2016. 4(3): 134–138.
6. Mohsin M. et al. Biomass Production and Removal of Nitrogen and Phosphorus from Processed Municipal Wastewater by *Salix schwerinii*: A Field Trial. *Water*. 2021. 13(16): 2298. <https://doi.org/10.3390/w13162298>
7. Kennedy C.E.J., Southwood T.R.E. The Number of Species of Insects Associated with British Trees: A Re-Analysis. *Journal of Animal Ecology*. 1984. 53(2): 455–478. <https://doi.org/10.2307/4528>
8. Bates J. *Trailside Botany*. Pfeifer-Hamilton, Duluth, Minnesota, 1951. P. 227.
9. Kovalchik B.L. Classification and management of aquatic, riparian and wetland sites on the national forests of eastern Washington. Part 1: The series descriptions. 2001. [http://www.reo.gov/col/wetland\\_classification/wetland\\_classification.pdf](http://www.reo.gov/col/wetland_classification/wetland_classification.pdf)

Yakiv P. Didukh

*M.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7619-0283>

#### ON THE SCIENTIFIC PRINCIPLES OF DEVELOPING A METHODOLOGY FOR ASSESSING DAMAGE CAUSED BY MILITARY ACTIONS TO NATURAL ECOSYSTEMS

According to the materials of scientific report at the meeting of the Presidium of NAS of Ukraine, October 18, 2023

The report says that due to the Russian Federation's large-scale military aggression against Ukraine, the damage caused to the environment has become catastrophic, and its combination with other types of anthropogenic activity and climate change produces synergistic effect, which in the long term can lead to significant negative economic, social, and environmental consequences. The relevance and importance of conducting research for the development of methods for assessing the damage caused to natural ecosystems during the war, as well as the restoration and preservation of natural ecosystems, is emphasized.

**Cite this article:** Didukh Ya.P. On the scientific principles of developing a methodology for assessing damage caused by military actions to natural ecosystems. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2023. (12): 87–96. <https://doi.org/10.15407/visn2023.12.087>