

¹Клочко Т. О., канд. техн. наук;

²Коваленко С. Ю., PhD;

²Брук В. В., канд. техн. наук;

¹Сломчинська Н. В., аспірантка

¹Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна

²Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», м. Харків, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ШКОДИ ТА ЗБИТКІВ

На теперішній час розроблені та затверджені 8 [1–8] методик визначення шкоди та збитків, завданих різним компонентам довкілля внаслідок російської збройної агресії проти України. У цих методиках передбачається можливість використання у якості вихідних даних космічних знімків. Але в жодній з них не наведені рекомендації, яким чином слід використовувати дані матеріали. Це обумовлює необхідність розробки методичних рекомендацій щодо використання матеріалів дистанційного зондування для оцінки змін стану природних компонентів внаслідок збройної агресії. Особливо актуальність роботи підсилюється тим, що у більшості випадків неможливо застосування будь-яких інших методів моніторингу стану довкілля на тимчасово окупованих територіях, крім дистанційних методів. Метою дослідження є аналіз можливостей застосування дистанційної інформації для визначення екологічної шкоди та збитків.

Показники, що використовуються для визначення шкоди та розрахунку збитків, оцінюються за допомогою контактних методів (відбір і фізико-хімічний аналіз проб, контактні вимірювання, метричні вимірювання та інше). Однак, у разі відсутності доступу застосування контактних методів є неможливим. У цьому випадку фіксування екологічної шкоди і вимірювання деяких показників можливо тільки за допомогою дистанційних методів. Наприклад, дистанційно можна виміряти показник, на якому базується розрахунок збитків – площа пошкодженої (забрудненої, засміченої) території або акваторії. Крім того, під час розрахунку збитків для різних компонентів довкілля, крім площі, можливо дистанційне вимірювання інших параметрів.

Визначення збитків, заподіяних водним об'єктам внаслідок забруднення та/або засмічення вод, самовільного користування водою ґрунтується на методиках [1, 2]. За матеріалами дистанційного зондування можна визначити такі параметри шкоди як ступінь засмічення водного об'єкта сторонніми предметами, матеріалами, відходами та/або іншими речовинами за зовнішнім виглядом водної поверхні.

Методика визначення збитків для морських акваторій [3] встановлює порядок розрахунку розміру збитків у разі забруднення та/або засмічення морських вод від суден, кораблів та інших плавучих засобів, у тому числі військових. За матеріалами дистанційного зондування можна визначити такі параметри шкоди: просторове розподілення та розміри забруднення акваторії нафтою або нафтопродуктами; просторове розподілення та розміри забруднення сніжно-льодової поверхні нафтою або нафтопродуктами; просторове розподілення та розміри забруднення акваторії сторонніми предметами, матеріалами, відходами та/або іншими речовинами.

Методика [4] визначає розрахунок збитків від шкоди, що «завдана ґрунтам та земельним ділянкам внаслідок забруднення ґрунтів речовинами, які негативно впливають на їх родючість та інші корисні властивості; шкода, завдана ґрунтам та земельним ділянкам внаслідок засмічення земельних ділянок сторонніми предметами, матеріалами, відходами та/або іншими речовинами». За матеріалами дистанційного зондування можна визначити такі параметри шкоди: просторове розподілення та розміри забруднення земельної ділянки; просторове розподілення та розміри засмічення земельної ділянки; ступінь засмічення земельної ділянки відходами.

Методика [5] оцінює втрати надр, завдані самовільним їх користуванням. Визначаються «обсяг самовільного, зокрема незаконного, користування надрами; збитки, завдані внаслідок самовільного користування надрами». За матеріалами дистанційного зондування можна визначити такі параметри шкоди: об'єм (кількість) самовільно видобутих корисних копалин; розмір об'єму (площі) користування надрами в цілях, не пов'язаних з видобуванням корисних копалин; період самовільного користування надрами.

Методика [6] визначає збитки, завдані через «втрати лісогосподарського виробництва, спричинені обмеженням прав землекористувачів; втрати лісочористувачів, заподіяні тимчасовим зайняттям земельних ділянок, встановленням обмежень щодо їх використання та неоподержання доходів у зв'язку з тимчасовим невикористанням земельних ділянок». За матеріалами дистанційного зондування можна визначити такі параметри шкоди, що використовуються для нарахування

збитків: просторове розподілення та розміри пошкодженої або замінованої ділянки; просторове розподілення та розміри лісових ділянок вкритих лісовою рослинністю (окуповані території); термін самовільного користування лісовими ділянками вкритими лісовою рослинністю (окупація) (в роках); маса деревини, метрів кубічних; просторове розподілення та розміри лісової ділянки, на якій заплановано проведення заготівлі деревини, гектари; просторове розподілення та розміри лісової ділянки, яка виділена у тимчасове користування гектари; кількість знищених чи пошкоджених біологічних технічних споруд; кількість знищених мисливських тварин; кількість знищених чи пошкоджених штучних гнізд мисливських птахів.

Методика [7] визначає збитки, завдані природним територіям та об'єктам внаслідок їх пошкодження чи знищення.

За матеріалами дистанційного зондування можна визначити кількість типів біогеоценозів, що використовуються для нарахування збитків.

Методика [8] визначає збитки, завдані викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Основним показником, який оцінюється, є обсяг неорганізованих викидів. За матеріалами дистанційного зондування можна визначити такі параметри шкоди: просторове розподілення та розміри пожежі; тривалість подій.

У даній роботі можливості використання космічних знімків для оцінки екологічних збитків розглянуті на прикладі засмічення морської акваторії після руйнування греблі Каховської ГЕС. Для визначення потенційної наявності розповсюдження завислих речовин та засмічення морської акваторії сторонніми предметами у Дніпровсько-Бузькому лимані та прилеглої акваторії Чорного моря використано космічний знімок супутника Landsat 9 (рис. 1). Вибір саме цього типу матеріалів дистанційного зондування обумовлено низкою їх переваг. Апаратура супутника Landsat 9 є важливим інструментом для відстеження змін Землі, викликаних як природними процесами, так і діяльністю людини. Знімки КА Landsat знаходяться у вільному доступі. Існує можливість вибору та комбінації спектральних каналів для спостереження процесів, що відбуваються у акваторії. На рисунку космічний знімок засмічення морської акваторії наведено у колірній моделі RGB (Red, Green, Blue) – це адитивна модель представлення кольорів, яка використовує комбінації червоного, зеленого та синього кольорів для створення різноманітних відтінків, що підкреслюють сторонні предмети на акваторії.

Матеріал, що виносився з Каховського водосховища складався з побутового сміття, будівельних відходів, а також сміття, що було на прибережних територіях.

Кількість механічного матеріалу, яке потрапило в море, залишається невідомою. Течія сформувала скупчення, які на знімку відображені у вигляді точок, полос, островів. Такі структури змінюють водну поверхню, сповільнюючи хвилювання, що змінює характер відбивної здатності. Таке явище спостерігається у вигляді великої плями, що світліша за кольором. Тони відходів руйнації знаходиться у Чорному морі і зараз продовжують розповсюджуватись по акваторії.



Рисунок 1 – Космічний знімок засмічення морської акваторії сторонніми предметами після підризу Каховської дамби (дата зйомки 09.06.2023 року).

Збитки, завдані водним об'єктам внаслідок засмічення сторонніми предметами, матеріалами, відходами або іншими речовинами розраховуються за формулою:

$$З = K_B \cdot K_X \cdot k_3 \cdot M_{CM} \cdot g \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

де $З$ – розмір збитків, завданих водним об'єктам внаслідок засмічення сторонніми предметами, матеріалами, відходами або іншими речовинами, грн;

K_B – коефіцієнт, що враховує збільшення шкоди водній екосистемі під час воєнного стану $K_B = 10$;

K_x – коефіцієнт, що характеризує ступінь засмічення поверхні води сторонніми предметами, матеріалами, відходами та/або іншими речовинами. Визначений згідно з методичними рекомендаціями за ознаками (Зовнішній вигляд водної поверхні: на водній поверхні та/або занурені у воду є сторонні предмети, матеріали, відходи та/або інші речовини загальною площею більше 10 м^2 , крупні предмети з розмірами більш $1,5 \text{ м}$) коефіцієнт $K_x = 6$;

k_3 – коефіцієнт ураженості водної екосистеми або морських вод відповідно $1,5$;

$M_{\text{см}}$ – маса сторонніх предметів, матеріалів, відходів та/або інших речовин, кг;

g – проіндексований питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів у поточному році, грн/т (складає $2429,83 \text{ грн/т}$).

$$З = 10 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 10000 \cdot 2429,83 \cdot 10^{-3} = 2186847 \text{ грн.}$$

Розрахований розмір збитків, завданих водним об'єктам внаслідок засмічення сторонніми предметами, матеріалами, відходами або іншими речовинами складає $2,2$ млн. гривен.

Висновки

Під час військових конфліктів збільшуються факти порушення екологічної безпеки довкілля включно зі знищенням екосистем.

Визначення шкоди та завданих збитків ґрунтується на методичних рекомендаціях для розрахунку обсягів компенсації державі та подання позовів на компенсацію до міжнародних судових органів.

Під час визначення шкоди та збитків відповідальним органам рекомендується використовувати дані дистанційного зондування але відсутні методичні рекомендації щодо їх застосування.

Застосування дистанційного моніторингу дає змогу виявити ділянки та параметри шкоди, що завдані навколишньому середовищу. У роботі визначені показники для розрахунку збитків, що можна оцінювати дистанційно. Під час розрахунку відповідно до Методик одним із загальних параметрів, що визначає збитки, є площа. Але для кожного компонента довкілля визначаються також специфічні показники. Наведений приклад розрахунку на основі аналізу космічного знімку екологічних збитків, що зазнала частина акваторії Чорного моря внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС.

Література

1. «Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів» Методика від 20.07.2009 № 389, Редакція від 18.11.2022 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0767-09#Text>. Дата звернення 22.05.2025р.
2. «Методика визначення збитків, заподіяних внаслідок забруднення та/або засмічення вод, самовільного користування водними ресурсами», затверджена наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 21 липня 2022 року № 252 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show>. Дата звернення 22.05.2025р.
3. «Методика визначення збитків, заподіяних навколишньому природному середовищу в межах територіального моря, виключної морської (економічної) зони та внутрішніх морських вод України в Азовському та Чорному морях» від 19.08.2022 № 309 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show>. Дата звернення 22.05.2025р.
4. «Методика визначення розміру шкоди завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану» від 04.04.2022 № 167 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show>. Дата звернення 22.05.2025р.
5. «Методика визначення розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок самовільного користування надрами» від 15.09.2022 № 366 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show>. Дата звернення 22.05.2025р.
6. «Про затвердження Методики визначення шкоди та збитків, заподіяних лісовому фонду внаслідок збройної агресії Російської Федерації» Методика від 05.10.2022 № 414. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1308-22#Text>. Дата звернення 22.05.2025р.
7. «Методика визначення шкоди та збитків, завданих територіям та об'єктам природно-заповідного фонду внаслідок збройної агресії Російської Федерації» від 15.10.2022 № 424 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show>. Дата звернення 22.05.2025р.
8. «Методика розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди» від 13.04.2022 № 175 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show>. Дата звернення 22.05.2025р.