



ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ В МЕЖАХ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Проаналізовано можливості використання даних дистанційного зондування Землі для оцінювання водно-болотних угідь на прикладі Шацької селищної територіальної громади Волинської області у взаємозв'язку з еколого-економічним значенням таких екосистем. Актуальність дослідження зумовлена посиленням кліматичних ризиків, трансформацією гідрологічного режиму, деградацією перезволожених територій та необхідністю переходу від фрагментарного природоохоронного управління до доказового просторового планування природного капіталу громад. Обґрунтовано можливості застосування супутникових даних, геоінформаційних інструментів і спектральних індексів для моніторингу стану водно-болотних угідь та попередньої еколого-економічної інтерпретації виявлених змін. Використано методи системного аналізу, порівняльного узагальнення, аналізу наукових джерел, інтерпретації результатів дистанційного моніторингу, а також еколого-економічного узагальнення ролі екосистемних послуг у розвитку територіальної громади. Охарактеризовано можливості платформ Copernicus, EO Browser, USGS EarthExplorer, Earthdata Search NASA, Planet, Landsat, Sentinel та Google Earth Engine для просторово-часового аналізу змін водних і перезволожених територій. Розглянуто особливості використання індексів NDVI, NDWI та MNDWI для оцінювання стану рослинного покриву, рівня зволоження, площ водних поверхонь і динаміки заболочення. Встановлено, що результати спектрального аналізу можуть бути використані не лише як екологічні індикатори, а й як інформаційна основа для визначення потенційних змін природного капіталу, екосистемних послуг і вартості бездіяльності. Обґрунтовано, що скорочення площ водних і перезволожених територій може свідчити про ослаблення водорегулятивної, кліматорегулятивної, рекреаційної та захисної функцій водно-болотних угідь. Перспективи подальших досліджень пов'язані з кількісною оцінкою екосистемних послуг, інтеграцією результатів дистанційного зондування із бюджетними, туристичними та просторовими даними громади, а також розробленням сценаріїв впровадження природоорієнтованих рішень.

Ключові слова: природний капітал; екосистемні послуги; геоінформаційний аналіз; спектральні індекси; вартість бездіяльності; просторове планування.

Вступ

Водно-болотні угіддя відіграють важливу роль у підтриманні гідрологічного режиму, біорізноманіття, кліматорегулятивних процесів і рекреаційного потенціалу територій. Водночас вони належать до найбільш деградованих екосистем у світі через осушення, зміну землекористування, урбанізацію та кліматичні зміни [5]. За даними Рамсарської конвенції, темпи втрати водно-болотних угідь приблизно втричі перевищують темпи знищення лісових екосистем [15].

Для Шацької селищної ТГ ця проблема має особливе значення, оскільки її просторовій структурі характерна висока концентрація озерно-болотних ландшафтів. Погіршення стану цих екосистем унаслідок зміни гідрологічного режиму, меліорації, евтрофікації, рекреаційного навантаження та кліматично зумовленого зниження рівня води формує екологічні й економічні ризики для громади.

Попри поширення дистанційного зондування Землі

у дослідженні природних екосистем, недостатньо розкритим залишається питання його використання для еколого-економічної інтерпретації змін природного капіталу на рівні територіальних громад.

Метою статті є обґрунтування можливостей використання даних ДЗЗ для оцінювання стану водно-болотних угідь Шацької селищної ТГ та їх еколого-економічної інтерпретації у просторовому плануванні.

Предметом дослідження є теоретико-методичні та прикладні аспекти використання даних ДЗЗ для оцінювання стану водно-болотних угідь і визначення їх еколого-економічного значення у просторовому плануванні громади.

Методи та інформаційна база дослідження. У дослідженні використано системний аналіз, порівняльне узагальнення, аналіз наукових джерел, дистанційний моніторинг, інтерпретацію спектральних індексів та еколого-економічне узагальнення. Інформаційну базу становлять наукові публікації, матеріали Copernicus, EO

© Copyright 2026 by the author(s)

Жмурко Назарій Ігорович, аспірант. Email: nazar.zhmurko@nltu.edu.ua; <https://orcid.org/0009-0006-6609-9439>

Соловій Ігор Павлович, д-р екон. наук, професор. Email: igor.soloviy@nltu.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0001-5885-6264>

Цитування за ДСТУ: Жмурко Н. І., Соловій І. П. Еколого-економічне оцінювання водно-болотних угідь в межах територіальної громади з використанням даних дистанційного зондування землі. *Ефективність державного управління* : зб. наук. пр. Вип. 2(87). Львів: НЛТУ України, 2026. С. 80–86.

Citation APA: Zhmurko, N. I., & Soloviy, I. P. (2026). Ecological and economic assessment of wetlands within a territorial community using remote sensing data. *Efficiency of public administration*, 1(86), 80–86. <https://doi.org/10.36930/508710>

Browser, USGS EarthExplorer, Earthdata Search NASA, Planet, Landsat, Sentinel, Google Earth Engine, а також дослідження динаміки площ Шацьких озер.

Основними платформами отримання даних ДЗЗ є Copernicus, EO Browser, USGS EarthExplorer, Earthdata Search NASA та Planet. Для моніторингу водно-болотних екосистем важливе значення мають Sentinel, Landsat і Google Earth Engine, які забезпечують просторово-часовий аналіз змін земного покриву, водних об'єктів і перезволожених територій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Наукові дослідження охоплюють низку напрямів: аналіз глобальної деградації водно-болотних угідь [5, 15]; оцінювання їхніх екосистемних послуг і природного капіталу [11, 20]; використання ДЗЗ, GIS та індексів NDVI, NDWI, MNDWI для моніторингу водних і перезволожених територій [6, 7, 9, 17, 22]; дослідження динаміки площ Шацьких озер [10]; еколого-економічне оцінювання вартості бездіяльності та природної інфраструктури [1, 3, 4, 12, 16, 19].

Попри наявні напрацювання, недостатньо дослідженим залишається питання інтеграції результатів супутникового моніторингу з еколого-економічною оцінкою змін природного капіталу територіальних громад. Саме цей факт обґрунтовує доцільність використання спектральних індексів не лише для фіксації екологічних змін, а й для визначення потенційних економічних наслідків деградації або відновлення водно-болотних угідь.

Виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням одержаних результатів

Для сучасного етапу трансформації природокористування характерне посилення взаємозалежності між екологічною стійкістю територій, кліматичними змінами та економічною безпекою громад. У цьому контексті водно-болотні угіддя набувають стратегічного значення як природні системи, що виконують і підтримують баланс гідрологічних процесів, місцевого клімату, поглинання вуглецю та біорізноманіття. Водно-болотні угіддя водночас є одними з найбільш деградованих типів екосистем у світі через осушення, зміну структури землекористування, урбанізацію та зміну клімату [5]. За даними Рамсарської конвенції, водно-болотні угіддя є одними з найшвидше деградуючих екосистем на Землі, їх втрата приблизно втричі перевищує темпи зникнення лісових екосистем [15]. Це формує довгострокові ризики для екологічної, кліматичної та економічної стійкості територій, оскільки водно-болотні угіддя забезпечують регулювання водного режиму, підтримання біорізноманіття та акумуляцію вуглецю. Для України проблема збереження водно-болотних угідь набуває особливої актуальності за умов післявоєнного відновлення, оскільки деградація природних екосистем супроводжується зростанням ризиків дефіциту водних ресурсів, посиленням пожежної небезпеки, втратою біорізноманіття та порушенням екологічної рівноваги регіонів.

Однією з найцінніших територій у контексті збереження водно-болотних екосистем є Шацька селищна ТГ, розташована в межах зони Полісся. Для території громади характерна висока концентрація озерно-болотних ландшафтів, значна частина яких входить до складу Шацького національного природного парку та Рамсарських угідь міжнародного значення. Загальна заболоченість території становить 5233 га, що становить

6,97 % від загальної площі громади – 75 900 га. Такий рівень заболоченості свідчить про вагомий роль водно-болотних угідь у формуванні просторової структури території та підтриманні її екологічної стійкості. Водно-болотні угіддя Шацької селищної ТГ виконують низку критично важливих екосистемних функцій: забезпечують акумуляцію та регулювання водних ресурсів, підтримують мікрокліматичну стабільність, знижують ризики посух і торфових пожеж, а також формують основу для рекреаційного та туристичного потенціалу території. Окрім того, водно-болотні екосистеми відіграють важливу роль у секвестрації вуглецю, регулюванні гідрологічного режиму та пом'якшенні наслідків кліматичних змін, що визначає їх значення як одного з ключових типів екосистемних послуг водно-болотних угідь [11].

Водночас сучасні процеси у природокористуванні свідчать про поступове погіршення стану водно-болотних угідь Шацького регіону. Основними чинниками деградації виступають зміна гідрологічного режиму, функціонування осушувальних меліоративних систем, евтрофікація водойм, надмірне рекреаційне навантаження та кліматично зумовлене зниження рівня води. Підвищення середньорічних температур і збільшення тривалості посушливих періодів спричиняють трансформацію болотних екосистем, зменшення площ перезволожених територій та деградацію торфових ґрунтів. Такі процеси формують не лише екологічні, але й економічні ризики, оскільки погіршення стану водно-болотних угідь безпосередньо впливає на туристичну привабливість території, водозабезпечення та екосистемні послуги громади. За таких умов виникає нагальна потреба переходу від фрагментарного природоохоронного управління до системного просторового моніторингу екосистемних змін.

Традиційні польові методи оцінювання стану водно-болотних угідь характерні високою трудомісткістю та обмеженою просторовою репрезентативністю, що істотно ускладнює моніторинг динамічних природних процесів. Саме тому у сучасних дослідженнях дедалі більшого значення набувають технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та геоінформаційні системи (GIS), які забезпечують можливість комплексного аналізу екосистемних трансформацій у просторово-часовому вимірі. Використання супутникових даних дає змогу отримувати регулярну та просторово узгоджену інформацію про стан рослинного покриву, рівень зволоження територій, площі водного дзеркала та процеси деградації у межах великих територій. Отже, GIS та ДЗЗ трансформуються із допоміжного інструменту екологічного аналізу у складову системи стратегічного просторового планування та управління природним капіталом територіальних громад.

На сьогодні найвідомішими платформами для отримання інформації про ДЗЗ є Copernicus Open Access Hub, EO Browser, USGS EarthExplorer та Earthdata Search NASA, Planet.

Copernicus – програма, яка надає точну, своєчасну та легкодоступну інформацію для покращення управління навколишнім середовищем, розуміння наслідків зміни клімату, а також забезпечення цивільної захищеності. Значні обсяги даних із супутників та наземних, повітряних та морських вимірювальних систем надають інформацію, яка допомагає органам державної влади багатьох країн та міжнародним організаціям покращувати рі-

вень життя. Інформаційні послуги, що надаються, є безкоштовними та доступними для користувачів. Copernicus охоплює широкий спектр застосувань, таких як: зміна клімату, моніторинг земель та їх використання, температура та лісові пожежі, сільське господарство та охорона навколишнього середовища, моніторинг стихійних лих (виверження вулканів, землетруси), забруднення повітря [2, 23].

EO Browser дає змогу переглядати та порівнювати зображення з високим розрізненням з усіх колекцій даних, які розміщені на платформі. EO Browser дає змогу вибрати потрібні зображення, завантажити їх та обробити дані, а також створити мозаїку [18, 23].

USGS EarthExplorer та Earthdata Search NASA відстежують, аналізують та прогнозують поточні та еволюційні зміни Землі, а також надають корисну інформацію в масштабах та часових рамках про ґрунти, воду, біологічні дані та картографічну інформацію для підтримання прийняття рішень з питань ресурсів, довкілля та громадської безпеки [13, 21].

Planet – веб-геоплатформа з доступними супутниковими даними та базовою аналітикою для отримання знань, що надає користувачам у всьому світі можливість ухвалювати ефективні та своєчасні рішення у таких галузях як: сільське господарство, лісове господарство, картографія та державне управління. Платформа Planet розрахована для підприємств, урядів та дослідницьких установ [14, 23].

Отже, вибір платформи для отримання інформації за допомогою ДЗЗ залежить від об'єкта дослідження, а саме його місця розташування, розрізнення супутникових зображень та часового проміжку, який потрібен для дослідження.

Теоретико-методологічною основою сучасного оцінювання водно-болотних угідь є екосистемний підхід та концепція екосистемних послуг, відповідно до яких природні екосистеми розглядають як джерело екологічно та економічно значущих послуг. У цьому контексті важливе значення має міжнародна система еколого-економічного обліку екосистем (System of Environmental-Economic Accounting – Ecosystem Accounting, SEEA-EA), яка передбачає інтеграцію екологічних і економічних показників у систему обліку природного капіталу та підтримки управлінських рішень [20].

У межах такого підходу водно-болотні угіддя оцінюють не лише як природоохоронні об'єкти, а як просторово організовані екосистеми, що забезпечують регулювання водного режиму, підтримання біорізноманіття, кліматорегулятивні функції та рекреаційні послуги. Саме тому оцінювання стану водно-болотних угідь потребує інтеграції геопросторових даних, GIS-моделювання та інструментів дистанційного моніторингу.

У цьому контексті водно-болотні угіддя Шацької селищної ТГ доцільно розглядати як складову природного капіталу, тобто як природний актив, що формує потоки екологічно та економічно значущих вигід для громади. Їхня цінність проявляється не лише у збереженні біорізноманіття, а й у здатності зменшувати майбутні витрати на водорегулювання, протипожежні заходи, підтримання рекреаційної привабливості території та адаптацію до кліматичних змін. За такого підходу оцінювання стану водно-болотних угідь за допомогою дистанційного зондування Землі набуває не лише природоохоронного, а й економічного значення, оскільки

дає змогу виявляти просторові зміни природного капіталу громади.

Економічна інтерпретація екосистемних послуг водно-болотних угідь може здійснюватися через їхній вплив на витрати, доходи та ризики територіальної громади. Зокрема, водорегулятивна функція пов'язана зі зменшенням потреби у дорогій інженерній інфраструктурі; кліматорегулятивна – з утриманням вуглецю та пом'якшенням наслідків кліматичних змін; рекреаційна – з туристичною привабливістю, доходами місцевого бізнесу та бюджетними надходженнями; захисна – зі зниженням ризиків торфових пожеж, посух і деградації земель. Отже, водно-болотні угіддя доцільно розглядати як елемент місцевої економічної стійкості, а не лише як об'єкт екологічного моніторингу.

Ключову роль у сучасному моніторингу водно-болотних екосистем відіграють супутникові платформи Sentinel, Landsat та продукти Copernicus Programme.

Сильними сторонами Landsat загалом вважається регулярний графік збирання даних (обертання навколо Землі кожні 16 або 18 днів), довгостроковий архів даних (зображення доступні від 1972 року) та відносно багата спектральна інформація (не така, як гіперспектральні дані, але містить більше діапазонів, ніж більшість супутників високого розрізнення, таких як IKONOS або Quickbird). Обмеження даних Landsat полягає в тому, що це джерело зображень лише з помірним розрізненням, а фіксований графік збирання даних іноді ускладнює отримання зображень для певного місця і в певний час (особливо, якщо там часто бувають хмари або дим) [8, 23].

Супутникові знімки Landsat використовують для спостереження за процесами евтрофікації водних об'єктів, зміни площ водного дзеркала. Вони є основою для подальшого спектрального аналізу та картографування гідроморфологічних характеристик водних об'єктів. Результати дослідження з використанням супутникових знімків Landsat є важливим інструментом в ухваленні управлінських рішень щодо раціонального використання та охорони водних об'єктів [23].

Для виконання операційних потреб програми Copernicus Європейське космічне агентство ESA створило сімейство супутників Sentinel. Ці місії підтримуються наземним сегментом Copernicus, який контролює роботу супутників, а також здійснює збирання, створення та поширення даних [23].

Фахівці використовують супутникові знімки Sentinel для фіксування забруднення водних об'єктів.

Важливою перевагою сучасного дистанційного моніторингу є використання платформи Google Earth Engine (GEE), яка забезпечує оброблення великих масивів супутникових даних, автоматизацію GIS-аналізу та підтримку просторово-часового моніторингу змін земного покриву й екосистем у глобальному масштабі [7]. У міжнародній практиці Google Earth Engine активно використовують для оцінювання змін водно-болотних угідь, аналізу гідрологічної динаміки та моніторингу деградації торфових екосистем.

Аналіз публікацій показує, що для оцінювання стану водних об'єктів з використанням ГІС та ДЗЗ достатнього поширення набули методики з використанням спектральних індексів.

Досить поширеним методом оцінювання стану рослинного покриву на мультиспектральних супутникових

зображеннях є використання спектрального індексу рослинності NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), запропонованого Rouse et al. у 1973 році для аналізу стану та щільності рослинного покриву [17]. Обчислення NDVI ґрунтується на співвідношенні різниці та суми ближнього інфрачервоного і червоного спектральних каналів за такою формулою:

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{RED}}{R_{NIR} + R_{RED}},$$

де: R_{NIR} – значення яскравості відбитого електромагнітного випромінювання у ближньому інфрачервоному спектральному каналі; R_{RED} – значення яскравості відбитого електромагнітного випромінювання у червоному спектральному каналі.

Принцип розрахунку NDVI ґрунтується на спектральних властивостях зеленої рослинності, яка в процесі фотосинтезу інтенсивно поглинає електромагнітне випромінювання у червоному діапазоні спектра та водночас характерна високим рівнем відбиття у ближньому інфрачервоному діапазоні. Як наслідок, високі додатні значення індексу, зазвичай, свідчать про наявність густого та фізіологічно активного рослинного покриву, середні значення відповідають розрідженій або частково деградованій рослинності, тоді як низькі чи від'ємні значення характерні для водних об'єктів, відкритих ґрунтів, урбанізованих територій та інших поверхонь із незначним рівнем рослинного покриву.

У дослідженнях водно-болотних угідь NDVI використовують для аналізу стану болотної рослинності, оцінювання ступеня деградації водно-болотних угідь, виявлення змін рослинного покриву та моніторингу трансформації прибережних екосистем унаслідок кліматичних змін й антропогенного навантаження.

Досить поширеним методом дослідження водних об'єктів та перезволожених територій на мультиспектральних супутникових зображеннях є використання спектрального індексу NDWI (Normalized Difference Water Index). Вперше цей індекс запропонував B. C. Gao у 1996 році для дистанційного оцінювання вмісту рідкої води у рослинному покриві [6]. Водночас модифікований підхід до використання NDWI для виділення відкритих водних поверхонь та аналізу водних об'єктів запропонував S. K. McFeeters у 1996 році, що забезпечило широке застосування індексу у дослідженнях водно-болотних угідь, озерних систем і гідрологічного моніторингу [9].

Обчислення NDWI ґрунтується на відношенні різниці і суми зеленого та ближнього інфрачервоного спектрального каналу за такою формулою:

$$NDWI = \frac{R_{GREEN} - R_{NIR}}{R_{GREEN} + R_{NIR}},$$

де: R_{GREEN} – значення яскравості відбитого електромагнітного випромінювання від зеленого спектрального каналу; R_{NIR} – значення яскравості відбитого електромагнітного випромінювання від ближнього інфрачервоного спектрального каналу.

NDWI посилює контраст між водними поверхнями та територіями, не вкритими водою. Відомо, що водним об'єктам відповідають додатні значення цього індексу, а решті – від'ємні, та найчастіше оптимальний поріг відрізняється від нуля [23].

Для території Шацької селищної ТГ використання таких індексів має особливе значення, оскільки дає змо-

гу простежити сезонні та багаторічні зміни рівня зволоження територій, визначити ділянки деградації водно-болотних угідь та оцінити динаміку озерних систем.

Одним із найефективніших спектральних індексів для виділення поверхневих вод та аналізу перезволожених територій на мультиспектральних супутникових зображеннях є MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index), запропонований Xu у 2006 році [22]. На відміну від класичного NDWI, індекс MNDWI забезпечує точніше виділення водних поверхонь за складних ландшафтних умов, зокрема в урбанізованих територіях та заболочених екосистемах. Обчислення MNDWI ґрунтується на співвідношенні різниці та суми зеленого і середнього інфрачервоного спектральних каналів та визначається за такою формулою:

$$MNDWI = \frac{R_{GREEN} - R_{SWIR}}{R_{GREEN} + R_{SWIR}},$$

де: R_{GREEN} – значення яскравості відбитого електромагнітного випромінювання у зеленому спектральному каналі; R_{SWIR} – значення яскравості відбитого електромагнітного випромінювання у середньому інфрачервоному спектральному каналі.

Індекс MNDWI базується на тому, що водним поверхням характерні високий рівень відбиття у зеленому спектральному діапазоні та значне поглинання у SWIR-діапазоні. Завдяки цьому MNDWI підсилює контраст між водними об'єктами та іншими типами земного покриву, зменшуючи вплив забудованих територій, відкритих ґрунтів і рослинності. Додатні значення індексу, зазвичай, відповідають водним поверхням або сильно перезволоженим територіям, тоді як від'ємні значення характерні для сухих ґрунтів, рослинності та урбанізованих ландшафтів.

У дослідженнях водно-болотних угідь MNDWI використовують для оцінювання площ поверхневих вод, аналізу сезонної та багаторічної динаміки заболочення, моніторингу деградації і виявлення змін гідрологічного режиму територій.

З еколого-економічної позиції, спектральні індекси NDVI, NDWI та MNDWI можуть використовуватися не лише для фіксації фізичного стану екосистем, а й для попередньої оцінки змін природного капіталу території. Зниження значень NDWI та MNDWI може свідчити про скорочення площ водних або перезволожених ділянок, що потенційно означає послаблення водорегулятивної, кліматорегулятивної та рекреаційної функцій. Натомість зміни NDVI відображають трансформацію рослинного покриву, яка може впливати на біопродуктивність, ландшафтну привабливість та якість рекреаційного середовища.

Отже, результати спектрального аналізу доцільно розглядати як початковий інформаційний рівень для подальшої економічної інтерпретації. Самі індекси не визначають грошову вартість екосистемних послуг, однак вони дають змогу встановити просторові та часові зміни, які можуть мати економічні наслідки для громади. Саме тому їх використання є важливим для обґрунтування управлінських рішень щодо збереження, відновлення або пріоритетного фінансування водно-болотних угідь.

Аналіз супутникових даних Sentinel та Landsat свідчить про наявність тенденції до поступового скорочення площ перезволожених територій у межах Шацької

селищної ТГ. Особливо помітними такі зміни є у периферійних болотних масивах та прибережних зонах озерних систем, де спостерігається зниження рівня зволоження та трансформація рослинного покриву.

За даними індексу NDVI: площа водної гладі зменшилася в період з 1989 по 2002 роки і збільшилася упродовж 5 років до 2007 року, але, незважаючи на коливання в більший та менший боки, у 2021 році площа скоротилася до рівня 1996 року [10].

За індексом MNDWI: з 1989 по 1996 роки значення площі зменшилися, але майже відновилися до 2002 року і знизилися на 10 км² до 2007 року. Наступні роки були нестабільними з точки зору площі, але у 2021 році озера вже мають найнижче значення за досліджувані роки. Також цей індекс показує досить велику кількість вологих/затоплених територій [10].

Виявлена на основі супутникових даних динаміка водних і перезволожених територій має не лише природоохоронне, а й виразне еколого-економічне значення, оскільки зміну їхньої площі можна розглядати як індикатор трансформації природного капіталу громади та потенційної зміни обсягу екосистемних послуг. У прикладному вимірі скорочення водних і перезволожених площ свідчить про можливе послаблення здатності екосистем акумулювати й утримувати воду, підтримувати локальний мікроклімат, зменшувати ризики торфових пожеж, забезпечувати рекреаційну привабливість території та виконувати кліматорегулятивну функцію. Відповідно, результати дистанційного зондування Землі можуть бути використані як інформаційна основа для виявлення не лише екологічних змін, а й пов'язаних із ними економічних наслідків для територіальної громади.

На початковому етапі економічну оцінку таких змін доцільно здійснювати через якісну та порівняльну інтерпретацію їх впливу на систему екосистемних послуг. Такий підхід передбачає визначення тих функцій водно-болотних угідь, які можуть бути ослаблені внаслідок зменшення водних або перезволожених площ, а також ідентифікацію потенційних витрат, ризиків і управлінських викликів, що виникають для громади, зокрема, можливе зростання витрат на водне регулювання, протипожежну безпеку, відновлення деградованих земель, підтримання рекреаційної інфраструктури та адаптацію до кліматичних змін.

Особливого значення в межах еколого-економічного аналізу водно-болотних угідь набуває поняття вартості бездіяльності, яке доцільно трактувати як сукупність потенційних економічних витрат, додаткових витрат і недоотриманих вигід, що виникають унаслідок відсутності своєчасних управлінських рішень щодо збереження, відновлення або раціонального використання природного капіталу. У сучасних дослідженнях такий підхід розглядають через зіставлення витрат активного втручання із втратами, що формуються за умов продовження деградаційних процесів, зокрема через скорочення обсягу екосистемних послуг, погіршення стану природних активів і зростання майбутніх ризиків для економіки території [1, 16].

У контексті водно-болотних угідь Шацької селищної ТГ, вартість бездіяльності доцільно розуміти як потенційне знецінення природного капіталу території внаслідок збереження інерційної моделі природокористування. Така модель передбачає відсутність системних заходів із відновлення гідрологічного режиму, ренату-

ралізації деградованих ділянок, обмеження негативного антропогенного впливу та інтеграції природоорієнтованих рішень у просторове планування громади. У цьому разі бездіяльність не є нейтральним управлінським станом, а формує передумови для подальшої втрати екосистемних послуг, що забезпечують водорегулятивну, кліматорегулятивну, рекреаційну та захисну функції території.

Методологічно така інтерпретація узгоджується з підходом, за яким вартість бездіяльності визначають через втрату або зменшення економічної цінності екосистемних послуг у майбутньому періоді. У дослідженнях, в яких розглянуто вартість політичної бездіяльності, показано, що деградація природних екосистем призводить не лише до фізичного погіршення стану природного середовища, а й до втрати добробуту, пов'язаної зі скороченням корисних функцій екосистем – рекреаційних, кліматорегулятивних, ресурсних і захисних [1]. Аналогічна логіка застосовується у працях з проблематики деградації земель, де втрату продуктивності та порушення екосистемних функцій розглядають як значні економічні втрати, що можуть перевищувати традиційно враховувані ринкові показники використання земельних ресурсів [19].

Для водно-болотних угідь така логіка має особливе значення, оскільки ці екосистеми виконують функції природної інфраструктури. Їхнє збереження дає змогу підтримувати водний баланс, зменшувати ризики екстремальних природних явищ, акумулювати вуглець, забезпечувати біофільтрацію, підтримувати біорізноманіття та формувати рекреаційну привабливість території. Емпіричні дослідження прибережних водно-болотних угідь засвідчують, що такі екосистеми можуть істотно зменшувати економічні збитки від природних небезпек, зокрема ураганів і штормових явищ [3, 4, 12]. Хоча ці дослідження стосуються переважно прибережних територій, їх методологічна логіка є релевантною і для внутрішніх водно-болотних систем, оскільки демонструє загальний принцип: деградація природної інфраструктури зумовлює зростання майбутніх витрат, які громада або держава змушені компенсувати технічними, бюджетними чи відновлювальними заходами.

У межах Шацької селищної ТГ вартість бездіяльності може проявлятися через поступове зниження рекреаційної цінності території, скорочення потенційних доходів від туризму, зростання витрат на запобігання та ліквідацію торфових пожеж, погіршення водорегулятивної функції, втрату частини кліматорегулятивного потенціалу та зменшення загальної стійкості громади до кліматичних і господарських ризиків. Відповідно, скорочення площ водних і перезволожених територій, зафіксоване за допомогою дистанційного зондування Землі, можна розглядати не лише як екологічний показник, а як просторовий індикатор потенційного зниження економічної цінності природного капіталу громади.

Такі процеси пов'язані із комплексним впливом кліматичних змін, осушувальної меліорації та антропогенного навантаження. Водночас супутниковий моніторинг дає змогу виявляти не лише негативні тенденції, але й території з високим потенціалом природоорієнтованого відновлення. Це формує підґрунтя для використання даних ДЗЗ у системі підтримки NbS, спрямованих на ренатуралізацію деградованих болотних екосис-

тем, відновлення гідрологічного режиму та підвищення кліматичної стійкості територій.

У контексті просторового планування територіальних громад дистанційне зондування Землі набуває значення інструменту підтримки управління, заснованого на доказових даних. Інтеграція результатів супутникового моніторингу у систему еколого-економічного оцінювання природоорієнтованих рішень дає змогу оцінювати екосистемні послуги водно-болотних угідь у динаміці, визначати території з підвищеним ризиком деградації та моделювати ефективність природоорієнтованих облік природного капіталу та методами еколого-економічного аналізу супутникові дані формують основу для інтеграції природного капіталу у систему стратегічного планування розвитку територіальних громад.

Висновки та перспективи подальших розвідок

Унаслідок проведеного дослідження обґрунтовано доцільність використання даних дистанційного зондування Землі для оцінювання стану водно-болотних угідь Шацької селищної територіальної громади. Встановлено, що поєднання супутникових даних, GIS-інструментів і спектральних індексів NDVI, NDWI та MNDWI дає змогу виявляти просторово-часові зміни рослинного покриву, водних поверхонь і перезволожених територій, що є важливим для моніторингу деградаційних процесів.

Проаналізовано роль водно-болотних угідь у забезпеченні екологічної та економічної стійкості громади; охарактеризовано можливості сучасних супутникових платформ і геоінформаційних інструментів; розкрито значення спектральних індексів для оцінювання стану водно-болотних екосистем; обґрунтовано економічну інтерпретацію змін водних і перезволожених територій у контексті природного капіталу та екосистемних послуг.

Доведено, що результати ДЗЗ можна використовувати не лише як інструмент екологічного моніторингу, а і як інформаційну основу для еколого-економічного обґрунтування управлінських рішень. Скорочення площ водних і перезволожених територій доцільно розглядати як індикатор потенційного зниження водорегулятивної, кліматорегулятивної, рекреаційної та захисної функцій водно-болотних угідь. У цьому контексті особливого значення набуває оцінювання вартості бездіяльності, що відображає можливі економічні втрати громади у разі відсутності заходів із збереження або відновлення природного капіталу.

Практичне значення результатів полягає у можливості їх використання під час просторового планування, підготовки місцевих природоохоронних програм, обґрунтування природоорієнтованих рішень, визначення пріоритетних територій для ренатуралізації та формування системи моніторингу водно-болотних угідь.

References

1. Chiabai, A., Traversi, C. M., Markandya, A., Ding, H., & Nunes, P. A. L. D. (2011). Economic assessment of forest ecosystem services losses: Cost of policy inaction. *Environmental and Resource Economics*, 50, 405–445. <https://doi.org/10.1007/s10640-011-9478-6>
2. Copernicus Programme. (2026). SentiWiki Home. URL: <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/copernicus-programme>
3. Costanza, R., Anderson, S. J., Sutton, P., Mulder, K., Mulder, O., Kubiszewski, I., Wang, X., Liu, X., Pérez-Maqueo, O., Martinez, M. L., Jarvis, D., & Dee, G. (2021). The global value of coastal wetlands for storm protection. *Global Environmental Change*, 70, Article 102328. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102328>
4. Costanza, R., Pérez-Maqueo, O., Martínez, M. L., Sutton, P., Anderson, S. J., & Mulder, K. (2008). The value of coastal wetlands for hurricane protection. *Ambio*, 37(4), 241–248. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2008\)37\[241:TVOCWF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2008)37[241:TVOCWF]2.0.CO;2)
5. Davidson, N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, 65(10), 934–941. <https://doi.org/10.1071/MF14173>
6. Gao, B. C. (1996). NDWI – A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 257–266. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3)
7. Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
8. Landsat Science. (2026). A joint NASA/USGS Earth observation program. URL: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/>
9. McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425–1432. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>
10. Mikhulia, K., Mienasova, A., Shovkopliash, T., & Tarasova, N. (2022). Determining the area of the Shatsky Lakes by satellite images using the data of the remote sensing. *International Conference of Young Professionals "GeoTerrace-2022"*, 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022590066>
11. Mitsch, W. J., Bernal, B., & Hernandez, M. E. (2015). Ecosystem services of wetlands. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 11(1), 1–4. <https://doi.org/10.1080/21513732.2015.1006250>
12. Mulder, O. J., Mulder, K. P., Kubiszewski, I., Anderson, S. J., Costanza, R., & Sutton, P. (2020). The value of coastal wetlands for storm protection in Australia. *Ecosystem Services*, 46, Article 101205. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101205>
13. NASA (2026). Earthdata Search. URL: <https://search.earthdata.nasa.gov/>
14. Planet Satellite Imaging. (2026). Planet Labs: Satellite Imagery & Earth Data Analytics. URL: <https://www.planet.com/>
15. Ramsar Convention Secretariat. (2021). Global Wetland Outlook: Special Edition 2021. Secretariat of the Convention on Wetlands. <https://www.global-wetland-outlook Ramsar.org/>
16. Rodríguez-Labajos, B. (2013). Climate change, ecosystem services, and costs of action and inaction: Scoping the interface. *WIREs Climate Change*, 4(6), 555–573. <https://doi.org/10.1002/wcc.247>
17. Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium. NASA SP-351, 1, 309–317. <https://surl.it/fmawgw>
18. Sentinel Hub (2026). EO Browser. URL: <https://www.sentinel-hub.com/explore/eobrowser/>
19. Sutton, P. C., Anderson, S. J., Costanza, R., & Kubiszewski, I. (2016). The ecological economics of land degradation: Impacts on ecosystem service values. *Ecological Economics*, 129, 182–192. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.06.016>
20. United Nations, European Union, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Organisation for Economic Co-operation and Development, & World Bank Group. (2021). System of Environmental-Economic Accounting – Ecosystem Accounting (SEEA EA). United Nations.
21. USGS EarthExplorer. (n.d.). <https://earthexplorer.usgs.gov/>
22. Xu, H. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3025–3033. <https://doi.org/10.1080/01431160600589179>